



T.C.
BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İKİ FARKLI SÜT İŞLETMESİNDEN ELDE EDİLEN
ENDÜSTRİYEL BİR ATIK OLAN SÜZME YOĞURT SUYUNUN
BAZI ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Raziye Aslı KESER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAYVANSAL ÜRÜNLER HİJYENİ VE TEKNOLOJİSİ
(DİSİPLİNLER ARASI) ANABİLİM DALI

Danışman

Doç. Dr. Seval Sevgi KIRDAR

BURDUR 2018

T.C.
BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İKİ FARKLI SÜT İŞLETMESİNDEN ELDE EDİLEN
ENDÜSTRİYEL BİR ATIK OLAN SÜZME YOĞURT SUYUNUN
BAZI ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Raziye Aslı KESER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAYVANSAL ÜRÜNLER HİJYENİ VE TEKNOLOJİSİ
(DİSİPLİNLER ARASI) ANABİLİM DALI

Danışman

Doç.Dr.Seval Sevgi KIRDAR

Bu Araştırma Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri
Koordinatörlüğü tarafından 0444-YL-17 proje numarası ile desteklenmiştir.

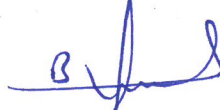
BURDUR 2018

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

Raziye Aslı KESER tarafından *Doç.Dr.Seval Sevgi KIRDAR* yönetiminde hazırlanan *İki Farklı Süt İşletmesinden Elde Edilen Endüstriyel Bir Atık Olan Süzme Yoğurt Suyunun Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi* başlıklı tez çalışması jüri üyeleri olarak tarafımızdan okunmuş; kapsamı ve niteliği açısından Hayvansal Ürünler Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalında (*Yüksek Lisans/Doktora-Tezi*) olarak oy birliği / oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi

05.07.2018


(imza)

Doç.Dr.Bedia ŞİMŞEK

Gıda Mühendisliği
ABD

Başkan


(imza)

Doç.Dr.Seval Sevgi KIRDAR

Hayvansal Ürünler Hijyeni
Ve Teknolojisi ABD

Jüri

ONAY

Bu tez, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Lisans Üstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu 27.07.2018 Tarih ve 25 sayılı kararı ile kabul edilmiştir.

(imza)

Prof.Dr.Doğa EMİZSOYLU

Müdür

Sağlık Bilimleri Enstitüsü

(imza)

Dr.Ögr.Üyesi İlhan GÜN

Hayvansal Ürünler Hijyeni
Ve Teknolojisi ABD

Jüri

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimimin her aşamasında bana yol gösteren, bu araştırmanın planlanması, gerçekleştirilmesi ve tezimin yazım aşamasında bilgi, öneri ve tecrübeleri ile yardım ve desteğini esirgemeyen, her türlü desteği ve kolaylığı sağlayan çok değerli Danışman Hocam Sayın Doç. Dr. Seval Sevgi KIRDAR' a teşekkürlerimi sunuyorum.

Laboratuvar çalışmalarım sırasında bana destek olan Süleyman Demirel Üniversitesi YETEM Uygulamalı Bilimler ve Araştırma Merkezi'ne ve Dr. Mustafa YILMAZER, Dr. Mukadder ERDEM TUNÇMEN, Okt. Dr. Hüseyin TUNÇMEN'e, Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisi Arş Gör. Kemal SÜLÜK' e,

Süzme yoğurt üretimlerini gerçekleştirdiğimiz Bur-Süt İşletmesi Kenan ŞAHAN Üretim müdürü Zeycan KALAYCI, Kalite müdürü Evren SAÇAK ve işletme çalışanlarına; Duranlar Süt işletmesi Süleyman DURAN, üretim müdürü Mehmet DUMLU ve işletme çalışanlarına,

Araştırmanımı istatistik veri analizlerinde yardımlarını esirgemeyen Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Burdur Gıda Tarım ve Hayvancılık MYO Öğr. Gör. Türker ATCALI'ya

Sonsuz sabrı ve desteği ile her zaman yanımda olan eşim Yasin KESER'e, hayatımın her aşamasında yanımda olan, destekleyen annem Feden HORZUM' Babam Erol HORZUM, kardeşim Barış Çağrı HORZUM'a ve ablam Leyla Didem SAĞLAM'a ve yakın arkadaşım Burcu ATEŞ'e

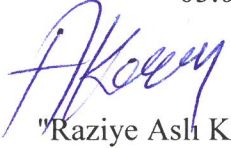
0444-YL-17nolu proje ile tezimin yürütülmesinde maddi destek sağlayan Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne ve Sağlık Bilimleri Enstitüsü' ne en içten teşekkürlerimi sunarım.

Raziye Aslı KESER
Burdur, 2018

BEYAN

İki Farklı Süt İşletmesinden Elde Edilen Endüstriyel Bir Atık Olan Süzme Yoğurt Suyunun Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi başlıklı tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığı beyan ederim.

05.07.2018

 (İmza)
"Raziye Ashi KESER"

ONAY

(İmza)

Doç.Dr.Seval Sevgi KIRDAR

Danışman

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇ KAPAK SAYFASI.....	i
KABUL ONAY SAYFASI.....	ii
TEŞEKKÜR	iii
BEYAN SAYFASI.....	iv
İÇİNDEKİLER	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
TABLolar DİZİNİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xii
TÜRKÇE ÖZET	xiv
İNGİLİZCE ÖZET	xvi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	7
2.1. Süzme yoğurt.....	7
2.2. Süzme yoğurt ile ilgili araştırmalar	9
2.3.Süt endüstrisi atıklarının çevre kirliliği üzerine etkileri	26
3. GEREÇ ve YÖNTEM.....	42
3.1. GEREÇ.....	42
3.1.1. Çiğ süt	42
3.1.2 Starter kültür.....	42
3.2. YÖNTEM.....	42
3.2.1. Süzme yoğurt üretimi.....	42
3.2.2. Çiğ süt analizleri	44
3.2.2.1. pH tayini.....	44

3.2.2.2. Özgül ağırlık tayini	44
3.2.2.3. Titrasyon asitliği tayini	44
3.2.2.4. Yağ tayini	44
3.2.2.5. Kurumade tayini	44
3.2.2.6. Protein tayini	44
3.2.3. Yoğurt, süzme yoğurt ve yoğurt suyu analizleri	44
3.2.3.1. pH tayini	44
3.2.3.2. Titrasyon asitliği tayini	44
3.2.3.3. Yağ tayini	45
3.2.3.4. Kurumade tayini	45
3.2.3.5. Protein tayini	45
3.2.3.6. Kül içeriği tayini	46
3.2.3.7. Laktoz tayini	46
3.2.3.8. Mineral maddelerin ICP-OES ile belirlenmesi	46
3.2.3.9. Aroma maddeleri tayini	47
3.2.3.10. Amino asit içeriği tayini	47
3.2.3.11. Biyojen amin içeriği tayini	49
3.2.4. Yoğurt suyunun kirlilik parametreleri	49
3.2.4.1. Kimyasal oksijen ihtiyacı tayini	49
3.2.4.2. Yağ ve Gres miktarı	50
3.2.4.3. Askıda katı madde miktarı (AKM)	50
3.2.4.4. Toplam fosfor	51
3.2.5. İstatistiksel analizler	52
4.BULGULAR	53
4.1. Çiğ sütün özellikleri	53
4.2. Yoğurtların özellikleri	53

4.2.1. Yoğurtların kimyasal özellikleri	53
4.2.2. Yoğurtların mineral madde içerikleri	54
4.2.3. Yoğurtların aroma madde içerikleri	55
4.2.4. Yoğurtların amino asit içerikleri	57
4.2.5. Yoğurtların biyojen amin içerikleri	58
4.3. Süzme yoğurtların özellikleri	59
4.3.1. Süzme yoğurtların kimyasal özellikleri	59
4.3.2. Süzme yoğurtların mineral madde içerikleri	61
4.3.3. Süzme yoğurtların aroma madde içerikleri	61
4.3.4. Süzme yoğurtların amino asit içerikleri	63
4.3.5. Süzme yoğurtların biyojen amin içerikleri	64
4.4. Yoğurt suyunun özellikleri	66
4.4.1. Yoğurt suyunun kimyasal özellikleri	66
4.4.2. Yoğurt suyunun mineral madde içerikleri	69
4.4.3. Yoğurt suyunun aroma madde içerikleri	73
4.4.4. Yoğurt suyunun amino asit içerikleri	76
4.4.5. Yoğurt suyunun biyojen amin içerikleri	77
4.4.6. Yoğurt suyunun kirlilik parametreleri	77
5.TARTIŞMA	79
5.1. Çiğ sütün özellikleri	79
5.2. Yoğurtların özellikleri	79
5.2.1. Yoğurtların kimyasal özellikleri	79
5.2.2. Yoğurtların mineral madde içerikleri	82
5.2.3. Yoğurtların aroma madde içerikleri	83
5.2.4. Yoğurtların amino asit içerikleri	85
5.2.5. Yoğurtların biyojen amin içerikleri	86

5.3. Süzme yoğurtların özellikleri.....	88
5.3.1. Süzme yoğurtların kimyasal özellikleri	88
5.3.2. Süzme yoğurtların mineral madde içerikleri	91
5.3.3. Süzme yoğurtların aroma madde içerikleri	93
5.3.4. Süzme yoğurtların amino asit içerikleri	94
5.3.5. Süzme yoğurtların biyojen amin içerikleri	94
5.4. Yoğurt suyunun özellikleri.....	96
5.4.1. Yoğurt suyunun kimyasal özellikleri	96
5.4.2. Yoğurt suyunun mineral madde içerikleri	99
5.4.3. Yoğurt suyunun aroma madde içerikleri.....	103
5.4.4. Yoğurt suyunun amino asit içerikleri	103
5.4.5. Yoğurt suyunun biyojen amin içerikleri	103
5.4.6. Yoğurt suyunun kirlilik parametreleri	104
5.4.6.1. Kimyasal oksijen ihtiyacı	104
5.4.6.2. Askıda katı madde miktarı (AKM)	105
5.4.6.3. Yağ-Gres miktarı	107
5.4.6.4. Toplam fosfor içeriği.....	108
5.4.6.5. pH	109
6. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	110
7. KAYNAKLAR	113
8. EKLER.....	139
9. ÖZGEÇMİŞ.....	141

ŞEKİLLER

Sayfa

Şekil 3.1. İki farklı işletmede üretilen süzme yoğurt üretim akış diyagramı.....	43
Şekil 4.1. Yoğurt, süzme yoğurt ve serumun kuru madde değerleri	67
Şekil 4.2. Yoğurt, süzme yoğurt ve serumun yağ değerleri.....	67
Şekil 4.3. Yoğurt, süzme yoğurt ve serumun protein değerleri	68
Şekil 4.4. Yoğurt, süzme yoğurt ve serumun laktoz değerleri.....	69
Şekil 4.5. Yoğurt, süzme yoğurt ve serumun kül değerleri	69
Şekil 4.6. Yoğurt, süzme yoğurt ve serumun kalsiyum değerleri.....	70
Şekil 4.7. Yoğurt, süzme yoğurt ve serumun potasyum değerleri	71
Şekil 4.8. Yoğurt, süzme yoğurt ve serumun magnezyum değerleri	72
Şekil 4.9. Yoğurt, süzme yoğurt ve serumun sodyum değerleri.....	72
Şekil 4.10. Yoğurt, süzme yoğurt ve serumun fosfor değerleri	73

TABLULAR

	Sayfa
Tablo 2.1. Yasal düzenlemelere göre süzme yoğurdun bileşimi.....	8
Tablo 2.2. Dünya’ da üretilen yoğurt çeşitleri.....	10
Tablo 2.3. Süt ve Süt ürünleri endüstrisi atık sularının alıcı ortama deşarj standartları.....	31
Tablo 2.4 Atık su karakterizasyonu.....	31
Tablo 2.5. Süt ve ürünlerinin BOİ ve KOİ değerleri.....	32
Tablo 2.6. Farklı süt ve ürünlerinin bileşenleri	32
Tablo 2.7. Süt işletmesi atık su bileşim değerleri.....	33
Tablo 2.8. Sütçülük atık sularının katı madde, pH ve sıcaklığı.....	34
Tablo 2.9. Süt işletmelerinde ürünlere ait atık su miktarları ve kirlilik yükleri ...	35
Tablo 2.10. Gıda Sektörünün kirlilik parametreleri	37
Tablo 2.11 Bursa’da faaliyet gösteren Gıda sanayinin kirlilik parametrelerine göre belirlenen kirlilik düzeyleri	38
Tablo 2.12. Bursa ilinde Süt ürünlerini işleyen atık su değerleri.....	39
Tablo 2.13. Çeşitli Süt ve Ürünlerine ait BOİ ve KOİ değerleri.....	40
Tablo 3.1 ICP-OES’ nin çalışma koşulları	47
Tablo 3.2. SPME (Katı faz mikroekstraksiyon) şartları	48
Tablo 3.3. HPLC’nin çalışma koşulları.....	49
Tablo 3.4. Gradient program	49
Tablo 3.5. Toplam fosfor analizi çalışma koşulları.....	52
Tablo 4.1. Hammadde olarak kullanılan çiğ sütün kimyasal kompozisyonu.....	53
Tablo 4.2. Yoğurtların kimyasal bileşimi.....	54
Tablo 4.3. Yoğurtların mineral madde miktarları	55

Tablo 4.4. Yoğurtların aroma maddeleri	56
Tablo 4.5. Yoğurtların amino asit içerikleri	57
Tablo 4.6. Yoğurtların biyojen amin içerikleri.....	59
Tablo 4.7. Süzme yoğurtların kimyasal bileşimleri.....	60
Tablo 4.8. Süzme yoğurtların mineral madde miktarları	61
Tablo 4.9. Süzme yoğurtların aroma bileşenleri	62
Tablo 4.10. Süzme yoğurtların amino asit içerikleri	64
Tablo 4.11. Süzme yoğurtların biyojen amin içerikleri.....	65
Tablo 4.12. Yoğurt suyunun kimyasal bileşimi.....	66
Tablo 4.13. Yoğurt suyunun mineral madde miktarları	70
Tablo 4.14. Yoğurt suyunun aroma bileşenleri	74
Tablo 4.15. Yoğurt suyunun amino asit içerikleri.....	76
Tablo 4.16. Yoğurt suyunun biyojen amin içerikleri	77
Tablo 4.17. Yoğurt sularının kirlilik parametreleri	78

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AKM	Askıda Katı Madde
ANOVA	Analysis of variance
BA	Biyojen Amin
BOİ	Biyokimyasal oksijen ihtiyacı
°C	Santigrat derece
Ca	Kalsiyum
CAR/PDMS	Karboksen/Polidimetil Siloksan
CIP	Cleaning In Place
Cu	Bakır
dk	Dakika
FAO	Gıda ve Tarım Örgütü
Fe	Demir
GC-MS	Gaz Kromografisi-Kütle spektroskopisi
g	Gram
h	Saat
HF	Hiperfiltrasyon
HPLC	Yüksek Performans Likit Kromatografisi
HS-SPME	Tepe Boşluğu-Katı Faz Mikro Ekstraksiyon
HTST	High Temperature Short Time
ICP-OES	İndüktif Eşleşmiş Plazma Optik Emisyon Spektrometresi
K	Potasyum
Kg	Kilogram
KOİ	Kimyasal oksijen ihtiyacı
L	Litre
LA	Laktik asit
M	Molar
Mg	Magnezyum
mg	miligram
µg	mikrogram
mL	Mililitre

Mn	Mangan
m ³	metreküp
N	Normalite
Na	Sodyum
P	Fosfor
p	Olabilirlik değeri
PAS	Peyniraltı suyu
ppm	Hacim milyonda bir parça
STB/GK	Statik Tepe Boşluğu/Gaz Kromatografik metot
SD	Standart sapma
SH	Soxhelet Henkel cinsinden asitlik derecesi
sn	Saniye
SKKY	Su kirliliği Kontrol Yönetmeliği
SYA	Serbest Yağ Asidi
TGK	Türk Gıda Kodeksi
TKM	Toplam Katı Madde
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
UF	Ultrafiltrasyon
YKM	Yağsız Kuru Madde
Zn	Çinko
WHO	Dünya Sağlık Örgütü

T.C.
BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Yüksek Lisans Tezi

**İki Farklı Süt İşletmesinden Elde Edilen Endüstriyel Bir Atık Olan Süzme
Yoğurt Suyunun Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi**

“Raziye Aslı KESER”
Hayvansal Ürünler Hijyeni ve
Teknolojisi (Disiplinlerarası)
Anabilim Dalı

Tez danışmanı
“Doç.Dr.Seval Sevgi KIRDAR”

BURDUR- 2018

ÖZET

Bu çalışmada, Burdur ilinde farklı yöntemle süzme yoğurt üreten iki farklı işletmeden temin edilen yoğurt sularında toplam kurumadde, yağ, protein, laktoz, kül, titrasyon asitliği, mineral madde içeriği, aroma bileşenleri, amino asit, biyojen amin ve kirlilik parametreleri (kimyasal oksijen ihtiyacı, askıda katı madde miktarı, yağ- gres, toplam fosfor ve pH) belirlenmiştir. Yoğurt suyunun kurumadde, yağ, laktoz, protein, kül değerleri sırasıyla % 5.19 - 5.58, % 0.75 - 0.8, % 3.72 - 3.79, % 0.56 - 0.33, % 0.61 - 0.33 arasında değişmiştir. Yoğurt suyunun kimyasal oksijen ihtiyacı(KOİ) 41 019 - 42 943 mg/L, askıda katı madde miktarı(AKM) 1 016 -1 293 mg/L, yağ-gres 10 551 - 9 414 mg/L, toplam fosfat 29.70- 22.30 mg/L ve pH' sı ise 3.99 - 4.23 olarak saptanmıştır. Süzme süresinin KOİ, AKM ve yağ-gres üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Yoğurt sularında mineral içeriği sırasıyla kalsiyum 1 006-1 062.5 mg/kg, magnezyum 105.5 - 116 mg/kg, sodyum 415.5-418.5 mg/kg, potasyum 1 500.5-1 524.5 mg/kg ve fosfor 478-481 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Süzme süresinin yoğurt sularının mineral madde içerikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Yoğurt suyunda biyojen aminlerden tiramin, kadeverin, histamin, triptamin, β -feniletilamin, ve putresin tespit edilmiştir. Farklı

Üretim parametrelerinin triptamin içerikleri üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Yoğurt sularında toplam 34 uçucu bileşen belirlenmiş olup, asetaldehit (% 15.08 - 15.82), aseton (% 15.63- 9.53), diasetil (% 8.34 - 8.95), asetoin (% 5.17- 3.77) en yüksek oranda tespit edilen karbonil bileşiklerdir. Yoğurt sularında, 16 amino asit tespit edilmiştir. Bu amino asitler histidin, isolösin, lösin, lisin, metiyonin, fenilalanin, treonin, valin, alanin, aspartik asit glutamik asit, serin, arginin, glisin, prolin ve tirozindir. Bu amino asitlerden tirozin, glutamik asit ve prolin içeriği en yüksek bulunmuştur. Farklı retim parametrelerinin amino asit içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Çalışma sonucunda; yoğurt suyunun kirlilik yükünün oldukça yüksek olması sebebiyle, besin maddelerinin geri kazanımı ve endüstriyel olarak değerlendirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: *Endüstriyel atık, kimyasal özellikleri, kirlilik parametreleri, yoğurt suyu*

Burdur Mehmet Akif Ersoy University
Institute of Health Science

Master of Science

**Determination of Some Properties of Strained Yoghurt Whey As An Industrial
Waste Produced From Two Different Dairy Plants**

Name and Surname: Raziye Aslı KESER

**Department of Animal Products Hygiene
and Technology (Disciplinary)**

Supervisor: Doç. Dr. Seval Sevgi KIRDAR

BURDUR – 2018

ABSTRACT

In this study, total dry matter, fat, protein, lactose, ash, titratable acidity, mineral contents, aroma components, amino acid, biogenic amine and pollution parameters (chemical oxygen demand, amount of suspended solids (AQM), oil-grease, total phosphorus and pH) were determined in yoghurt whey obtained from two different method of producing strained yogurt in Burdur. The dry matter, fat, lactose, protein and ash values of yoghurt whey varied between 5.19-5.58 %, 0.75-0.8 %, 3.72-3.79 %, 0.56-0.33 % and 0.61- 0.33% respectively. Yoghurt whey was determined as chemical oxygen demand (COD) 41 019- 42 943 mg/L, the amount of suspended solids (AQM) 1 016-1 293 mg/ L, oil-grease 10 551- 9 414 mg/L, total phosphorus 29.70- 22.30 mg/L and pH 3.99 - 4.23. The effect of whey off time on COD, AQM and oil-grease was statistically significant ($p < 0.05$). Mineral contents of yoghurt whey's were determined as calcium 1 006 - 1 062.5 mg/kg, magnesium 105.5-116 mg/kg, sodium 418.5-415.5mg/kg, potassium 1 500.5-1 524.5mg/kg and phosphorus 478-481 mg/kg respectively. The effect of different producing

parameters on mineral matter contents of yoghurt whey's was found to be statistically insignificant. In yoghurt whey, thiamin, cadaverine, histamine, tryptamine, β -phenylethylamine, and putrescin were detected from the biogenic amines. The effect of different producing parameters on tryptamine contents was statistically significant ($p < 0.05$). A total of 34 aroma compounds were identified in the yoghurt whey and acetaldehyde (15.08 - 15.82%), acetone (15.63 - 9.53%), diacetyl (8.34 - 8.95 %) and acetone (5.17 - 3.77%) were the highest carbonyl compounds. In the yoghurt whey's, 16 amino acids were detected. These amino acids include arginine, serine, threonine, proline, lysine, valine, methionine, leucine, isoleucine, phenylalanine, glycine, alanine, aspartic acid, tyramine, glutamic acid, histidine and tyrosine. Among these amino acids, tyrosine, glutamic acid and proline contents were found to be highest. In the results of working; the pollution load of yoghurt whey is quite high, the result is that the nutrients must be recovered and evaluated industrially.

Key words: *Chemical properties, Industrial waste, pollution parameters, yoghurt whey*

1.GİRİŞ

Yoğurdun nerede ve nasıl yapıldığı kesin olarak bilinmemekle birlikte, tarihi kayıtlara bakıldığında bir Türk buluşu olduğu ve yüzyıllardır Türkler ve Türk kültürü etkisinde kalan ülkelerde üretilip tüketildiği belirtilmektedir (301). Yoğurt ilk kez Kanuni Sultan Süleyman tarafından, tedavisini gerçekleştirmek üzere Fransız Kral 1. Fransuva'ya gönderilen Türk doktor aracılığı ile Avrupa'ya ulaşmıştır (303). Yoğurdun Avrupa'da yayılması yirminci yüzyılın başlarına, Amerika'ya girişi ise 2. Dünya Savaşı yıllarına rastlamaktadır (150).

Yoğurt, ısıl işlem ile teşvik edilmiş protein interaksiyonları temeline dayalı bir asit kazein jelidir (201). Sütteki bütün besin maddelerini içerdiği gibi yoğurt jeli oluşumu sırasında meydana gelen değişimler nedeniyle kendine özgü bazı özellikler de kazanır (301). Protein, kalsiyum, fosfor, vitamin B₂ (riboflavin), vitamin B₁ (tiyamin) ve vitamin B₁₂ içeriği bakımından oldukça zengin bir üründür. Yoğurt proteinleri, sindirilebilirlikleri süttekinin iki katı olması yanında, yüksek biyolojik yararlılıkları nedeniyle beslenme fizyolojisi açısından önem taşımaktadırlar (67, 201). Ayrıca, yoğurdun folik asit, niasin, magnezyum ve çinko değerleri de süte oranla daha yüksektir (67, 201, 239, 262). Yoğurtta bulunan mineral ve vitaminlerin biyolojik yararlılığı da yüksektir (133, 201). Kalsiyum alımını laktoza göre daha fazla artırması, laktoz intolerans kişilerin tüketimine elverişli olması, lipolitik enzim aktivitesi sayesinde süt yağının sindirilebilirliğini ve absorpsiyonunu artırması yoğurdun insan beslenmesi açısından değerini artırmaktadır (133, 218, 302).

Yoğurt, besin öğeleri içeriği bakımından iyi dengelenmiş bir gıda maddesi olarak besleyici özelliklerinin yanı sıra sağlık üzerinde de olumlu etkileri sözkonusudur (62). Fermentasyon sırasında sütte bulunan protein, yağ ve laktozda meydana gelen kısmi hidrolizasyon nedeniyle sindirimi süte göre daha kolaydır. Ayrıca, anti tümör ve anti kolesteromik özellikleri bulunmakla birlikte, laktik asit bakterilerinin ürettiği antibiyotikler ve antimikrobiyal maddeler de insanları patojen mikroorganizmalara karşı korumaktadır. Bu nedenle yoğurt, her yaş grubundaki insanın günlük beslenmesinde yer alması gereken önemli bir fermente süt ürünüdür (59, 138, 218, 311). Normal barsak florasının dengede tutulmasında önemli rol oynamakla birlikte, diarede özellikle çocuklarda görülen ishali tedavi edici etkisi bulunmaktadır (67, 89, 301).

Dünyada farklı isimlerle bilinen temelde birbirine yakın 400'den fazla yoğurt ve yoğurt benzeri fermente süt ürünü bulunmaktadır (154). Buna göre fermente süt ürünleri; laktik asit fermantasyonu ile üretilen ürünler (mezofilik, termofilik, teropatik), maya-laktik asit fermantasyonu ile üretilen ürünler ve küf- laktik asit fermantasyonu ile üretilen ürünler olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır. Yoğurt, bu sınıflandırma içerisinde, termofilik laktik asit fermantasyon ürünü olarak yer almaktadır (154, 197, 201).

Geleneksel olarak Kuzey Amerika ve Avrupa ülkelerinde asidik tat tercih edilmediğinden bu bölgelerde ağırlıklı olarak meyveli yoğurt ve yoğurt dondurması gibi ürünlerin tüketimi tercih edilmektedir. Balkanlar, Ortadoğu, Orta Asya, Kuzey Afrika ve Arap ülkelerinde ise klasik set tipi yoğurtlar ile konsantre yoğurt ve ayran tercih edilmektedir. Süt hayvancılığının gelişmiş olduğu Hollanda, Danimarka, Fransa ve Almanya gibi ülkelerde kişi başına düşen yoğurt tüketimi oldukça yüksektir. Türkiye'de ev koşullarında yoğurt üretimi son derece yaygın olduğundan istatistiksel olarak yoğurt tüketim verilerine ulaşmak mümkün olmamaktadır (201). TÜİK verilerine göre yoğurt üretimi 1.170.000 ton olup, kişi başına düşen tüketim miktarı ise 30 kg'dır (20, 21).

Kültürümüzde önemli bir yere sahip olan yoğurt sulandırılıp ayran haline getirilerek, bazen de suyu uçurulup daha yoğun hale getirilerek tüketiciye sunulmaktadır. Tahıllarla karıştırılıp çeşitli çorbaların ve tarhana üretiminde hammadde olduğu gibi, kahvaltıda zeytinyağı ve ekmek ile birlikte yaygın olarak tüketilmektedir (221, 247).

Yoğurt, sütün yoğurt kültürüyle (*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus*) fermente edilmesi sonucu elde edilen fermente bir ürün olarak tanımlanmaktadır (28, 285).

Türk Gıda Kodeksi (TGK) Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne göre yoğurt, fermentasyonda spesifik olarak *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un simbiyotik kültürlerinin kullanıldığı fermente süt ürünü olarak tanımlanmıştır. Konsantre fermente süt ürünleri ise, protein oranı fermantasyondan önce veya sonra en az %5.6 oranına yükseltilmiş süzme yoğurt veya torba yoğurdu, kış yoğurdu, labneh, tuzlu yoğurt, kurut gibi fermente süt ürünleri olarak ifade edilmiştir (19).

Türkiye’de torba yoğurdu ya da konsantre yoğurt olarak bilinen süzme yoğurt ilk kez göçebe Türk kavimleri tarafından üretilmiştir (263). Dünya’da ve Avrupa’da farklı isimlerde satışa sunulan konsantre edilmiş fermente süt ürünleri üretildiği gibi, özellikle sıcak iklim koşullarına sahip olan Arap ülkeleri, Hindistan, İsrail, Yunanistan ve İrlanda gibi ülkelerde de önemli miktarda üretilip tüketilmektedir. Konsantre edilmiş süt ürünleri Mısır’da “Leben Zeer”, Lübnan ve bazı Arap ülkelerinde “Labneh” veya “Lebneh”, İsrail’de “Labneh Anbaris”, Hindistan’ da “Chakka” ve “Shirkland”, İrlanda’da “Skyr”, Danimarka ‘ da ‘Ymer’, Armenia’da ‘Tan veya Than’, Irak’da ‘Mastou’ adıyla anılmaktadır (134, 261, 267).

Göçebe hayatından yerleşik düzene kadar değişik evrelerden geçen süzme yoğurt üretimi önce hayvan derisine, daha sonra bez torbalara doldurularak konsantre hale getirilmiş, endüstriyel boyutta ise klasik yolla veya çeşitli seperatörlerle işlenerek tüketime sunulmaktadır (270). Genellikle Orta Anadolu’da kapalı aile ekonomisi içinde veya küçük işletmeler tarafından üretilmektedir (29, 286). Süzme yoğurt üretiminde birkaç teknik uygulanmakla birlikte en yaygın kullanılan teknik klasik yoğurdun bez torbalar içinde süzülmesi esasına dayanan geleneksel üretim metodudur. Geleneksel üretim metoduna alternatif olarak mekanik seperatörler ya da ultrafiltrasyon tekniği kullanılarak arzulanan toplam kuru madde içeriğine sahip süzme yoğurt üretimi de yapılmaktadır (131, 132, 135, 201, 208).

Süzme yoğurt üretiminde temel prensip, yoğurdun serum fazının uzaklaştırılması ve kuru maddesi yüksek bir son ürün elde etmektir. Süzme yoğurt üretiminde en önemli aşama ise süzme işlemidir. Üretilen set yoğurt bu aşamada suyunun büyük bir bölümünü kaybettiğinden kuru madde oranı artmakta ve konsantre hale gelmektedir. Endüstriyel düzeyde yoğurt kitlesinden suyun ayrılmasında mekanik seperatörler, ultrafiltrasyon tekniği kullanılmakla birlikte geleneksel üretim yöntemlerinde ve küçük ölçekli işletmelerde bez torbalar günümüzde hala yaygın bir biçimde kullanılmaktadır. Ancak süzme işlemi sırasında yoğurt kompozisyonunda önemli değişiklikler olmakta ve suda çözünabilir nitelik gösteren serum proteinleri, laktoz ve çoğu mineral maddeler seruma geçmektedir (64, 78,79, 181, 198, 299). Konsantre yoğurt üretiminde inek sütü başta olmak üzere koyun, keçi ve manda sütleri de kullanılmaktadır (172, 198, 267).

Süzme yoğurt, yüksek beslenme değeri ve uzun raf ömrü yanında, duyuşal özellikleri ile de beğenilen ve tercih edilen bir fermente üründür. Süzme yoğurdun duyuşal özellikleri ile üretim metodu arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır. Genel olarak, geleneksel süzme yoğurt krem renkli ve heterojen yapılı bir ürün olarak karakterize edilmektedir (109). Heterojen yapısı nedeni ile süzme yoğurdun sürülebilme yeteneği sınırlıdır. Koyulaştırma öncesi normal yoğurdun kuru maddesi artırılarak (yaklaşık 16g/100g) son ürünün sürülebilme yeteneğinde de artış sağlanabilmektedir (1). Tekstür ve görünüş özellikleri bakımından klasik yoğurdun ultrafiltre edilmesi ile elde edilen süzme yoğurt geleneksel yoğurtlardan daha üstün özellikler göstermektedir. Direkt rekonstitüsyon/rekombinasyon tekniği ya da ultrafiltrasyon ile koyulaştırılan sütlerden üretilen süzme yoğurtlarda yapı kaba ve pütürlü olmakta, serum ayrılması riski ise artmaktadır (198, 201).

Yoğurtların depolanması sırasında, asitliğin gelişmesi ile birlikte proteoliz, lipoliz ve oksidasyon olayları ortaya çıkmakta ve ürünün kendine özgü tat ve aroması bir süre sonra kaybolmaktadır (30). Mikrobiyal, enzimatik ve abiyotik nedenlerden kaynaklanan bu değişimin durdurulabilmesi için ürün içerisindeki suyun bir kısmının süzülerek uzaklaştırılması ve ürün dayanımının artırılması gerekmektedir. Yoğurdun, süzülerek süzme yoğurda dönüştürülmesi bu açıdan önemlidir. Süzme yoğurt üretiminde temel prensip yoğurdun serum fazının uzaklaştırılmasını sağlayarak su içeriğini azaltmak, ürün dayanımını artırmaktır (201). Set tipi yoğurtların bez torbalarda süzülmesiyle elde edilen süzme yoğurdun besin bileşenleri oranı 2-3 kat arttığından normal yoğurttan daha yüksek besin değeriye sahip olup, kalitesini daha iyi muhafaza etmektedir (307).

Süzme yoğurt üretiminde standart bir üretim tekniğinin bulunmayışı, üretimde kullanılan sütün bileşimi, süte uygulanan işlemler, kullanılan kültürler, süzme öncesi yoğurdun asitliği, süzme bezlerinin yapısı, süzme yöntemi, süzme süresi, uygulanan baskı işlemi gibi parametreler elde edilen ürünün özelliklerini etkilemektedir. Üründe belirtilen parametrelere bağlı olarak yoğurttan seruma besin ve mineral madde geçişi olmakta ve süzme işlemi ile birlikte seruma geçen bu bileşenlerle kayıplar meydana gelmektedir. Meydana gelen kayıp miktarları, ürünün besin değeriye etkilediğinden üzerinde durulması gereken önemli bir konudur (29, 135).

Süt endüstrisinde temel kirleticiler, çeşitli şekillerde kanala dökülen süt, peyniraltı suyu, süzme yoğurt üretiminde açığa çıkan yoğurt suyu, yayıkaltı haşlama suyu, tereyağı yıkama suyu, salamura çözeltileri ve temizleme sularıdır. Çevre kirliliği açısından kullanılan su miktarı değil, sudaki atık madde bileşimi ve konsantrasyonu önem kazanmaktadır (278).

Süzme yoğurt üretiminde, yoğurdun yaklaşık %33'ü torbada tutulurken, %67'si serum olarak dışarı atılmaktadır. Yoğurt serumunun, yayıkaltı suyu ve peyniraltı suyu gibi besleyici bir değeri vardır. Ancak süzme yoğurt üretimi sırasında açığa çıkan yoğurt suyu direkt olarak kanalizasyona verilmekte, herhangi bir şekilde ticari olarak değerlendirilememektedir. Yoğurt suyu içerdiği organik ve inorganik maddeler nedeniyle hem çevre kirliliğine hem de besin kayıplarına sebep olmaktadır. Yoğurt suyunu değerlendirmek suretiyle süt ürünlerinin ve diğer gıda maddelerinin üretiminde yardımcı madde olarak kullanılabilir (29, 117, 135, 278).

Süzme yoğurtlar üzerinde yapılan çalışmaların sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Anılan çalışmalarda bazı fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerin saptandığı (26, 27, 60, 61, 132, 231, 236, 246, 248, 251, 274), üretim teknolojisinin irdelendiği (102, 131) ve farklı tür sütlerden üretilen süzme yoğurtların mineral maddelerin tespit edildiği (251) araştırmalar mevcuttur. Konu ile ilgili yapılan çalışmalarda laboratuvar koşullarında üretilen süzme yoğurtlardan arta kalan serumda bazı özellikleri ve besin öğelerindeki kayıpların belirlendiği çalışmalar bulunmakta olup (29, 136, 214, 235), şalgam üretiminde yoğurt suyunun endüstri boyutunda kullanımı (49) ve kirlilik parametrelerinden kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) ile ilgili ise tek bir çalışma mevcuttur (278).

Bu çalışma ile Burdur ilinde farklı süzme yoğurt üretim parametreleri ile üretim yapan iki farklı işletmeden (pastörizasyon sıcaklığı, inkübasyon koşulları, süzülme süresi vs.) süzme yoğurt üretimini takiben süzülme sonrasında elde edilecek yoğurt sularının bileşim değerleri ve yaratacağı kirlilik parametreleri belirlenecektir. Bu yan ürünün gıdalarda kullanılabilir bir ticari ürün haline dönüşüp dönüşmeyeceği konusunda değerlendirmeler yapılacaktır.

Çalışmamızda elde edilen sonuçlara bağlı olarak minimum seviyede kayba olanak veren, üretim sırasında elde edilen tüketilebilir nitelikteki yoğurt suyunun

endüstriyel olarak nasıl değeriendirileceği konusunda Ar-Ge faaliyetlerine öncülük yapabilir nitelikte olması açısından da önem taşımaktadır.



2. GENEL BİLGİLER

2.1 Süzme Yoğurt

Sütün, laktik asit fermantasyonu yolu ile fermente ürünlere dönüştürülerek dayanımının arttırılması çok uzun yıllardır bilinen bir uygulamadır (10, 27, 259, 263).

TS 1330 Yoğurt Standardına göre yoğurdun tanımı “Ekstra veya birinci sınıf inek sütü, koyun sütü, keçi sütü, manda sütü ve pastörize süt’den birinin veya birkaçının karışımının, gerektiğinde süt tozu ilavesiyle, homojenize edilip veya edilmeden *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *S. thermophilus* etkisiyle yoğurt yapım kurallarına uygun olarak, laktik asit fermantasyonuna tabi tutulması sonucu elde edilen ürün” olarak yapılmıştır (18).

FAO/WHO’nun tanımına göre ise yoğurt; “İsteğe bağlı katkıları (süt tozu, yağlı süt tozu, peynir altı suyu tozu, vb.) kullanarak veya kullanmadan, süt ve süt ürünlerinden (pastörize süt veya konsantre süt) *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *S. thermophilus*’un faaliyeti sonucu meydana gelen laktik asit fermantasyonu ile elde edilen koagule olmuş süt ürünüdür” (247).

Gıda Maddeleri Tüzüğüümüzün 56. maddesinde süzme yoğurt ile ilgili şu hususlar yer almıştır: “Torba yoğurdu” veya “Süzme yoğurt” yağlı, yarım yağlı ve yağsız yoğurtların veya ayranların torbada süzülmesi veya başka bir yöntemle suyunun alınması ile elde edilen katı kıvamlı yoğurt türüdür. Süzme yoğurtlarda en çok %70 su bulunur, yağlı olanların 100 gramında en az 5 gr, yarım yağlılarda en az 2.5 gr süt yağı olmalıdır. Bundan daha az yağ ilave edilen yoğurtlar yağsız (yavan) yoğurt olarak satılabilir. Bunlara %2 oranında mutfak tuzu karıştırılabilir. Tablo 2.1’de Gıda Maddeleri Tüzüğü’ ne göre süzme yoğurdun bileşimi verilmiştir (13).

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği’ne göre konsantre fermente süt ürünleri; protein oranı fermantasyondan önce veya sonra en az %5.6 oranına yükseltilmiş süzme yoğurt veya torba yoğurdu, kış yoğurdu, labneh, tuzlu yoğurt, kurut gibi fermente süt ürünleri olarak tanımlanmıştır (19).

Süzme yoğurt üretiminde kurumadde artırımını sırasında temel olarak gerçek çözelti formundaki laktoz, su ve bazı mineral maddeler yoğurttan uzaklaştırılmakta, buna karşın protein ve yağ içeriğinde artış meydana gelmektedir (201). Konsantre yoğurt üretiminde inek sütü başta olmak üzere koyun, keçi ve manda sütleri kullanılmaktadır (172).

Tablo 2.1. Yasal düzenlemelere göre süzme yoğurdun bileşimi.

Bileşim	GMT	Yoğurt Standardı	FSÜ tebliği
Yağ (%)	5 tam yağlı 2.5 yarım yağlı	Ekstra yağlı 3.8 Tam yağlı 3.0 Yarım yağlı 1.5 Yağsız - 0.8-1.6	Tam yağlı yoğurt süt yağı ≥ 3.8 Yarım yağlı yoğurt 2 > süt yağı ≥ 1.5 Yağsız yoğurt süt yağı ≤ 0.5 0.6-1.5
Laktik asit (%)	2.25		
Tuz (%)	1.5 veya tuzsuz	-	-
Küf ve maya (kob/gr)	50	100	100
Patojen bakteri	Bulunmamalı	Bulunmamalı	Bulunmamalı

Kullanılan yöntemin farklılığına, dolayısıyla üretilen ürünün çeşitliliğine bağlı olarak ülkemizde değişik isimlerle konsantre yoğurt üretimi yapılmaktadır. Geleneksel konsantre yoğurt üretiminde en yaygın kullanılan teknik klasik doğal yoğurdun bez torbalar içerisinde süzülmesi esasına dayanmaktadır (30). Türkiye’de bu yoğurtlar; Torba yoğurdu, Süzme yoğurdu, Silivri yoğurdu, Kış yoğurdu, Tulum yoğurdu, Pişmiş yoğurt, Pesküten, Ekşimik, Pestigen, Pestikan v.b. gibi isimlerle üretilmektedir (9, 81, 96, 120, 126, 155, 156, 300). Türkiye’nin çeşitli bölgelerinde değişik isimlerle üretilen bu konsantre yoğurtlar için, tüketici tarafından yaygın olarak “Torba yoğurdu” yada “Süzme yoğurt” ifadesi kullanılmaktadır (303). Süzme yoğurt, günümüzde hem geleneksel hem de teknolojik olarak diğer konsantre yoğurt türleri içinde en fazla tüketilen bir yoğurt çeşididir (196, 267, 286).

Endüstriyel düzeyde yoğurt kitlesinden suyun ayrılmasında mekanik seperatörler ve ultrafiltrasyon tekniği kullanılmaktadır. Geleneksel üretim yöntemlerinde ve küçük ölçekli işletmelerde ise bez torbalar günümüzde yaygın bir biçimde kullanılmaktadır (29).

Süzme yoğurt üretiminde ilk önce hammadde yoğurda işlenip elde edilen yoğurt bez torbalara doldurulup asılmaktadır. Bu yöntemle, yoğurt suyunun önemli bir bölümünün süzülmesi sağlanmaktadır. Süzülme sırasında yoğurdun suda çözünebilir nitelik gösteren serum proteinleri, laktoz, mineral madde ve vitamin miktarı seruma geçerek azalmakta, kuru madde oranı artmakta ve yoğurt daha dayanıklı hale gelmektedir (201, 202). Üstün tekstürel kaliteye ve randımana sahip süzme yoğurt üretimi için süzülme öncesi yoğurdun kuru madde içeriğinin %15.5-16 dolayında olması gerektiği belirtilmektedir (201).

Süzme yoğurt üretimi sırasında bazı suda eriyen vitaminler (tiamin, riboflavin) %50-70 düzeyinde kayba uğramaktadır (235). Bu olumsuzluğa rağmen süzme yoğurdun içerdiği yağ ve protein miktarının yüksek olmasının süzme yoğurdun besin değeri üzerinde olumlu yönde bir etkisi vardır. Bu bakımdan süzme yoğurdun bazı temel amino asitler ile yağ asitleri ve yağda çözünen vitaminler (vitamin A, D, E ve K) bakımından zengin olduğu söylenebilir. Nitekim bu konuda çalışma yapan araştırmacılar süzme yoğurdun besleyicilik değerinin yüksek olduğu ve yağ miktarına bağlı olarak 100 gramının 83-161 kcal enerji verdiğini belirtmişlerdir (81, 201).

Yoğurt bileşenlerinden en fazla oranda mineral maddelerin seruma geçtiği ve bunların insan sağlığı açısından önemli olduğu ifade edilmesine rağmen torba yoğurtta elementlerin cins ve miktarını kapsayan detaylı çalışmaya literatürlerde rastlanmamaktadır. Araştırmacılar seruma geçen bileşenlerden mineral maddelerin %50'den fazla oranla en üst sırada yer aldığını ifade etmektedirler (29). Bazı araştırmacılar yoğurt, torba yoğurt ve labneh'in rutin kimyasal kompozisyonu ve bazı esansiyel element miktarlarını incelemişlerdir (181, 185, 206, 207, 216, 244, 249). Bunun yanı sıra yoğurtlarda bazı mikro elementlerin belirlenmesi konusunda çalışmalar da bulunmaktadır. Ancak bunlarda sütün kaynağı bilinmemektedir (143, 298). Üretim aşamalarında element içeriğinde meydana gelen değişimleri inceleyen detaylı çalışmalardan biri Güler (103) tarafından keçi sütünden üretilen yöresel bir ürün olan tuzlu yoğurtta gerçekleştirilmiştir.

Tamime ve Robinson (262), Orta Asya'da göçebe halkın yaptıkları yoğurdu toprak kap veya hayvan derileri içinde beklettikleri ve bu zaman içinde serumun toprak kap veya deri içinden damlalar halinde uzaklaştığı ve elde edilen ürüne Labneh adı verildiğini bildirmişlerdir. Orta Doğuda Labneh, Yunanistan ve diğer Avrupa ülkelerinde konsantre yoğurt çeşitleri İran, Irak, Lübnan gibi pekçok Orta Doğu ülkelerinde kahvaltıda temel besin olarak tüketilmektedir (Tablo 2.2) (117).

2.2. Süzme Yoğurt ile İlgili Araştırmalar

Tamime ve Robinson (263), Süzme yoğurdu, toplam kuru madde oranı 120-140 g/kg olan yoğurdun, bir kumaş veya hayvan derisinden yapılmış torbalardan süzülerek, elde edilen ürünün toplam kuru madde oranı 230-250 g/kg, yağ oranı 80-100 g/kg ve asitliği 1.8-2.0 g/100g laktik asit oranına ulaşana kadar serumun ayrılmasıyla elde edilen ürün olarak tanımlamışlardır. Yoğurt torbadan çıkarıldıktan

Tablo 2.2. Dünya’da üretilen yoğurt çeşitleri.

Ülke	Ürün Adı
TÜRKİYE	Yoğurt (yoghurt)
İNGİLTERE, USA	Yogurt
BAŞKURT TÜRKLERİ	Yogort, Katık
FRANSA	Youghourt
KIRGIZ	Ayran
TATAR	Katık, Yogurt
UYGUR TÜRKÇESİ	Ketik
BULGARİSTAN	Kiselo, Mleko
AZERBAYCAN	Gatıg
ASURLAR	Lebany
FİNANDİYA	Plimoe, Plimae
IZLANDA	Skyr
İRAN	Mast
RUSYA	Prostokvasha

sonra %1-2 oranında tuz ile karıştırılıp, daha sonra paketlenerek soğukta (4°C) depolanmaktadır.

Salji ve ark. (227), Labneh kurumaddesinin %18.2-22.4, yağın %4.6-8.0, proteinin %7.20-11.5, laktozun %1.8-3.5, külün %0.8-1.14 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Rao ve ark. (216), geleneksel metot kullanarak inek sütünden ürettikleri labnenin potasyum (K)’un 550 mg/L, kalsiyumun (Ca)’un 1100 mg/L ve fosforun (P)’un 2860 mg/L olduğunu bildirmişlerdir.

Musaigera ve ark. (180), Bahreyn’ de tüketilen fermente süt ürünlerinin bileşimi üzerine yaptıkları araştırmalarında Labenah olarak isimlendirilen üründe kuru madde %15.2-26.4, protein %6.9-8.0, yağ %6.2-8.0, kül %0.9-1.3, karbonhidratlar %4.4-7.4, enerji değeri 101-134 kcal, asitlik %0.6-1.7 LA, pH 4.0-4.3 arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Aynı araştırmada, bu üründe mineral maddelerden sodyum (Na) 120-213 mg/L, potasyum (K) 106-124 mg/L, demir (Fe) 0.2 mg/L, bakır (Cu) 0.01-0.1 mg/L, mangan (Mn) 0.02 mg/L, çinko (Zn) 0.5-0.7 mg/L, magnezyum (Mg) 14.8-17.5 mg/L, kalsiyum (Ca) 128-169 mg/L, fosfor (P) 125-147 mg/L ortalama olarak hesaplanmıştır. Araştırmacılar Labneh’de Ca, K, Fe

ve Cu elementlerini tam yağlı yoğurda kıyasla daha düşük belirlemişlerdir. Buna karşın P, Mg ve Na elementleri ise labneh'de daha yüksek tespit edilmiştir.

Özer ve Robinson (199), farklı tekniklerde konsantre yoğurt (labne) üretimini üzerine yaptıkları çalışmalarında geleneksel yöntemle üretimde kuru madde %23.3, protein %7.45, yağ %9.18, laktoz %5.66, asitlik %1.7 LA; normal yoğurdun ultrafiltrasyon (UF) ile konsantrasyonu ile üretilen labneh'de kuru madde %22.6, protein %7.51, laktoz %6.45, yağ %8.45, asitlik %1.7 LA; normal yoğurdun ters osmoz ile konsantrasyonu ile üretilen labneh'de kuru madde %20.2, protein %6.38, yağ %5.60, laktoz %7.24, asitlik %1.7 LA; sütün UF yoluyla konsantrasyonu ile üretilen labneh'de kuru madde %22.4 protein %7.75, yağ %7.70, laktoz %5.91, asitlik %2.0 LA olarak tespit etmişlerdir.

Eralp (81), Ankara yöresinde 100 adet süzme yoğurt örneklerinde gerçekleştirdiği çalışmada, örneklerin kuru maddesini %18.60, proteini %13.0, yağ miktarını %2.21, mineral madde miktarını %1.1, °SH cinsinden asitliği ise 123 olarak bildirmiştir.

Veinoglou ve ark. (293), ilk kez UF tekniği ile konsantre yoğurt üretimini üzerinde yaptıkları çalışmalarında süt ultrafiltrasyon yoluyla farklı oranlara (%6.5-9.5 protein, %7.5-13.5 yağ) konsantre edilmiş ve elde edilen ürünün tüm kimyasal ve organoleptik özellikler yönünden geleneksel yoğurda benzerlik gösterdiğini saptamışlardır. Üründe kurumadde %22.17, yağ %10.70, protein %8.24 ve kül %1.73 olarak belirlenmiştir.

Töral ve ark. (280), Denizli yöresinde satılan 90 torba yoğurdu üzerinde yaptıkları çalışmalarında, yoğurtların kuru madde %12.95-42.91, yağ %0.22-14.90, protein %7.71-22.42, kül %0.30-2.07, titrasyon asitliğini laktik asit cinsinden %0.10-0.42 ve kalsiyumun %0.076-0.56 değerleri arasında tespit etmişlerdir.

Ercoskun (83), Erzurum ilinden topladıkları 13 adet torba yoğurt örneğinin kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerini incelemişlerdir. Süzme yoğurtların kuru madde: %32.36, su: %67.64; kuru maddede yağ: %7.58, protein: %19.02, laktoz: %4.79, kül: %0.975 ve asitlik değerini %2.44 olarak belirlemişlerdir.

Atamer ve ark. (27), değişik firmaların Ankara'da tüketime sundukları 20 adet torba yoğurdunu deneme materyali olarak kullandıkları çalışmalarında, torba yoğurtlarında 19.41 ± 3.12 kuru madde, 2.54 ± 1.41 yağ, 12.01 ± 2.44 protein,

4.18 ± 0.91 laktoz, 0.673 ± 0.05 mineral madde , 2.26 ± 0.05 titrasyon asitliği ve 3.52 ± 0.13 pH olarak tespit etmişlerdir.

Hofi (116), UF tekniği ile konsantre yoğurt tipi çalışmalarında elde ettiği konsantre yoğurtta kuru maddenin %26.60, yağın %9.80, proteinin %11.0, laktozun %3.96 ve külün %1.52 olarak tespit etmiştir. Araştırma sonucunda UF metodunun yüksek randıman ve geleneksel metottan %25 daha kısa bir üretim süreci sağladığını bildirmiştir.

Atamer ve ark. (30) set ve torba yoğurtların depolama sürecindeki tat-aroma değişimi, asitlik gelişimi, lipoliz, oksidasyon ve proteolizin etkisini inceledikleri çalışmalarında, torba yoğurtlarının 45. gününde tat-aroma bozukluğunun oluştuğunu ve titrasyon asitliğinin %2.559 olduğunu tespit etmişlerdir.

Uysal (286), klasik torba yoğurdu, vakum torba yoğurdu ve ultrafiltre torba yoğurtlarında, toplam bakteri sayılarını sırasıyla 7.31 log kob/g, 7.05 log kob/g, 5.64 log kob/g, maya-küf sayılarını 2.44 log kob/g, 2.39 log kob/g, 1.94 log kob/g olarak belirlemiştir. Torba yoğurdu örneklerinin hiçbirinde koliform bakteriye rastlanmadığını belirtmiştir.

Akın (6), ultrafiltrasyon ve vakum filtrasyon metotları kullanılarak süzme yoğurt üretimi gerçekleştirmiştir. UF yöntemiyle yoğurtta kuru madde %26.03, protein %8.64, yağ %11.70, laktoz %4.53, ve kül ise %1.16 olarak belirlemiştir. Yoğurtların mineral maddelerinden Na 484.22 mg/L, K 1454.49 mg/L, Mg 153.29 mg/L, Ca 2370.01 mg/L, P 2828.89 mg/L, ve S 473.40 mg/L olarak saptamıştır.

Uğur (284), İzmir'in çeşitli semtlerinde çeşitli zamanlarda kurulan halk pazarlarından temin ettikleri 7 adet torba yoğurt örneklerinde yapmış olduğu çalışmada, örneklerin kimyasal analizi sonucu ortalama olarak kuru madde %21.39, yağ %7.59, asitlik 121.78 °SH, laktoz %0.61, pH değerlerini 3.77, tuz içeriğini %0.16, ve kül miktarını ise %1.1 olarak belirlemiştir.

ağlar ve ark. (60), Erzurum'da 13 adet süzme yoğurt örneğini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda yoğurtlarda kurumadde %22.88-43.11, su %56.89-77.12, yağ %5.80-9.20, protein %12.51-26.20, laktoz %3.15-6.30, kül %0.69-1.41 ve asitlik ise laktik asit cinsinden %1.70-3.07 olarak saptamışlardır.

Nergiz ve Seçkin (181), Torba yoğurt üretimi sırasında yoğurdun kimyasal özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, en fazla madde kaybının laktozda olduğu ve

bunu Na, K, Ca ve P elementlerinin izlediğini belirtmişlerdir. Süzme yoğurt üretiminde kullandıkları inkübasyon sonu yoğurtlarda mineral maddelerden Ca' u 163 mg/100g, P' u 155 mg/100g, Na' u 56.1 mg/100g, K' u 143 mg/100g olarak tespit etmişlerdir.

Ocak ve Akyüz (185), Van ve çevresindeki torba yoğurtlar üzerinde yapılan çalışmada ise kuru madde %13-23.30, yağ %4.2- 11.0, protein %5.09-9.64, kül %0.701- 1.177, titrasyon asitliği %1.43- 2.64 (L.A) olarak saptamışlardır.

Kırdar ve Gün (132), Burdur piyasasından temin ettikleri 40 adet süzme yoğurdun toplam kuru madde, yağ, protein, laktoz, mineral madde içeriklerini sırasıyla %12.93-26.96, %0.40-9.20, %6.96-15.85, %1.11-8.96, %0.22-0.97 ve titrasyon asitliğini (% laktik asit) ise %1.50-2.61 arasında değiştiğini, toplam bakteri 2×10^2 - 2.4×10^7 adet/g, maya-küf 1.5×10^2 - 1.1×10^2 adet/g, koliform grup bakteri 0-1250 adet/g olarak belirlediklerini, örneklerin sadece 4'ünde *E. coli* saptandığını belirtmişlerdir.

Özer (200), farklı yöntemlerle (UF, terz ozmoz ve direkt rekonstitüsyon) ürettikleri konsantre yoğurtlarda; ultrafiltrasyon yöntemiyle üretilen konsantre yoğurtta kuru madde %22.24, protein %9.00, laktoz %4.26, yağ %8.20, kül %0.78; HF yöntemiyle üretilen konsantre yoğurtta kuru madde %23.22, protein %6.82, laktoz %9.07, yağ %6.25, kül %1.08; direk rekonstitüsyon yöntemiyle üretilen konsantre yoğurtta ise kuru madde %22.50, protein %6.38, laktoz %8.72, yağ %6.10, kül %1.30 olarak tespit etmiştir.

Kırdar ve Gün (134), Burdur'da 4 farklı işletmede kış ve yaz aylarında süzme yoğurt üretim teknolojisi üzerine yaptıkları araştırma sonucunda süzme yoğurt üretiminde kullanılan inkübasyon sonu yoğurtlarda pH 3.27-3.86, SH 41.60-53.77, asitliği %0.86-1.21 LA, toplam kuru maddeyi %10.87-13.32, yağı %3.0- 4.7, proteini %2.5-5.8, laktozu %1.89-5.72, mineral maddeyi %0.35- 1.12 arasında tespit etmişlerdir. Araştırma sonucunda tüketime sunulan süzme yoğurtlarda ise pH 3.44, SH 68-87, asitlik %1.43-1.95 LA, toplam kurumadde %19.08-26.96, yağ %6.0-10.4, protein %4.46-9.22, laktoz %3.68-8.65, mineral madde %0.56-0.82 olarak saptamışlardır.

Şahan ve Kaçar (249), süzme yoğurt üretimi sırasında seruma geçen besin öğelerini inceledikleri çalışmalarında, süzme yoğurtların pH'nın ortalama 3.81, asitliğin %1.18 LA, kuru maddenin %13.08, yağın %3.80, proteinin %4.10, laktozun %4.39, külün %0.78 olduğunu belirtmişlerdir. Süzme işlemi sonucunda yoğurttan

seruma ortalama %20.52 kuru madde, %15.63 protein, %37.62 laktoz, %47.64 kül geçişi olduğu ve yağın hiç geçmediği bildirilmiştir. Seruma yağ geçişi olmaması yoğurttaki yağ globüllerinin pıhtı yapısı içinde yer alması ve torbada tutulmasıyla açıklanmıştır. Aynı araştırmada süzme yoğurt üretiminde kullanılan yoğurtlarda mineral maddelerden Ca 141.64 mg/100g, P 72.35 mg/100g, K 256.93 mg/100g, Mg 86.71 mg/100g, Fe 1.04 mg/100g, Cu 0.36 mg/100g, Zn 0.75 mg/100g, Na 68.57 mg/100g olarak hesaplanmıştır. Süzme işlemi sonucunda yoğurttan seruma ortalama %48.23 Ca, %48.80 P, %59.60 Na, %52.88 K, %55.98 Mg, %67.25 Fe, %67.25 Cu, %62.69 Zn geçişi olduğunu belirtmiştir. Mineral maddelerden Ca ve P dışındakilerin çoğunun seruma geçtiği ve süzme işleminin önemli oranda mineral kaybına yol açtığı sonucuna varmışlardır.

Uysal ve ark. (287), süzme yoğurtlarda ortalama pH' nın 3.90, asitliğin 98 °SH, kurumaddenin %19.96, proteinin %7.65, yağın %3.90, laktozun %7.36, külün %1.03 olduğunu belirlemişlerdir.

Yazıcı ve Akgün (305) protein esaslı yağ ikame maddeleri olan Dairy-LoTM ve Simplese'nin konsantre yoğurdun; fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri üzerine etkisini araştırmıştır. %0,5 ve %2 yağlı süttten elde edilen ve ayrı ayrı %0.0, %0.25 ve %0.75 oranında Dairy-LoTM ve Simplese ilave edilen konsantre yoğurdun 14 günlük depolama süresince fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri analiz edilmiştir. Tüm örneklerin pH, titrasyon asitliği, toplam kurumadde, protein, yağ, viskozite, sertlik, Hunter L, a ve b değerleri, aroma, yapı, görünüş ve renk analizleri yapılmıştır. Araştırmada düşük yağ içerikli örneklerin yüksek yağ içerikli örneklere göre daha yüksek titrasyon asitliği, viskozite ve L, a ve b değerleri gösterdiği tespit edilmiştir. Dairy-LoTM ilaveli örneklerin titrasyon asitliği, yağ, viskozite a- değeri, aroma, görünüş ve renk değerleri Simplese katkılı örneklere göre daha yüksek bulunmuştur. Araştırma sonucunda, yağ ikame maddesi çeşidinin, miktarının ve depolama süresinin konsantre yoğurdun fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri üzerine önemli etkisi olduğunu saptamışlardır.

şahan ve ark. (250), farklı asitlikteki yoğurdun süzme yoğurt üretiminde kullanılması üzerine bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. İnkübasyona son verilen pH değeri düşükçe süzme yoğurtların asitlik değerindeki artışın önemli olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmaları sonucunda süzme yoğurtlarda ortalama pH 3.76,

titrasyon asitliği %0.95 LA, kurumaddeyi %17.24, yağı %5.08, proteini %8.02, laktozu %3.23 ve kül değerini de %0.76 olarak bildirmişlerdir.

Kira ve Maihara (143), örnek hazırlamada yaş yakma ve kuru yakma yöntemlerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada yoğurtta Ca, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, P ve Zn elementlerini belirledikleri çalışmalarında, elementlerin konsantrasyonu açısından her iki yöntem arasında önemli bir fark olmadığını belirtmişlerdir. Anılan çalışmada en fazla bulunan elementler K 1396 ppm, Ca 934 ppm, P 700 ppm, Na 346 ppm ve Mg 83.4 ppm olmuştur. Mikro elementlerden de Zn 3.29 ppm, Fe 1.97 ppm, Mn 0.30 ppm, Cu 0.07 ppm ve Cr 0.04 ppm olarak ICP tekniği ile tespit edilmiştir.

Isparta ve Burdur illerinden toplanan 22 adet süzme yoğurt örneğinin protein profillerinin kimyasal özelliklerle ilişkisinin incelendiği çalışmada ise, örneklere ait kurumadde %17.84-27.72, yağ %2.00-7.45, tuz %0.01-1.46, kül %0.51-1.90, toplam azot %1.20-4.95, kurumadde de yağ %7.46-37.51 ve kurumadde de tuz miktarları %0.03-6.78 arasında, titrasyon asitliği %0.78-2.00, pH 3.65-4.22 ve asit değeri 2.74-9.07 mg KOH/g yağ olarak bildirmişlerdir. Sodyum dodesil sülfat poliakrilamid jel elektroforezi (SDS-PAGE) ile süzme yoğurt örneklerinin protein bantlarını görüntülemiş, α -kazein, β -kazeinler ile γ -kazein ve peptitlerin oranları densitometre yardımı ile tespit etmişlerdir. Bu kazeinlerin ortalama miktarları sırası ile %24.08, %23.74 ve %52.17 olarak bulunmuştur. Kazein oranları ile toplam azot, renk değerleri (L^* , b^*) ve asit değerleri arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemli olduğunu belirtmişlerdir (257).

Ersöz (87), yaptığı çalışmada üzüm çekirdeği, nar çekirdeği gibi değişik kaynaklardan elde edilen fenolik bileşenlerin ilavesinin torba yoğurtların özellikleri üzerine etkilerini araştırmıştır. Üretilen yoğurtların depolamanın 1. 7. ve 14. günlerinde kurumadde, yağ, protein, laktoz, asitlik, pH, proteoliz ve peroksit sayısı gibi kimyasal özellikleri ve laktobasil, laktokok, proteolitik ve lipolitik bakteri sayısı gibi mikrobiyolojik özellikleri belirlenmiştir. İlave edilen farklı kaynaklı fenolik bileşenlerin depolama süresince torba yoğurtların; kurumadde, yağ, laktoz değerleri ve mikrobiyolojik sonuçlarında farklılığa sebep olmadığı, asitlik yönünden örneklerde paralel sonuçların elde edildiği, pH seviyesinde en fazla düşüş ve titrasyon asitliğindeki en yüksek artışın fenolik bileşen ilavesiz kontrol grubu örneklerinde olduğu tespit edilmiştir.

Şişman (258) yaptığı çalışmada, ayrı ayrı kekik, tarçın, pul biber, zencefil, nane, sarımsak ve salatalık ilave edilerek hazırlanmış sürülebilir süzme yoğurtların duyuşal, fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemiştir. Araştırmacı sarımsak ve tarçın ilavesinin örneklerin raf ömrünü uzattığını, tarçın ilave edilen yoğurtların depolamanın 4. haftasında bile yenilebilir düzeyde olduğunu ortaya koymuştur. Yeni ürünler içerisinde zencefil ilave edilen yoğurtların en kısa raf ömrüne sahip olduğu, zencefilin tadı nedeniyle tek başına zor tüketilmesine rağmen, zencefil ilaveli süzme yoğurdun en çok beğenilen yoğurt olduğunu bildirmiştir.

Baladura (38), %1, 2 ve 3 oranlarında elma lifi, buğday lifi ve bambu lifi katkı olmak üzere 9 farklı süzme yoğurt örneğinin kimyasal, fiziksel ve duyuşal özelliklerini incelediği çalışmasında, depolamanın sadece 1. gününde kurumadde, yağ, kül, kolesterol ve randıman analizleri yapılmış, süzme yoğurtlarda randımanın %29.07-41.90 arasında değiştiği belirlenmiştir. Araştırmacı bambu ve buğday lifinin tüketim için uygun olduğunu ve süzme yoğurt üretiminde kullanılabileceğini duyuşal analiz sonuçları ile desteklediğini ifade etmiştir.

Depolama boyunca set ve süzme keçi yoğurtlarının kalite özelliklerinin incelendiği bir çalışmada ise, keçi sütünden üretilen yoğurtlar 45 gün boyunca depolanmıştır. Set ve süzme yoğurtların titrasyon asitliğini sırasıyla, 56.04 ve 108.91 °SH olarak belirlenmiştir. Süzme yoğurtların laktik asit ve tirozin değerleri sırasıyla 1.38 mg/100 mg ve 0.22 mg/g olarak saptanmıştır. Bu değerlerin depolama süresince önemli ölçüde değişmediği belirlenmiştir. Süzme yoğurtların asetaldehit, aseton ve bütanon-2 içeriği 1. gün analizlerinde sırasıyla 8.36, 3.01 ve 1.69 mg/kg olarak bulunurken, diasetil eser miktarda tespit edilmiştir. Set yoğurdun ise serbest yağ asitleri (SYA)'nin toplam miktarı 263.45 mg/kg iken, süzme yoğurtta SYA'nın toplam miktarı 468.60 mg/kg olarak bulunmuştur. Süzme yoğurtlarda orta-uzun zincirli serbest yağ asitlerinin toplam miktarı 293.16 mg/kg olarak belirlenirken, kısa zincirli yağ asitleri 96.22 mg/kg, doymamış serbest yağ asitleri ise 79.22 mg/kg olarak belirlenmiştir. Her iki yoğurtta da baskın serbest yağ asitlerinin bütirik, kaprik, miristik, palmitik, stearik ve oleik asitler olduğu bulunmuştur. Depolamanın ilk 15 gününde süzme yoğurtlardaki serbest yağ asitleri miktarında düşüş gözlenirken, bu dönemden sonra SYA seviyesinin sabit kaldığı tespit edilmiştir (254).

Afyon, Aydın, Burdur, Isparta ve Muğla illerinde mandıralarda veya evlerde küçük ölçekli işletmelerde üretilen ve halk pazarlarında satışa sunulan 32 adet süzme yoğurtlarda yapılan fizikokimyasal analizler sonucunda, ortalama pH değeri 3.79, ortalama laktik asit miktarı ise %1.86 olarak tespit edilmiştir. Yoğurtların ortalama kurumadde, yağ, kurumadde de yağ ve protein miktarı sırasıyla %22.65, %8.90, %38.73 ve %6.93 olarak belirlenmiştir. Örneklerde tuz ve kül miktarı ortalama %0.96 ve 0.81 olarak tespit edilmiştir. Örneklerde biyojen aminlerden kadaverin, putresin, tiramin ve β -feniletilamin tespit edilmemiştir. Süzme yoğurt örneklerinin hepsinde belirlenen tek biyojen amin triptamin'dir. Triptamin içeriği Burdur ilindeki yoğurtta 1.30 ppm ile en düşük seviyede iken, Isparta ilinde ise 11.20 ppm ile en yüksek oranda bulunmuştur. Örneklerdeki ortalama triptamin miktarı ise 4.43 ppm olarak tespit edilmiştir (247).

Yoğurtta tat-aromadan temel olarak starter kültürler sorumludur. Bu kültürlerin metabolitik aktiviteleri sonucu proteinlerin proteolizi, yağların hidrolizasyonu ve laktozun transformasyonu ile tat ve koku bileşenleri oluşmaktadır. Yoğurtta tat-aromayı oluşturan bileşenler; karbonil bileşenleri (asetaldehit, aseton, asetoin, diasetil), uçucu asitler (formik, asetik, propiyonik, bütirik), uçucu olmayan asitler (laktik, pirüvik, oksalik, süksinik) ile protein, yağ ve laktozun ısı etkisi ile parçalanması ile oluşan (methionin, valin, keto ve hidroksi asitler, furfural ve furfural alkol) ve aromaya belirli ölçüde katkıda bulunan bileşenlerdir (269). Yoğurdun temel tat ve aromasından başlıca karbonil bileşenleri (asetaldehit, etanol, aseton, diasetil ve asetoin) sorumlu olmaktadır (145, 190, 217, 290). Serbest yağ asitleri ise aromayı destekleyici etkiye sahiptirler (269). Organik asitler hem bakteri gelişimini ve aktivitesi hakkında hem de doğal koruyucular oldukları için yoğurdun duyuşal karakteristiğinde önemli rol oynamaktadırlar (90). Ayrıca aroma bileşenlerinin oluşumu ve starter kültürün gelişimi için de serbest amino asitlerin etkili olduğu belirtilmektedir (187, 192).

Özellikle tereyağı ve yayıkaltı gibi ürünlerin karakteristik aroma bileşeni olan diasetil yoğurdun aromasında sınırlı bir etkiye sahiptir (260). Yoğurt aromasının oluşumunda diasetilin rolü üzerine farklı görüşler mevcuttur. Bazı araştırmacılar, diasetilin yoğurtta yalnızca asetaldehit içeriği düşük olduğunda baskın bir aroma oluşturduğunu belirtirken (122, 217), bazıları ise aroma oluşumunda önemli rol

oynadığını bildirmektedirler (43). Yoğurтта *S. thermophilus* diasetil oluşumunda en önemli rolü oynamakta ve suşlar arasında bu maddenin üretimi bakımından önemli farklılıklar bulunmaktadır (166, 253). Bazı *S. thermophilus* suşlarının yüksek oranlarda 2.3-bütandion ve 2.3-pentandion üretebildikleri bildirilmektedir. Glukoz katabolizmasının bir ürünü olan diasetil yoğurt fermentasyonu esnasında starter kültürler tarafından 2-asetolaktattan üretilir (192).

Pirüvat metabolizmasının bir ürünü olan asetoin yoğurтта önemli aroma bileşiklerinden birisidir (192). Sitratların transformasyonu, yoğurтта diasetil ve asetoin oluşumunun başlıca kaynağı olarak kabul edilmektedir. Belirli şartlar altında laktozun parçalanması da bu bileşiklerin önemli bir kaynağını oluşturabilmektedir (296).

Ketonlar, süt ve süt ürünlerinde mikroorganizmaların serbest yağ asitleri katabolizmasının bir sonucu olarak ortaya çıkarlar. Meydana gelen ketonlar çoğunlukla tek karbon sayılı metil ketonlardır. Metil ketonların (2-keton) oluşumu yağların lipolizi ve β -ketoasitlere oksidasyonu ve daha sonra dekarboksilasyon ile ketonlara dönüşümü şeklindedir (122, 128, 171, 215). Ketonlar ayrıca ısıl işlem görmüş sütte de oluşmaktadır (122, 161). Bu çalışmada da 2.3-pentandion, 2-heptanon, 2-nonanon ve 2-undekanon gibi sırasıyla 5, 7, 9 ve 11 karbonlu ketonlar tespit edilmiştir. Bu bileşiklerden 2.3-pentandionun yoğurt aromasının oluşumunda etkili bir diketon olduğu ve izolösin metabolizmasının bir ara ürünü olan α -aseto- α -hidroksibütirattan oluşmuş olabileceği bildirilmektedir (93, 190).

Hekzanal ürüne meyvemsi bir aroma vermektedir (224). Doymamış yağ asitlerinin ışık veya ağır metaller tarafından katalize edilen β -oksidasyon reaksiyonu veya serbest amino asitlerin Strecker parçalanması sonucu ortaya çıkan aldehitler doğal olarak taze sütte ve süt ürünlerinde bulunabilmektedirler (149, 171).

Cheng (54) hekzanal ve pentanal gibi aroma bileşiklerinin linoleik ve linolenik asit gibi doymamış yağ asitlerinin degradasyonu sonucu oluştuklarını bildirmiştir. Ayrıca fermente ürünlerde fermente olmayan ürünlere göre hekzanal miktarının daha az olduğunu, bunun ise hekzanalın asit dehidrogenaz enzimiyle hekzanoik asite dönüşmesi nedeniyle olabileceğini ifade etmiştir. Hekzanal yoğurтта (75, 90, 122, 161, 190, 222, 223, 224) ve bazı peynirlerde (56, 93, 149, 171) belirlenmiştir.

Esterler, serbest yağ asitleri ile primer alkollerin birleşmesiyle meme bezlerinde sentezlenen veya mikroorganizma faaliyeti sonucu oluşan bileşiklerdir

(103, 279). Gıda aroması açısından önemli olan bu bileşikler gıdaya meyvemsi aroma vermekte ve nispi miktarları ürünün muhafaza şartlarına bağlı olarak değişmektedir (128, 149, 279).

Yoğurtta asetik asit, yoğurt bakterilerinin laktoz, sitrik asit, laktik asit veya aminoasit katabolizması sonucu oluşabilmektedir (122, 171). Önceki çalışmalarda da yoğurtta asetik asit tespit edilmiş ve yoğurt aromasındaki öneminden bahsedilmiştir (2, 43, 56, 103, 122, 234, 291).

Concurso ve ark. (56) limonen ve pinen gibi özellikle turuncgillerde bulunan monoterpenlerin hayvanın yediği otlardan kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Limonen sade ve farklı özellikteki yoğurtlar ile bazı peynirlerde de belirlenmiştir (122, 123, 149, 243).

Erkaya (84), yoğurt örneklerinde uçucu bileşiklerden asetonitril; alkol olarak etanol; ketonlardan 2,3-pentandion, 2-heptanon, 2-nonanon ve 2-undekanon; terpenlerden limonen, p-ksilen, o-ksilen, α -pinen ve p-simen; uçucu yağ asidi olarak asetik, bütanoik (bütirik), hekzanoik (kaproik), oktanoik (kaprilik), benzoik ve dekanoik (kaprik) asit; aromatik ve alifatik hidrokarbon olarak toluen, etil benzen, stiren, 1-etil-3-metil benzen, 1,3,5 trimetil benzen, heptan, oktan, nonan, dekan ve undekan; aldehit olarak hekzanal; sülfürlü bileşik olarak ise dimetil sülfon belirlemiştir.

Güler ve ark. (104), farklı tip aromatik yoğurt kültürleri (CH1, YC350, YF-3331) kullanarak inek sütünden ürettikleri set tipi yoğurtlarda depolamanın 1. 7. 14. ve 21. günlerinde STB/GK kullanarak uçucu bileşenlerini belirlemişlerdir. Yoğurt örneklerinde depolama esnasında asetaldehit, asetoin, aseton, etanol, 2-furanmetanol ve etil fitalat tüm yoğurt örneklerinde belirlenmiş fakat diasetil ve 2-butanon belirlenememiştir. Tüm örneklerde asetaldehit içeriğinin depolamanın 1. gününde maksimum seviyeye ulaştığı daha sonra ise depolamanın ilerleyen günlerinde düştüğü gözlemlenmiştir. Asetaldehit miktarındaki azalmaya bağlı olarak etanol miktarında artma tespit edilmiştir. Etanol bileşeni açısından en yüksek içeriğe sahip olan örneğin YC-350 kültürü kullanılarak üretilen yoğurt olduğu belirlenmiştir. 2-furanmetanol bileşeni depolamanın 1. ve 7. tespit edilmiş fakat 7. günden sonra belirlenememiştir. Ortalama değerler açısından en yüksek asetaldehit (57.75 mg/kg), etanol (28.5 mg/kg), 2-furanmetanol (3.2 mg/kg), etil fitalat (4.88 mg/kg) CH1 kültürü kullanılarak üretilen

8 yoğurtta, aseton (6.79 mg/kg) ve asetoin (6.13 mg/kg) ise YF-3331 kültürü kullanılan yoğurtta belirlenmiştir. CH1 kültürü ile üretilen yoğurt örneklerinde yoğurdun karakteristik aroma için önemli olan asetaldehit/ aseton, asetaldehit/etanol oran değerleri yüksek oranda bulunmuş olup, onu YF-3331 ve YC-350 ile üretilen örneklerin izlediği bildirilmiştir.

Güler ve Park (105), piyasadan temin ettikleri set tipi Türk yoğurtlarının fizikokimyasal özellikleri, serbest yağ asiti ve uçucu bileşenleri üzerine yaptıkları çalışmada, markalar arasında istatistiksel olarak önemli varyasyon gösteren asetaldehit (50.74 mg/kg) tüm yoğurt örneklerinde tespit edilmiş olup, aroma üzerinde en baskın uçucu bileşendir. Asetaldehiti sırasıyla, aseton, asetoin, diasetil ve etanol izlemiştir. Diasetil titrasyon asitliği, asetaldehit ve etanoik (asetik) asitle, aseton ise bütanoik ve hekzanoik gibi doymuş yağ asitleriyle; 2-nonanon, 2-undekanon, 2-tridekanon ve 2-pentadekanon miktarları etil asetat ile negatif korelasyonlar göstermiştir. Başlıca etanoik (asetik) asit olmak üzere hekzanoik, oktanoik ve bütanoik asit yoğurtlarda en çok tespit edilen yağ asitleri olarak belirtilmiştir.

Erkaya ve Şengül (85), farklı tür sütleri kullanarak ürettikleri yoğurtların 4°C'de 28 günlük depolama süreci boyunca uçucu bileşen içeriklerini inceledikleri çalışmalarında, toplam 34 uçucu bileşen belirlenmiş olup, bu bileşenlerin asetaldehit, diasetil ve asetoin olduğu tespit edilmiştir. Asetaldehit depolama sonunda ve diasetil miktarı da 7. günde maksimum seviyelere ulaşmıştır. Ancak diasetil 7. günden sonra depolama boyunca azalmıştır. İnek sütünden elde edilen yoğurdun asetoin ve bütirik asit içeriği bakımından en yüksek değere sahip olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak farklı süt türlerinin ve depolama sürecinin yoğurdun uçucu bileşenleri üzerine etkili olduğu belirtilmiştir.

Fernandez-Garcia ve McGregor (90), fermantasyon ve soğukda (4°C) depolama esnasında yoğurtta organik asit değişimlerini araştırmışlardır. Araştırmacılar 10 organik asidi (orotik asit, sitrik asit, pirüvik asit, laktik asit, ürik asit, formik asit, asetik asit, propiyonik asit, bütirik asit, hippürik asit) izokratik akış ile yüksek performanslı sıvı kromatografisinde analizinin gerçekleştirilip gerçekleştirilemeyeceğini çalışmışlardır. Sonuçta 10 organik asitten formik ve bütirik asit örneklerde tespit edilememiştir. Laktik asit, propiyonik asit ve asetik asit inkübasyonun 2. saatinden itibaren artma göstermiş ve bu artma depolama süresince

devam etmiştir. Buna karşın orotik ve hippürik asit miktarları depolama sırasında azalmıştır. İnkübasyonun ilk birkaç saati sonunda hippürik asit çok düşük miktarlara inmiş, pirüvik asit ise 6. saate kadar artma gösterip daha sonrasında ve depolama süresince azalma eğilimi sergilemiştir. Sitrik asit miktarı inkübasyon ve depolama boyunca değişmezken, ürik asit miktarında inkübasyon sonunda azaldığı gözlemlenmiştir.

Akalın ve ark. (5) inek sütünden yoğurt üretimi esnasında inkübasyonun 1. 2. 3. saatinde ve 4°C’de depolamanın 1. 7. ve 14. günlerinde toplam 9 organik asit (formik asit, pirüvik asit, laktik asit, asetik asit, orotik asit, sitrik asit, ürik asit, propiyonik asit, bütirik asit) tespit edilmiştir. Bu organik asitlerden formik asit, asetik asit, propiyonik asit ve bütirik asit süt örneklerinde tespit edilmemiştir. İnkübasyon ve depolama süreci boyunca laktik asit ve propiyonik asit miktarı artmış, orotik asit miktarı azalmıştır. Pirüvik asit inkübasyonun 3. saatinde en yüksek seviyeye ulaşmış ve depolama ile azalma eğilimi göstermiştir. İnkübasyon sırasında azalan ürik ve sitrik asit miktarında depolama sırasında önemli bir değişim gözlenmemiştir.

Adhikari ve ark. (2), set tipi ve homojenize yoğurtların üretim ve 4°C’de 30 günlük depolama sürecinde organik asit profillerini incelemiştir. Sonuç olarak laktik asidin depolama süresince arttığı, pirüvik asidin 7. güne kadar düşüp daha sonra yükseldiği, propiyonik, bütirik, ürik asidin değişmediği belirtilmiştir. Bütirik asit, propiyonik asit, asetik asit fermente olmamış örnekte belirlenmemiş, asetik asit depolanan örneklerden daha yüksek miktarda tespit edilmiştir. Ürik asidin fermantasyon esnasında 2-3 kat arttığı belirtilmiştir.

Beshkova ve ark. (43), yoğurt starter kültürlerinin ürettikleri karbonil uçucu bileşenlerin ve serbest uçucu yağ asitlerinin yoğurdun 6°C’de depolanma sürecindeki durumları üzerine çalışmışlardır. Çalışmada saf *L. bulgaricus* ve *S. thermophilus* suşları ve anılan kültürlerin iki farklı karışımı kullanılmıştır. Yoğurt kültürlerinin inkübasyon süresi ve soğuk depolamanın ilk 7 saatine kadar karbonil bileşenlerinin sentezinde maksimum aktivite gösterdiği belirlenmiştir. Ancak maksimum bileşen seviyeleri başlıca uçucu karbonil bileşeni asetaldehit (1 415-1 734.2 µg/100g) olmak üzere depolamanın 22-31.saatleri arasında belirlenmiştir. Diasetil (165.2-202 µg/100g), asetoin (170-221 µg/100g), aseton (66-75.5 µg/100g), etanol (58 µg/100g) ve 2-butanon (3.6-3.8 µg/100g) olarak belirlenmiştir. Yoğurt

örneklerinde doymuş uçucu yağ asitlerinden asetik, propiyonik, bütirik, izovalerik, valerik, kaproik, kaprilik ve kaprik saptanmıştır. Bu asitlerden asetik, bütirik ve kaproik asidin kültürlerin ürettiği başlıca bileşenler olduğu belirtilmiştir. Oluşturdukları uçucu bileşen dengesi açısından yoğurtta arzu edilen aromanın sağlanma konusunda karışım kültürler saf kültürlerle göre daha başarılı bulunmuştur.

Ott ve ark. (191), STB/GK tekniği kullanarak geleneksel ve tatlı (daha az asidik) yoğurdun uçucu bileşenleri üzerine çalışma yapmışlardır. Üretilen yoğurt örnekleri 4°C’de depolanmış ve 1. gün, 1. 2. ve 4. haftada analiz yapılmıştır. Yoğurt ve süt örneklerinde etanol, asetaldehit, 2.3-butadion, 2.3-pentadion, aseton, dimetilsülfid, 2-pentanon, 2-butanon, 2-heptanon, benzaldeit, benzotiazol üzerine yoğunlaşmıştır. Depolama süresince yoğurt örneklerinde 2-asetolaktatın ve 2-asetohidroksibütirat miktarının azaldığını buna bağlı olarak 2.3-butadion ve 2.3-pentadion miktarının arttığını tespit etmişlerdir. Yoğurdun aroması üzerinde etkili olan bileşenlerden birisi olan asetaldehit depolamanın 1. gününde geleneksel yoğurtta 13 mg/kg, tatlı yoğurtta ise sadece 5 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Etanol bileşeninin depolama süresince miktarında önemli bir değişim olmadığı gözlemlenmiştir. Tatlı yoğurtta depolama boyunca geleneksel yoğurda göre 2-3 kat daha az asetaldehit miktarına fakat 2.3-butandion ve 2.3-pentadionun seviyesinde artma gözlemlenmiştir.

Kneifel ve ark. (145), STB/GK tekniği ile farklı ticari starter kültürler kullanarak ürettikleri yoğurtların ve yoğurt benzeri ürünlerin aroma profili ve duyuşal niteliklerini belirlemişlerdir. Yoğurttaki uçucu bileşenlerden aroma üzerinde etkili olan başlıca bileşenler olan asetaldehit (5.5-20.7 mg/kg), diasetil (0.5-2.2 mg/kg), etanol (1.6-9.9 mg/kg), 2-butanon (0.05-0.6 mg/kg) ve aseton (1.8-3.4 mg/kg) olduğu belirlenmiştir. Uçucu keton bileşenlerinde dikkate değer bir değişim gözlemlenmemiştir. Çalışmada daha önceki çalışmalardan Botazzi ve ark. (47) tarafından optimum yoğurt aroması için gerekli olan asetaldehit değerinin (23-41mg/kg) altında değerler (5.5-20.7mg/kg) saptanmış, fakat düşük asetaldehit miktarına sahip olmalarına rağmen örnekler duyuşal analizlerde yoğurt aroması açısından “orta” olarak değerlendirilmiştir. Bu veriler doğrultusunda yoğurt aromasının sadece asetaldehite dayandırılmasının yeterli olmadığı asetaldehitin diğer bileşenlerle olan oranının, asitlik, proteoliz gibi faktörlerin de etkisinin dikkate alınması gerektiği belirtilmiştir.

Kaypak (128), tuzlu yoğurt örneklerinde 60'ın üzerinde uçucu bileşen bulunduğunu ve bunların 41 tanesinin (5 keton, 6 aldehit, 4 ester, 9 alkol, 4 lakton, 1 diğer ve 12 serbest yağ asiti) potansiyel olarak Tuzlu yoğurdun aromasına da katkıda bulunabileceğini göstermektedir.

Şekerli (252), depolama süresince yoğurtlarda toplam 36 uçucu bileşen tespit etmiştir. Bu bileşenler alkoller, terpenler, asitler, ketonlar, aldehitler, furan türevleri ve fenolik bileşenleri olarak sınıflandırılmışlardır. Karbonil bileşenleri asetaldehit, aseton, asetoin, etanol ve diasetil tüm yoğurt örneklerinde depolama süresince tespit edilmiştir. Yoğurt örneklerinde belirlenen 20 serbest amino asitten başlıcaları prolin, glutamik asit ve aspartik asit olduğunu bildirmiştir

Pusat (214), geleneksel yöntem ile süzme yoğurt üretiminde elde edilen serumların ortalama bileşimlerini %4.7 laktoz, %0.16 yağ, %0.43 protein ve %0.7 kül olarak saptamıştır.

Tamime ve ark. (264), süzme yoğurt serumlarında kurumadde %6.13, yağ %0.00, protein %0.32, laktoz %5.05, kül %0.76 olarak tespit etmişlerdir.

Torba yoğurdu üretiminde kurumadde ve bileşenlerinin torbada tutulma ve serumdaki kayıplarının araştırıldığı çalışmada, kullanılan sütlerin kurumaddeleri % 1, % 2 % 3 oranında süttozu ilavesi ile arttırılmış ve bu sütlerden üretilen torba yoğurtlarının kurumadde oranlarıyla sırasıyla %24.67, %23.11, %22.58 olarak saptanmıştır (29).

Torba yoğurt üretiminde kurumadde ve bileşenlerinin torbada tutulma ve serumdaki kayıplar üzerine yaptıkları çalışmada, en fazla serumun ayrıldığı örneklerde seruma geçen azotlu madde ve mineral tuz oranının diğer örneklere oranla maksimum düzeyde olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmacılar, en az oranda yağın en fazla oranda da mineral maddenin seruma geçtiğini belirtmişlerdir. Süzme yoğurt serumlarında %6.44 kurumadde, %1.29 protein, %0.05 yağ, %0.78 kül tespit etmişlerdir (29).

Sienkiewicz ve Riedel (242), süzme yoğurt serumlarında %6.58 kurumadde, %0.12 protein, %0.08 yağ, %0.73 kül %4.53 laktoz olarak saptamışlardır.

Tamime ve ark. (265), süzme yoğurt serumlarında %5.72 kurumadde, %0.39 protein, %0.01 yağ, %0.72 kül tespit etmişlerdir.

Tamime ve ark. (266), süzme yoğurt serumlarında %6.21 kurumadde, %0.30 protein, %0.01 yağ, %0.76 kül olduğunu ifade etmişlerdir.

Seçkin ve Nergiz (236), süzme yoğurt serumlarında %4.20 kurumadde, %0.30 protein, %0.03 yağ, %0.50 kül, %3.32 laktoz tespit etmişlerdir.

Süzme yoğurt üretiminde normal yoğurdun %65'i yoğurt suyu olarak ayrılır. Bu sebeple süzme yoğurdun hazırlanması süresince sodyum, potasyum, kalsiyum ve fosfor miktarlarında sırasıyla %70.2, 68.2, 65.6 ve 50.2 oranında kayıpların meydana geldiği, genel besin içeriğinin önemli ölçüde azaldığı, protein kaybının ise yaklaşık %7.3 olduğu belirtilmiştir (181).

Atamer ve ark. (29), seruma geçen bileşenlerden mineral maddelerin %50'den fazla oranla en üst sırada yer aldığını ifade etmişlerdir.

Say (233), süzme yoğurt serumlarında %5.24 kurumadde, %0.68 protein, %0.00 yağ, %0.66 kül, %3.86 laktoz tespit etmiştir.

Kırdar ve Gün (136), farklı zaman periyotlarında (kış ve yaz ayları) farklı mandıralarda üretilen süzme yoğurtlarına ait serum örneklerinin bazı özellikleri incelemek için yapmış oldukları çalışmada, kış aylarında, serum örneklerinin toplam kuru madde içeriklerinin %5.33-6.15, yağ oranının %0.01-0.09, protein içeriğinin %0.17-0.44, laktoz %4.41-4.89, mineral madde miktarının %0.6-1.03, titrasyon asitliğinin % laktik asit cinsinden (%L.A.) %0.74-0.99 ve pH'nın 3.57-3.78 arasında değiştiğini saptamışlardır. Yaz aylarında, serum örneklerinin toplam kurumadde içeriklerinin %4.78-6.15, yağ oranının %0.01-0.08, protein içeriğinin %0.18-0.25, laktoz %4.17- 5.38, mineral madde miktarının %0.32- 0.51, titrasyon asitliğinin %0.77-1.14 ve pH'nın 3.56-3.72 arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Şanal (251), farklı tür sütlerden ürettiği süzme yoğurtlardan elde edilen serumlarda %6.33 kurumadde, %0.25 protein, %0.05 yağ, %0.78 kül %5.25 laktoz tespit etmiştir.

Baladura (38), diyet lifi ilave edilerek üretilen süzme yoğurtlarında elde edilen serumlarda pH 4.22-4.67, asitlik %0.20-0.28, yağ %0.05, kurumadde %5.03-8.86 olarak belirlemiştir.

Kalender (121), farklı oranlarda inülin ilavesinin yağı azaltılmış süzme yoğurt üretiminde süzme yoğurt yapımında kullanılan yoğurttan süzülen yoğurt sularının pH

değerleri 4.35-4.40, titrasyon asitliği değerleri %0.52-0.54 protein değerleri ise %0.12-0.15 arasında saptamıştır.

Toprak ve ark. (278), süt endüstrisinde temel kirleticilerden birisi olan yoğurt suyunun, içerdiği organik maddeler nedeniyle atık madde bileşimi ve bunların konsantrasyonu ile kirlilik parametrelerini belirledikleri çalışmalarında Burdur ilinde Süzme yoğurt işleyen işletmelerden temin edilen yoğurt suyu örneklerinin ortalama yağ, protein, laktoz, KM ve pH değerleri sırasıyla, %0.36, 0.73, 3.68, 5.57 ve 4.21 olarak tespit etmişlerdir.

Nergiz ve Seçkin (181), süzme yoğurt üretimi sırasında yoğurdun kimyasal kompozisyonunda meydana gelen değişimlerin gözlemlendiği çalışmalarında en fazla kaybın laktozda olduğu ve bunu Na, K, Ca ve P elementlerinin izlediği ortaya konmuştur. Bu çalışmada tam yağlı inek sütünden üretilen yoğurt serumunda Na 56.1 ve 38.9 mg/100g; K 143 ve 96.4 mg/100g olarak belirlemiştir.

Süt ürünlerinde uygulanan ısıl işlem süresi ve sıcaklığı, kurumadde artırımını, kültür ilave edilmesi ve fermantasyon, peynirlerde enzim ilavesi, pıhtılaşma süre ve sıcaklığı, baskılama ve süzme, yıkama, tuzlama v.b. teknolojik işlemler element miktarını etkilemektedir. Bunların yanı sıra alet ve ekipmanlarla temas, ürünün bileşimi ve elementlerin kimyasal formları da ürünlerin element miktarını etkileyen faktörlerdir (55, 207).

Yoğurt suyunun kurumaddesinin yaklaşık %9'unu protein ve yağ, geri kalan %91'lik oranı mineral maddeler ve laktoz oluşturmaktadır. Bu nedenle yoğurt suyunun, bazı gıdaların üretiminde kullanılarak değerlendirme yolları üzerine çalışmalar yapılmalıdır (141).

İnek, koyun ve keçi sütleri ile yoğurt ve torba yoğurt üretiminde, bir yan ürün olan serumda kimyasal nitelikler ile esansiyel ve esansiyel olmayan elementler belirlenmiştir. Analiz edilen örnekler arasında keçi sütü yoğurdu, süzme yoğurdu ve serumda en yüksek miktarda potasyum elementinin bulunduğu belirlenmiştir. Koyun süzme yoğurtlarında ise; kalsiyum, sodyum, fosfor, magnezyum ve kobalt esansiyel elementleri en fazla miktarda tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, süzme yoğurtların fosfor, kalsiyum, magnezyum, selenyum ve çinko; serumun ise potasyum, sodyum ve laktoz bakımından önemli birer kaynak olduğunu ortaya koymuştur. Süzme yoğurt üretimi sırasında torbada en fazla tutulan elementin fosfor, en az tutulan elementin ise

potasyum olduğu belirtilmiştir. Süzme yoğurtlar arasında en fazla mineral kaybı ve en düşük mineral madde miktarı inek süzme yoğurdunda tespit edilmiştir (251).

Süzme yoğurt üretimi sırasında yoğurdun kurumadde içeriğindeki yaklaşık 2.5 kat artışa protein ve yağ bileşenleri neden olmuştur. Çünkü laktoz ve mineral maddelerin büyük bölümü seruma geçmiştir. Yağ ve proteinin hemen hemen tamamı torbada tutulmaktadır. Benzer şekilde bazı araştırmacılarda seruma en az geçen yoğurt bileşenlerinin yağ ve protein olduğunu tespit etmişlerdir (29, 181).

Tamime ve ark. (262) ise inek, koyun ve keçi sütü kullanarak geleneksel yöntemle ürettikleri Labneh'nin serumunda sırasıyla %0.3, %0.9 ve %0.6 protein değeri saptamışlardır.

Güler (103), farklı tür sütlerden ürettikleri süzme yoğurtlar arasında makro elementlerde en fazla kayıpların inek süzme yoğurdunda gözlemlenmiştir. Bunu keçi ve koyun süzme yoğurtları izlemiştir. Bu durum, süzme sırasında inek yoğurdu pH değerinin diğerlerine kıyasla önemli düzeyde düşmesi (4.6 pH'dan 4.1 pH) dolayısıyla kazeinlere bağlı elementlerin seruma geçmesi yüzünden olabilir. İnek, koyun ve keçi süzme yoğurtlarına ait serumlar arasında koyun serumu potasyum elementi hariç diğer makro elementleri en fazla miktarda içermiştir. Ancak serumları sütler ile karşılaştırdığımızda serumlarda serbest halde bulunan elementlerin miktarı yüksek olduğu saptanmıştır.

Nergiz ve Seçkin (181) özel bir bez torba ile süzme esasına dayanan geleneksel bir yöntem ile torba yoğurdu üretimi sırasında besin maddelerinin kaybını araştırmıştır. Bu çalışmada yoğurdun süzülmesi sırasında; %51.8 tiamin, %60.5 riboflavin, %7.28 protein, %0.77 yağ, %71.1 laktoz, %70.2 sodyum, %68.2 potasyum, %65.6 kalsiyum ve %50.2 fosfor kaybı belirlenmiştir. Amino asitler içerisinde en az kayıp tirozin miktarında (%2.24) ve en yüksek kayıp histidin miktarında (%11.4) tespit edilmiştir.

2.3. Süt Endüstrisi Atıklarının Çevre Kirliliği Üzerine Etkileri

Herhangi bir şekilde değerlendirilmeyen atık suların, uygun şekilde arıtılmadan alıcı ortama verilmesi insan ve çevre sağlığı açısından tehlike oluşturulabilmektedir. Endüstriyel atıklar herhangi bir işleme tabi tutulmaksızın veya uygun olmayan yöntemler ile arıtılarak deşarj edilirse, su, toprak ve hava kirlenmesine neden olabilmektedir. Yoğurt suyu herhangi bir şekilde değerlendirilmeden ve/veya

artılmadan alıcı ortama verildiğinde, alıcı ortama yüksek oranda kirliliğe ve ekonomik kayıplara neden olmaktadır (141).

Süt Endüstrisinde temel kirleticiler; çeşitli şekillerde kanala dökülen süt, peyniraltı suyu, süzme yoğurt üretiminde açığa çıkan yoğurt suyu, yayık altı, tereyağı yıkama suyu, salamura çözeltileri ve temizleme sularıdır. Çevre kirliliği açısından kullanılan su miktarı değil, sudaki atık madde bileşimi ve konsantrasyonu önem kazanmaktadır. Yapılan çalışmalarda çeşitli süt işletmelerinin atık sularında, çevre kirliliği açısından önemli parametrelerin incelenmesi ile ilgili pek çok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalar ağırlıklı olarak peynir üretimi sonrasında açığa çıkan ve süt teknolojisinde bir atık olan peyniraltı suyuna yöneliktir (137,141).

Çevre bilincinin önemli bir bileşenini oluşturan su kirlenmesinin önlenmesi ya da kontrol edilebilmesi için gerekli tasarım çalışmaları, su ve atık su analizlerinin yapılması gerekmektedir. Atık suların alıcı ortamlara boşaltılmadan önce kirlilik yükünün bilinmesi, alıcı ortam kalitesindeki zamansal ve yerel değişimler, atık su tesislerinin çalışma veriminin belirlenmesi, suların içmeye uygunluğunun belirlenmesi, sınıflandırılması, endüstri suyu hazırlama gibi faaliyetlerin yürütülmesi ancak ve ancak laboratuvar çalışmaları ile mümkün olabilmektedir (34).

WHO, su kaynaklarının kirlenmesini, bu kaynakların kullanılmasını tamamen bozacak veya zarar verme düzeyinde suyun içerisine organik, inorganik, biyolojik ve radyoaktif herhangi bir unsurun karışmasından kaynaklanan olumsuz yapı değişimi şeklinde tanımlamaktadır (31).

Endüstrileşme ve kentleşme süt sanayisinin gelişmesine ve dolayısıyla üretim sonucu ortaya çıkan atık su miktarının çok fazla artmasına neden olmuştur (232). Üretim sırasında kaybolan ham ve mamul maddelerin ekonomik değeri ve ortaya çıkan atıksuların arıtılması için yapılacak masraflar dikkate alınırca kirletici yüklerin azaltılmasına yönelik tesis içi kontrol önemli bir hale gelmektedir. Bu nedenle süt ve süt ürünleri endüstrisinde atıkların tesis içinde kontrol edilerek azaltılması önemli bir mühendislik sorunu haline gelmiştir (86, 110). Amerika'da yapılan çalışmalar sonucunda atıksu miktarlarının ortalama %50, BOİ₅ ve AKM miktarlarının ise ortalama %33 oranında düşürüldüğü belirtilmektedir. Süt ve süt ürünleri endüstrisinin atıksu hacmi ve kirletici yükü kontrolünde farklı yöntemler kullanılabilir. Bu yöntemlerden ilki ek bir ekonomik maliyete gerek duyulmaksızın işletme

uygulamaları ile elde edilecek yararları, diğeri de BOI₅ yükünü ve atık-su miktarını doğrudan etkileyecek mühendislik önlemlerini içermektedir (98).

Süt endüstrisi, her geçen gün artan ihtiyacı karşılamaya yönelik, ürün çeşitliliğini ve üretim kapasitesini arttıran en önemli sanayi dallarından birisidir. Türkiye’de 2017 yılı itibarıyla kayıt altında 18.5 milyon tonun üzerinde süt üretimi gerçekleşmiştir (21,22). Bu miktarlardaki sütün işlenmesi sırasında temelde üç kısma ayırabileceğimiz atık sular ortaya çıkmaktadır:

1. Süt ve süt ürünlerinin bileşiminde bulunan ve ürün işleme sürecinde ortaya çıkan atıklar, süt esaslı bu ürünlerin başında peynir altı suyu (PAS), yoğurt suyu ve yayıkaltı gelmektedir.
2. Ortamın, üretim makinelerinin, taşıma materyallerinin ve depoların temizlenmesi sırasında ortaya çıkan ürün artıkları (süt kalıntısı, peynir yıkama suyu vb.).
3. Deterjan ve dezenfektan içeren atık sular (31,137,141).

Süt esaslı atık sular ve ürün artıkları içeren atıklar, yüksek organik içerik nedeniyle çevre kirliliğine neden olurlur. Bu atıklar, sahip oldukları yağ, protein, karbonhidrat ve tuzlar nedeniyle biyolojik oksijen ihtiyacı (BOI₅) ve kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) konsantrasyonları yüksek karakterde atık sulardır (40, 74, 211, 213, 255). Atık sular kullanılan temizleyiciye göre asidik veya bazik karakterde olabilmektedir (208). Süt işletmelerinde üretilen ürünlere bağlı olmakla birlikte ortalama her litre süte karşılık 2-6 litre atık (teknolojik işlemler ve temizlik sonucu ortaya çıkan atık sular dahil) ortaya çıkmaktadır (123, 170). Bu durum, küçük ölçekli bir peynir işletmesinin günlük 600 m³ ’lük ortalama atığının, yaklaşık 36000 kişinin meydana getirebileceği kirliliğe denk geldiğini ortaya koymaktadır (124).

Süt işletmelerinin atıklarının hiçbir arıtma tabii tutulmadan çevreye bırakılmasının, toprağın fiziksel ve kimyasal yapısı üzerinde, ekimi yapılan ürün verimi, yeraltı suları ve akarsular üzerinde olumsuz etkileri vardır. Bununla birlikte havanın kalitesi üzerine olumsuz etkilerinin de olduğu belirtilmiştir. Dolayısıyla bu atık suların arıtılması işlemi bir zorunluluktur (16, 40, 112).

Başlıca sütçülük atıkları;

1. Ünitelerin temizlenmesi sonucu suya karışan süt alımı, işleme, paketlenme/şişeleme esnasında dökülen süt veya ürünleri,
2. Peyniraltı suyu (teleme parçacıkları içeren),

3. Yayıktı, tereyağı yıkama suyu,
4. Süzme yoğurt üretimi sırasında açığa çıkan yoğurt suyu
5. Süttozu atıkları,
6. Salamura,
7. CIP sistemleri (clean in place) ve temizlikte kullanılan deterjanlar, kimyasal maddeler (H_2SO_4 , NaOH vb.),
8. Seperatör çamuru ve motor yağları olarak sıralanmaktadır (31, 137, 141).

Süt işletmeleri, önemli endüstriyel kirletici kaynaklar grubunda tanımlanır. Herhangi bir endüstri için bütün kirlilik parametrelerinin ölçülmesine gerek yoktur. Endüstri tipine bağlı olarak çeşitli endüstrilerin atıksularında incelenmesi gereken kirlilik parametreleri farklılık gösterir. Buna göre süt endüstrisi için; renk, AKM, BOI_5 , azotlu maddeler, fosfor, KOI , klorürler, sıcaklık ve pH en önemli parametreler olarak kabul edilir (31,141).

Süt ürünlerinin işlenmesinden kaynaklanan atıksular yüksek miktarda yağlar, süt proteinleri, laktoz, laktik asit, deterjanlar ve sanitasyonda kullanılan maddeleri içermektedir. Süt endüstrisi atıkları BOI_5 , KOI , ve uçucu maddeler bakımından evsel atıksudan daha zengindir (160). Küçük, orta ve büyük kapasiteli süt işletmelerinin KOI (mg/L) değerleri sırasıyla 4 510, 1 000 ve 1 565 olarak saptanmıştır (44).

Sütçülük atık suları içindeki kirliliği meydana getiren bileşenlerin başında PAS yer almaktadır. PAS özellikle peynir işletmelerinin temel atığıdır. Bunun nedeni peynir üretimi için kullanılan sütün yaklaşık %85 kadarının PAS'a dönüşmesidir (51).

Sütçülük atıkları önemli miktarda protein, yağ ve süt şekeri gibi mikroorganizmalar tarafından biyolojik olarak parçalanabilen organik maddeler içerir. Bu maddeler büyük ölçüde kirlenme kaynağıdır. Çünkü parçalanabilmeleri için sudaki çözülmüş oksijeni kullanırlar; dolayısıyla suda yaşayan canlılar kendi yaşamları için gerekli oksijeni bulamazlar ve yaşamlarını yitirmeye başlarlar. Oysa sudaki yaşam için en az 5 mg/L miktarda çözülmüş oksijen gereklidir. Bu miktarın altına inildiğinde, sudaki canlıların yaşamı tehlikeye girer. Organik maddelerin mikroorganizmalar tarafından parçalanması, ortamdaki oksijenin tüketilmesine neden olduğundan, kirli suların durumu için indikatör olarak oksijen istemi ya da ihtiyacı dikkate alınmaktadır. KOI , mikroorganizmaların aracılığı olmadan atık bir suyun oksijen ile beslenen kısımlarının oksijen harcaması, yani organik maddelerin yalnızca

kimyasal oksidasyonu için gerekli olan oksijen miktarıdır. BOİ₅ ise atık sulardaki organik maddelerin 20°C'de 5 gün içinde oksidatif olarak parçalanabilmeleri için mikroorganizmalar tarafından tüketilen oksijen miktarıdır ve litrede mg olarak belirtilir (289).

Süt ve süt ürünleri üreten işletmelerde, genel olarak homojenizasyon, pastörizasyon, şişeleme, yoğunlaştırma, peynir, krema, tereyağ, süt, yoğurt, süzme yoğurt, ayran, süttozu ve dondurma üretimi gibi işlemler yer almaktadır. Herhangi bir tesiste işlemlerin hepsi bulunabileceği gibi, biri veya birkaçı da bulunabilir. Bu işlemlerden kaynaklanan atıksuların özellikleri birbirinden farklı olabileceğinden özellikle küçük tesislerde farklı özelliklerde atıksuya rastlanabilmektedir. Bu nedenle, herhangi bir tesiste kirlenme problemi ele alındığında öncelikle atıksu özellikleri belirlenmeli ve endüstrinin kirlenme profili ortaya çıkarılmalıdır (204).

Norbert (183) yaptığı çalışmada, ortalama olarak BOİ₅=29.500 mg/L, KOİ=64.000 mg/L olan bu suların büyük bir kirletici kaynağı oluşturduğunu vurgulamıştır. Peynir sularından ultrafiltrasyon, hiperfiltrasyon veya ters ozmoz gibi membran prosesleri ile protein ve kazeinin geri kazanılması mümkündür. Hipertfiltrasyon ile yapılan geri kazanma, filtre edilmiş peynir suyunda ortalama olarak BOİ₅=880 mg/L, KOİ=1 700 mg/L olarak bulunmuştur.

Su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre, süt ve süt ürünleri işleyen fabrikalarda atık suların alıcı ortama doğrudan boşaltılması durumunda Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ₅), Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), Yağ gres ile pH olmak üzere 4 parametre üzerinden kontrol edilmesi zorunlu kılınmıştır (Tablo 2.3 ve 2.4) (17).

Uluslararası standartlar çok daha spesifik olup, her bir süt endüstrisi kolu için ayrı değerleri içerir. ABD'nde işletmeler kapasitelere ve işledikleri ürünlere göre farklı sınıflara ayrılmıştır. Atık su deşarj standartları içme sütü, fermente süt ürünleri, tereyağı, cottage ve kültürlü krem peyniri, eritme peyniri, dondurma ve dondurulmuş ürünler için mikslar, dondurma ve dondurulmuş tatlılar, yoğunlaştırılmış süt, kurutulmuş süt, koyulaştırılmış peynir altı suyu, peynir altı suyu tozu işleyen işletmeler için ayrı ayrı belirtilmiştir. Örneğin günde 113 398 kg (11 748 kg/gün BOİ₅)'den daha fazla içme sütü işleyen bir fabrika için 24 saatlik sınır değerler (1 000 kg BOİ₅) 3 325 BOİ₅, 5 506 AKM ve 6.0-9.0 pH olarak belirtilmektedir (305).

Tablo 2.3. Süt ve Süt ürünleri endüstrisi atık sularının alıcı ortama deşarj standartları.

Parametre	Kompozit Numune	
	2 h	24 h
KOİ (mg/L)	170	160
Yağ-Gres (mg/L)	60	30
pH	6-9	6-9

Tablo 2.4. Atık su karakterizasyonu.

Parametre	Giriş değeri	Çıkış
KOİ	2500 - 4000	100
AKM (mg/L)	1000	45
Yağ-Gres (mg/L)	220	30
pH	7-8	7-8

Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ₅), atık sulardaki organik maddelerin 20°C'de 5 gün içinde oksidatif olarak parçalanabilmeleri için mikroorganizmalar tarafından tüketilen oksijen miktarıdır ve litrede mg olarak belirtilir. Uygulamada biyokimyasal oksidasyonun tamamlanması çok uzun sürdüğünden beş günlük inkübasyon süresi standart deney süresi kabul edilmektedir. Bu nedenle analiz sonuçlarında beş günlük oksijen tüketimi yani BOİ₅ değeri verilmektedir. Organik maddelerin biyokimyasal oksidasyonu sonucunda sudaki çözünmüş oksijen kullanılır. Bu nedenle organik madde içeriği fazla olan atık sularda oksijen düzeyi az olacağından canlı yaşam olumsuz yönde etkilenir. Yüksek oranda organik madde içerdikleri için, yüksek BOİ₅ değerine sahiptir (228, 289).

Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), sudaki yükseltgenbilir maddelerin kimyasal yolla oksitlenmeleri için gerekli oksijen miktarıdır. Söz konusu parametre evsel ve endüstriyel kirlilikten kaynaklanan organik ve inorganik maddelerin düzeyinin ortaya konmasında, suların sınıflandırılmasında ve çevre kirliliğinde sıklıkla kullanılan parametredir (4, 33, 34, 125). Bu test BOİ₅ ölçüm metodunun yetersiz olduğu durumlarda kullanılabilir. Organik nitelikleri atık sularda toplam organik madde

içerdiğini dolaylı olarak verebilen bir parametredir. Direk olarak da ayrışma sonucu atık suyun sarf edilebileceği toplam çözünmüş oksijen miktarını da gösterir. Genelde atık sularda, kimyasal olarak oksitlenebilecek bileşikler, biyolojik olarak oksitlenebileceklerden daha fazla olduğundan, kimyasal oksijen ihtiyacı, biyolojik oksijen ihtiyacından daha büyüktür. Süt ve ürünlerinin BOİ₅ ve KOİ ait değerler Tablo 2.5’de süt endüstrisi atıklarının bileşimleri Tablo.2.6’de, süt işletmelerinin atık sularının bileşimi ise Tablo 2.7’da verilmiştir (210).

Azot (N), atıksulardaki azot proteinli maddeler ve üreden kaynaklanmaktadır. Azot, fosfor, potasyum elementleri mikroorganizmalar ve bitkiler için önemlidir. Bakterilerin parçalaması ile azotlu maddeler amonyağa dönüşür. Amonyanın oksitlenmesi ile de nitrat ve nitrit oluşur. Nitrat arıtma sistemlerinde alglerin büyümesini uyaran etken olarak bilinmektedir (31).

Fosfor (P), alglerin büyüme faktörüdür. Atıksudaki fosforun en önemli özelliği, biyolojik arıtma yapılmaksızın kimyasal yöntemlerle de uzaklaştırılabilmesidir (31).

Tablo 2.5. Süt ve Ürünlerinin BOİ₅ ve KOİ değerleri.

Ürün	BOİ ₅ (mg/l)	KOİ (mg/l)
Yağlı süt	114 000-110 000	183 000-190 000
Yağsız süt	90 000-85 000	147 000-120 000
Yayıkaltı	61 000-75 000	134 000-110 000
Krema	400 000	750 000
Koyulaştırılmış süt	271 000	378 000
PAS	42 000	65 000
Evsel atık su	300	500

Tablo 2.6. Farklı Süt ve Ürünlerinin bileşenleri.

Ürün	TKM (%)	Yağ (%)	Protein (%)	Laktöz (%)	KOİ (g/kg)	BOİ ₅ (g/kg)
Yağlı süt	11.5-12.5	3-4	3.3	4.8	193-219	135.5-156.2
Yağsız süt	8.3-8.47	0.02-0.06	3.3	4.7-4.9	112-116	72.4-75.1
Yayıkaltı	7.7-8	0.4-0.86	3.0	4	104.5-111.9	72.4-75.1
PAS	6-6.2	0.05-0.2	0.75-1.0	4.5-4.8	72-77	51.6-55.5

Tablo 2.7. Süt işletmesi atık su bileşim değerleri.

Bileşen	Değişim genişliği (ppm)	Ortalama (ppm)
BOİ₅	450-4 790	1 885
Azot	15-180	76
Protein	210-560	350
Yağ	35-500	209
Karbonhidrat	252-931	522
Fosfor	11-160	50
Klorür	48-469	276
Kalsiyum	57-112	37
Magnezyum	25-49	87
Potasyum	11-160	67
Sodyum	60-807	322

Yağ ve Gres serbest veya emülsiyon halinde bulunabilen çok çeşitli maddelerden oluşmaktadır. Debisi ne olursa olsun, yağ ve gres konsantrasyonu 400 mg/L'den fazla olan atıksular kanalizasyon şebekesine veya alıcı ortama deşarj edilemez. Yüzücü yağ ve gres su üstünde bir film oluşturarak ışık ve oksijen transferini engelleyerek, suda bulunan araçları ve canlıları kirletir. Emülsiyon halinde bulunan yağlar ise balıklar için toksik etkilidir. Yüksek konsantrasyonda yağ ve gres içeren atıklar, kanallarda tabaka oluşmasına neden olur ve pahalı temizleme işlemlerini gerektirir. Ayrıca zamanla kanalizasyonda parçalanarak serbest yağ asitleri oluşturup, beton boruları korozyona uğratar. Büyük miktarda yağ ve gres biyolojik arıtma sistemlerinin çalışmasını da olumsuz etkiler (31).

Askıda katı maddeler sulardan estetik, içme, endüstriyel ve kullanım gibi çeşitli amaçlar için faydalanılmasını doğrudan etkilemektedir. Doğal sularda ışık geçirgenliğini azaltıp dip birikintilerine yol açarak ya da doğrudan zarar vererek su canlılarının yaşam ortamlarını olumsuz yönde etkilemektedir. Kanallarda ve arıtma tesislerinde önlem alınması ihtiyacını ortaya koymaktadır. Tüm bu özellikleri nedeniyle AKM yüzey suları ve atıksularda büyük önem taşımaktadır (24).

Askıda katı madde (AKM), süt fabrikası atıkları az miktarda AKM içerir. Ancak peynir fabrikası atıklarında askıda bulunan yağ globülleri nedeni ile oran yükselir (31).

Süt endüstrisine ait tüm atıklar taze olduklarında zayıf alkali veya nötr özellik gösterir (pH=7.0-8.8). Bu durum kalsiyum, magnezyum, sodyum, potasyum gibi

elementlerin, hidroksit karbonatlarının varlığından veya amonyaktan ileri gelir. Alıcı ortamlara deşarj edilecek endüstriyel atıksularda pH değerinin 6-8 arasında olması tercih edilir. Sütçülük atık sularının pH'ları 5.3-9.4 arasında değişmektedir (Tablo 2.8). Ancak peynir işletmelerinde pH'sı 4.4 veya daha düşük olan atık sulara rastlanılmaktadır. Atık suların pH'sı başlıca temizlikte yararlanılan asit ve alkali deterjanlar tarafından etkilenmektedir (31). Sütçülük atık sularının sıcaklığı 20 ile 40 arasındadır. İşletmelerde sıcak su kullanımını kontrol altında tutularak, atık su sıcaklığının düşürülmesi mümkündür (31).

Süt endüstrisi atıkları bulanık, beyazımsı sarımtırak renkte görünür. Atıksuda bulunan organik maddelerin bozulması ile oluşan gazlar kokuya neden olur. Ayrıca yağlar, petrol ve organik çözücülerde kokuya neden olabilir. Süt işletmelerinde, çeşitli üretim faaliyetleri, temizlik uygulamaları ve bunlara ilaveten soğutma suyu, kondens suyu, personelin günlük gereksinimleri için kullandıkları su gibi, değişik orjinli su, atık suyu oluşturmaktadır (Tablo.2.9) (31).

Masters (167), yaptığı çalışmasında, sütçülük atıklarının özellikle Kuzey Batı Avustralya'daki çok yağışlı bölgelerde gıda kaynaklı kirlilik unsuru olarak kabul edildiğini belirtmiştir. Birçok eyaletteki özellikle kumlu topraklar üzerinde yerleştirilmiş 546 adet süt işletmesinin yeraltısularının kirliliğine neden olduğu ve bu amaçla çevre koruma örgütlerinin tedbirleri ile bu tür işletme sahipleri Toprak Koruma Mahalli Komitelerine katılarak çözüm yolları aramaya başvurduğu ve bunun içinde düşük maliyetli arıtma sistemi projelendirerek süt işletmeleri atık sularından kaynaklanan su kirliliğini azaltma fikrinde ortak karara varıldığını ifade etmiştir.

Tablo 2.8. Sütçülük atık sularının katı madde, pH ve sıcaklığı.

Parametreler	Değişim	Ortalama
Askıda katı madde (ppm)	24-5 700	-
Uçucu süspanse katılar (ppm)	17-5 260	-
Uçucu toplam katı madde (ppm)	54-4 700	1 497
Toplam katı madde (ppm)	135-8 500	2 397
pH	5.3-9.4	7.1
Sıcaklık	20-40	24.4
BOİ ₅ (ppm)	15-4 790	2 100

Tablo 2.9. Süt işletmelerinde ürünlere ait atık su miktarları ve kirlilik yükleri.

Ürün	Atık su miktarları (m ³ /ton süt)	Kirlilik yükü (kg BOİ ₅ /1000 kg süt)
İçme sütü	0.11-9.09	-
Yoğurt / fermente krema	1.16 / 4.16	1.89/2.90
Tereyağı	1.06-1.45	1.96-2.60
Peynir	0.77-2.09	1.35-1.95
Dondurma	0.53-7.4	2.09
Koyulaştırılmış süt	11.5	1.88
Süttozu	0.44	1.25

Gıda sanayii atıklarından süt sanayinin peynir ve kazein üretiminden meydana gelen BOİ₅ değeri 35-45 kg/m³ olan peyniraltı suyunun deşarj edilmeden önce işlenmesi gerekmektedir. Peyniraltı suyunun işlenmesiyle hem ticari bakımından satılabilirliği mümkün olan etanol, maya ve biomass üretimi yanında atık suyun organik yükü %75'den daha fazla azaltılabileceği belirtilmiştir (168).

Amerika'da 15 adet süt işletmesinde yapılan bir çalışmada, 8-15 işletmenin atık su özellikleri 24 saatlik kompozit numuneler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Sütçülük atık sularında yüksek konsantrasyonlu biyolojik besinlerin bertaraf edilmesi uygulanabilir olduğu, arzulan fosfor ve azot oranı elde edilmesinin mümkün olduğu vurgulanmıştır (66).

Del Re ve ark. (71), çalışmalarında süt endüstrisinin en önemli problemlerinin peyniraltı suyu ve yıkama suları gibi KOİ'si yüksek olan kirleticilerin deşarjından kaynaklandığını vurgulamışlardır. Süt endüstrisi atık sularının ters osmoz ile konsantre hale getirilmesi ile hem atık su miktarı azalacağı hem de elde edilen suyun tekrar proseslerde kullanılabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Cumby ve ark. (58), çalışmalarında İngiltere ve Galler ülkesinden süt işletmelerinde atık su kalitelerini belirlemişlerdir. Bu amaçla da 20 işletmenin kirli suları yıl içersinde üç dönemde yani mart, haziran, ekim aylarında numuneler alınarak analiz etmişlerdir. Toplam katı madde (TKM) konsantrasyonları %0.08-4.64 değerleri arasındaki aralıklarda değişim gösterdiği sonucuna varılmıştır. Kirli suların

konsantrasyonlarının mevsimler içersinde değişebileceğini ve yaz aylarında da maksimuma ulaşmaktadır. BOİ₅ ve KOİ'nin ortalama değerlerinin atık suları düşük kirletici etkilerinin olduğu ama yine de değarjından önce artırılması gerektiği sonucu çıkmıştır.

Guillen-Jimenez ve ark. (101), çalışmalarında sütçülük atık sularındaki besinlerin gübre olarak kullanımını ve optimum işlemlerde azotun biomineralizasyonu sağlamayı amaçlamışlardır. Bu amaçla KOİ'si 1 500-2 500 mg/L ve pH değeri 8.5-12 olarak tespit etmişlerdir.

Sütün süt ürünlerine işlenmesi esnasında yaklaşık olarak %5 süt kaybı meydana gelmektedir. Bu kayıp atık suyun organik yüküne önemli katkıda bulunmaktadır. Bazı süt ürünlerinin BOİ₅ değerleri sırasıyla; yağsız süt tozu 740 mg/L, krema (%30 yağlı) 400 mg/L, koyulaştırılmış süt 220 mg/L, tam yağlı süt 114 mg/L, yağsız süt 70 mg/L, yayık altı 61 mg/L ve peynir altı suyu 42 mg/L olarak tespit edilmiştir (173).

Küçük, orta ve büyük kapasiteli süt işletmelerinin BOİ₅ ve KOİ değerleri sırasıyla 3 070 mg/L, 4 510 mg/L, 620 mg/L, 1 000 mg/L ve 1 240 mg/L, 1 565 mg/L olarak saptanmıştır (43, 110). Bir süt işletmesinden çıkabilecek atık sularının yağ, laktoz ve protein miktarları sırasıyla, 35-500 mg/L, 250-930 mg/L ve 210-560 mg/L aralığındadır (31).

Günde 450 ton içme sütü, peynir, dondurma ve yoğurt işleyen ve 180/360 ton atık su meydana getiren bir fabrikanın atık sularında 4 100 mg /L KOİ, 2 000 mg/L BOİ₅, 3133 mg/L toplam katı madde, 560 mg/L askıda katı madde, 500 mg/L askıda uçucu katı madde, 260 mg/L yağ, 446 mg/L protein, 1300 mg/L karbonhidrat, 400 mg/L klorit, 52 mg/L P, 230 mg/L Na, 168 mg/L Ca, 28 mg/L Mg ve 6,6 pH tespit edilmiştir (111).

Alvarez ve ark. (12) süt işleme ve temizlik işlemlerinin atık suyun pH'sı üzerine olan etkilerini araştırdıkları çalışmalarında üç gün boyunca 2 dakika aralıkla süt alım ve içme sütü, dondurma ve Cottage peyniri üniteleri ile fabrikanın tümüne ait atık suda pH ölçümleri yapmışlar ve bu değerleri yasal pH sınırları (5-9) ile karşılaştırmışlardır. Süt alım ve içme sütüne işlenen ünite de pH 2.02 ile 12.1 arasında, ortalama 7.5 belirlenmiştir. Asidik pH (<5) bu ünite de önemli olmayıp pH'ın 9'dan fazla olmasına ise HTST pastörizatörlerin CIP ile temizlenmesinin neden olduğu tespit

edilmiştir. Dondurma ve benzeri ürünlerin üretildiği bölümün pH' sı 1.0 ile 11.3 arasında değişmiş ve ortalama 6.9 bulunmuştur. Bu bölümde pH dalgalanmasının ekipman temizliği ve ürün kayıplarından kaynaklandığı belirtilmiştir. Cottage peyniri üretilen ünitenin pH'sı 1.3 ile 13.0 arasında; ortalama 6.9 belirlenmiştir. Bu üniteye pH'nın 9.0' dan fazla olmasına ekipmanın el ile veya CIP ile temizlenmesi 5.0'dan daha düşük oluşuna da peynir altı suyunun neden olduğu tespit etmişlerdir.

Süt ve et sektörünün atıksu karakteristiklerinin incelendiği diğer bir çalışmada ise, süt işletmelerindeki KOİ, BOİ₅, pH, klorid, toplam azot ve toplam fosfor sırasıyla, 1 0521.2 mg/L, 4 841.6mg/L, 8.34, 616mg/L, 663 mg/L ve 153,6 mg/L olarak saptanmıştır (57).

Zeytinoğlu (310), Bursa bölgesinde gıda sanayi atık sularının çevre kirliliği üzerine etkilerini araştırdığı çalışmasında, süt ve ürünleri üreten beş işletmenin atık sularında hepsinde BOİ₅, KOİ, yağ-gres standart sınır değerlerinin üzerinde tespit edildiği Tablo.2.10'dan anlaşılmaktadır. Bursa'da faaliyet gösteren gıda sanayinin kirlilik parametrelerine göre yüzdeleri ise elde edilen değerlerde Tablo.2.11'da görülmektedir.

Gıda sanayine ait 26 adet atık su örneklerinde BOİ₅ (16 adet), KOİ (22 adet), 7 adet numuneden 6'sının AKM ve 9 numuneden 8 tanesinin yağ-gres bakımından Gıda sanayi Atık sularının Alıcı Ortama Deşarj Standartlarına uygun olmadığını tespit etmişlerdir (Tablo 2.11.).

Tablo 2.10. Gıda Sektörünün kirlilik parametreleri (mg/L).

Kirlilik parametreleri	Ortalama Değerler
BOİ₅	2 459.52±839.06
KOİ	3 387.76±893.46
AKM	584±334.48
Yağ-Gres	166.67±35.97

Tablo 2.11. Bursa’da faaliyet gösteren Gıda sanayinin kirlilik parametrelerine göre belirlenen kirlilik düzeyleri.

BOİ₅ (mg/L) n=23	Adet	%
0-230	7	30.43
230-1 000	8	34.78
1 000-10 000	7	30.43
10 000-20 000	1	4.34
KOİ (mg/L) n=9	Adet	%
0-200	4	15.38
200-1 000	4	15.38
1 000-10 000	16	61.53
10 000-20 000	2	7.69
AKM (mg/L) n=7	Adet	%
0-40	1	14.28
40-1 000	5	71.42
1000-3000	1	14.28
Yağ-Gres (mg/L) n=9	Adet	%
0-40	1	11.11
40-100	2	22.22
100-500	6	66.67

Yoğurt işletmelerinin atıklarının özelliklerinin belirlendiği çalışmada, KOİ 4656 mg/L, pH 6.92, toplam katı madde miktarı 2750 mg/L olarak tespit edilirken AKM tespit edilememiştir (281).

Günşen ve Anar (106), Bursa’da faaliyet gösteren gıda sanayi kuruluşundan alınan 2 ve 24 saatlik kompozit numunelerde, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (SKKY) Alıcı Ortama Deşarj Standartları’nda belirtilen kirlilik parametrelerini incelemiştir. KOİ değerleri tekstil sanayinde 258 193 mg/L, deri sanayinde 202 951 mg/L, Gıda sanayi 80 966 mg/L, Otomotiv sektörü 43 408 mg/L, metal sanayi 8 667 mg/L, kağıt sanayi 1 326 mg/L ve kauçuk ve plastik sanayi 3 289 mg/L olarak tespit edilmiştir AKM değerleri tekstil sanayinde 8 353 mg/L, deri sanayinde 62 061 mg/L, Gıda sanayi 4 088 mg/L, metal sanayi 829 mg/L, kağıt sanayi 685 mg/L ve

kauçuk ve plastik sanayi 555 mg/L olarak tespit edilmiştir. Yağ-Gres değerleri tekstil sanayinde 77 785 mg/L, deri sanayinde 6 666 mg/L, gıda sanayi 1 500 mg/L, ve kauçuk ve plastik sanayi 146 mg/L olarak tespit edilmiştir. Süt ürünleri işleyen işletmeler ait atık su değerleri Tablo 2.12’de verilmiştir (106).

Tablo 2.12. Bursa ilinde Süt ürünleri işleyen işletmelerinin atık su değerleri.

İşletme No	BOİ ₅	KOİ	AKM	Yağ-Gres	pH
1	760	1 368	-	252	7.21
2	384	920	-	248	8.47
3	2 400	7 360	-	1058	6.45
4	418	2 166	-	327	8.02
5	6 900	40 000	-	1793	6.09

Ürün çeşidine, kullanılan suyun kalitesine, üretim tekniğine ve kontrolüne bağlı olarak 1 litre sütün işlenmesiyle 8-10 L kadar atık su meydana gelmektedir (161). Peynir altı suyu, peynir üretimi esnasında ortaya çıkan bir yan üründür. 1 litre peynir altı suyu yaklaşık olarak 50 000 mg/L laktoz, 9 000 mg/L protein, 150 mg/L fosfor, 1 500 mg/L azot içerir. Endüstriyel bir ürün olarak işlenmesi halinde çok kıymetli olan bu sıvının, bir atık olarak düşünüldüğünde arıtılması çok zordur (31).

Peyniraltı suyunun karakteristik özelliklerine bakıldığında, kirlilik değeri açısından Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ₅) değeri 32 000 mg O₂/L gibi yüksek bir değere ulaşmaktadır. Bu BOİ₅ değerine sahip 1 litre peyniraltı suyu aynı zamanda yaklaşık 60 000 mg/L Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) değerini taşımaktadır. Bu değerlerle 1 litre peynir altı suyunun yapmış olduğu kirlilik yaklaşık 40-45 kişinin yarattığı kirliliğe eşittir (31).

Yoğurt üretiminde, kurumaddenin artırılması amacıyla uygulanan evaporasyon işleminde, kondens suyunun tekrar kullanımı, atıksu hacmini önemli ölçüde azaltmaktadır. Günde 6 ton sütün kurumaddesini %8.5-9.0’dan %15’e çıkarılmasında, harcanan su miktarı 25 ton civarındadır. Diğer bir ifade ile sadece evaporasyon ünitesinden çıkan atıksu miktarı 4.16 m³/ton süte eşdeğerdir. Atık suların kirlilik yükü ise 1.89 kg BOİ₅/1 000 kg süttür (31).

Süt işletmelerinde, çeşitli bölümlerde yer alan, motor, ambalajlama, dolum makinaları veya taşıt araçlarının yağlanması için kullanılan motor yağları, alıcı

ortamlarda kirlilik yaratmaktadır. Her kg motor yağının BOİ₅'ne katkısı 0.8-1.2 kg arasında değişmektedir. Süt ve ürünleri için tespit edilen BOİ₅ ve KOİ değerleri Tablo 2.13'de verilmiştir (31).

Tablo 2.13. Çeşitli Süt ve ürünlerine ait BOİ₅ ve KOİ değerleri (mg/L).

Ürün	BOİ ₅	KOİ	Kaynak
Tam yağlı süt	114 000	183 000	Kessler, (129)
	110 000	190 000	Odlum (186)
Yağsız süt	90 000	147 000	Kessler, (129)
	85 000	120 000	Odlum (186)
Tereyağ	61 000	134 000	Kessler, (129)
	75 000	110 000	Odlum (186)
Krema	400 000	750 000	Kessler, (129)
	400 000	860 000	Odlum (186)
Koyulaştırılmış süt	271 000	378 000	Kessler, (129)
PAS	45 000	65 000	Kessler, (129)
	40 000	80 000	Odlum (186)
Dondurma	292 000	-	Wendorff (295)
Evsel Atık	300	500	Kessler, (129) Odlum (186)

Berruga ve ark (42), PAS'nun KOİ 35 000-68 000 mg/L arasında tespit etmişlerdir. Bu durumdan % 90 oranında laktozun sorumlu olduğunu bildirmişlerdir.

Günde 100 ton süt işleyen bir işletmenin su sarfiyatı yaklaşık olarak 65 bin kişinin sarf ettiği suya eşdeğerdir (31).

Süt ve ürünleri atıklarının parçalanması için gerekli BOİ₅ çok yüksek değerlerdedir. Süt ve bazı sütçülük atıklarının biyokimyasal oksijen gereksinimleri; süt 120 000 mg/L, yağsız süt 72 000 mg/L, yayıkaltı 70 000 mg/L, peyniraltı suyu 44 000 mg/L' dir. 1 litre tam yağlı sütün pis sulara karışmasıyla meydana gelen kirlilik miktarı 2 kişinin bir günde sarfettiği suyla birlikte ortaya çıkan atık miktarına eşdeğerdir. Orta büyüklükteki bir süt işletmesinin bir günde meydana gelen atık miktarı yaklaşık 3 400 kişinin meydana getirdiği kirliliğe eşdeğerdir (136).

Yapılan bir çalışmada yılda 25 milyon litre süt alan ve günde 4 ton tereyağ ile 3 ton peynir üreten bir işletmede 415 kg kurumadde, 220 kg okside olabilir madde, kg yağ, 145 kg kül, 10.4 azot ve 3.7 kg fosfor kirli su ile birlikte dışarı atıldığı belirtilmiştir (137).

Süt ve ürünleri işleyen bir işletmede 1 L süt için yaklaşık 5-8L su kullanıldığı, 5 ton süt işleyen ve 1/8 oranında peynir üreten tesiste 5 m³/gün peyniraltı suyu ile 30 m³/gün temizleme, soğutma ve evsel atık su oluştuğu belirtilmiştir (256). 78 ton/gün süt, 1.1 ton/gün süttozu işleyen bir tesiste süt alımında 50 m³/gün, kazan yıkama vb.işlemlerinden 50 m³/gün genel temizlikten 100 m³ olmak üzere 200 m³/gün proses atık suyu oluştuğu (Yaklaşık olarak 3 ton atıksu/ton işlenen süt) belirtilmiştir (137).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Gereç

3.1.1. Çiğ Süt

Süzme yoğurt üretiminde Burdur-Bucak Gündoğdu, Karapınar, Çamlık köylerinden temin edilen sabah sağımı çiğ sütler kullanılmıştır.

3.1.2. Starter Kültür

Yoğurt kültürü olarak *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* bakterilerini içeren CHOOZIT 800 (50 DCU), YO-MIX 495 (100 DCU) kültürleri kullanılmıştır. Starter kültürler Danisco firmasından temin edilmiştir.

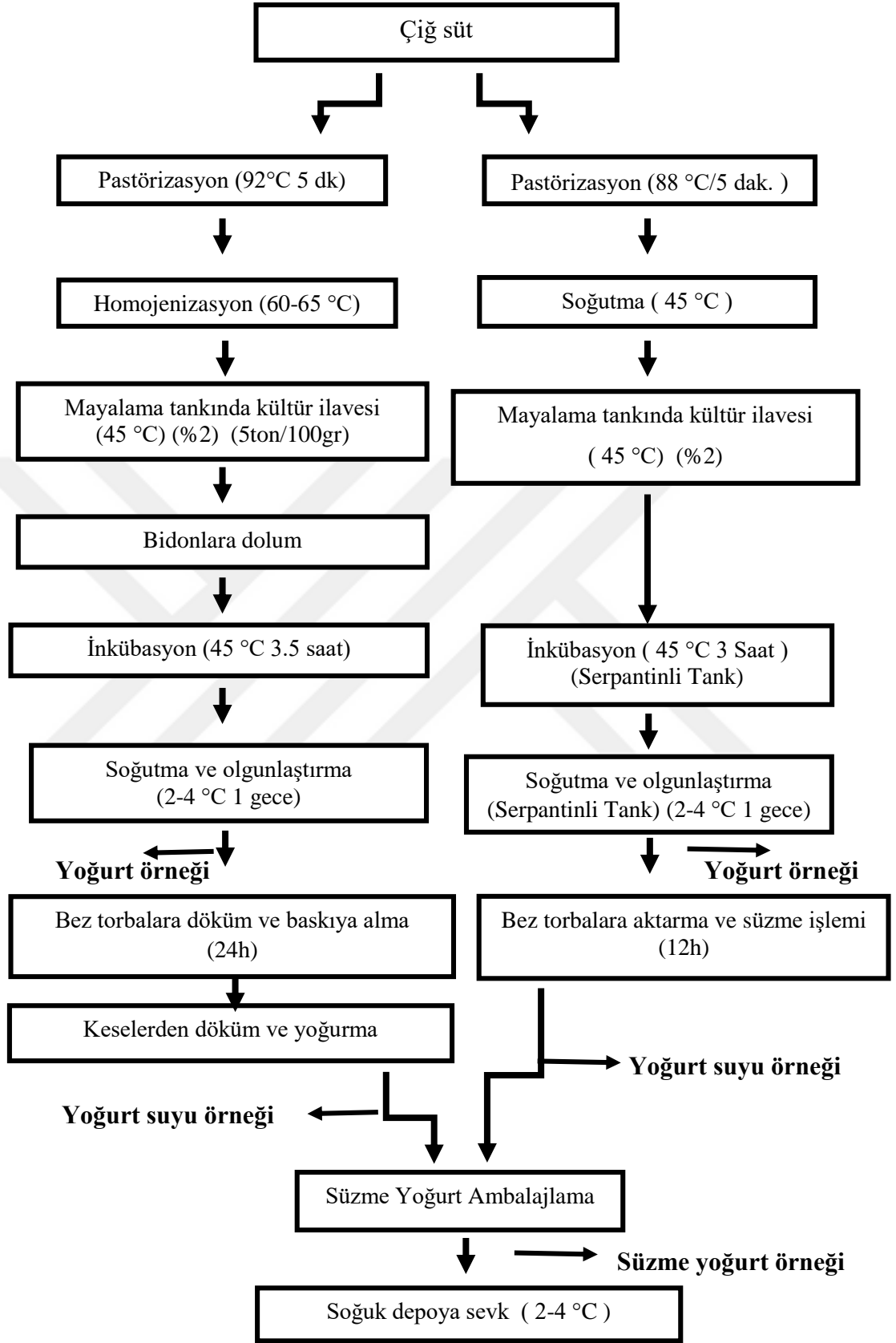
3.2. Yöntem

3.2.1. Süzme Yoğurt Üretimi

Süzme yoğurt üretimleri farklı üretim parametreleri ile üretim yapan iki farklı işletmede gerçekleştirilmiştir. Çalışmamız için temin edilen inek sütlerinden önce yoğurt, elde edilen yoğurtların süzülmesi ile de süzme yoğurt üretimi gerçekleştirilmiştir. Yoğurtların üretimi üç tekrarlı olarak farklı günlerde yapılmıştır ve her bir üretimde paralel örnekleme yapılarak analizler gerçekleştirilmiştir. Yoğurt suyunun örnek alımı süzülme sırasında paçal yapılarak gerçekleştirilmiştir.

Yoğurda işlenecek süt seperatörden geçirildikten sonra 88 - 92 °C' de 5 dk ısıtma işlemi uygulanmış ve 45 °C'ye soğutulmuştur. % 2 oranında kültür ilave edilerek 45 °C'de 2-3.5 h inkübasyona birinci işletmede bidonlarda inkübasyon odasında, ikinci işletmede serpantinli tankta inkübasyona bırakılmıştır. Yoğurtlar inkübasyon sonrası 4 °C'ye soğutulduktan sonra 1 gece bekletildikten sonra birinci işletmede keselere dökülerek süzülme işlemi birinci işletmede yirmidört saat, ikinci işletmede oniki saat süreyle gerçekleştirilmiş ve daha sonra ambalajlanmıştır.

Süzme yoğurtların üretimi Şekil 3.1. de özetlenmiştir.



Şekil 3.1. İki farklı işletmede üretilen süzme yoğurt üretim akış diyagramı.

3.2.2. Çiğ Süt Analizleri

3.2.2.1 pH Tayini

Çiğ sütün pH değerleri, Metler Toledo marka dijital pH metre ile saptanmıştır.

3.2.2.2. Özgül Ağırlık Tayini

Çiğ sütün özgül ağırlık değerleri TSE (283)' e göre yapılmıştır.

3.2.2.3. Titrasyon Asitliği Tayini

Sütte asitlik tayini, alkali titrasyon yöntemine göre yapılmış ve sonuçlar % laktik asit cinsinden ifade edilmiştir (283).

3.2.2.4.Yağ Tayini

Yağ oranları 0-8 taksimatlı özel süt bütirometresiyle Gerber yöntemine göre % olarak belirlenmiştir (283).

3.2.2.5. Kurumadde Tayini

Belirli miktardaki süt örneğinin 100±2 °C'de sabit tartıma gelinceye kadar kurutulması ile gravimetrik olarak belirlenmiştir (23). Sonuçlar % kurumadde olarak ifade edilmiştir (283).

3.2.2.6. Protein Tayini

Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel Araştırma biriminden hizmet alımı olarak gerçekleştirilmiştir. Protein tayini Bentley, B150 Süt Analiz cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (279).

3.2.3. Yoğurt, Süzme Yoğurt ve Yoğurt Suyu Analizleri

3.2.3.1. pH Tayini

Örneklerin pH değerleri Metler Toledo pH metre ile saptanmıştır.

3.2.3.2. Titrasyon Asitliği Tayini

10 g yoğurt örneği üzerine 40 °C'deki saf sudan 10 ml ilave edilmiştir. Homojen karışım fenolftalein indikatörü kullanılarak 0.1 N NaOH ile en az 30 saniye kalıcı pembe renk elde edilinceye kadar titre edilmiştir. Sonuç % laktik asit cinsinden ifade edilmiştir (133).

Yoğurt suyu örneklerinde ise asitlik tayini; 25 mL yoğurt suyu, fenolfitalein varlığında 0,25 N NaOH çözeltisi ile titre edilerek; titrasyon sonucunda harcanan miktar büretten kaydedilerek titrasyon asitliği sonucu bulunmuştur. Elde edilen titrasyon değeri 0.0225 faktörü ile çarpılarak % LA cinsinden hesaplanacaktır (132).

3.2.3.3. Yağ Tayini

0.01 hassasiyette yağ ölçecek şekilde özel yaptırılan gerber bütirometresinin içerisine 10 mL H₂SO₄ (d:1,815±0,002 g/ml) konularak üzerine yavaş bir şekilde 11 mL yoğurt/yoğurt suyu örneği ilave edilmiştir. Örnek üzerine 1 mL amil alkol (d:0,810±0,002 g/ml) ilave edildikten sonra bütirometrenin tıpası sıkıca kapatılmış ve alt-üst hareketi ile iyice karışması sağlandıktan sonra örnekler Gerber santrifüjüne yerleştirilmiştir. Örnekler 1100 devir/dakika hızda 5 dakika santrifüj edilmiş, bütirometrenin skalasında oluşan yağ sütunu okunarak sonuç kaydedilmiştir. Örnek hazırlama esnasında yoğurt örnekleri su ile birebir oranında seyreltildiği için okunan oran iki ile çarpılmış ve örneklerin yağ içerikleri belirlenmiştir (133).

3.2.3.4. Kurumadde Tayini

Belirli miktardaki süzme yoğurt örneğinin 100±2 °C’de sabit tartıma gelinceye kadar kurutulması ile gravimetrik olarak belirlenmiştir (23). Sonuçlar % kurumadde olarak ifade edilmiştir (133, 283).

Önceden etüvde kurutulup, tartımı alınan kurutma kabı içerisine 3 gr yoğurt/3 ml yoğurt suyu örneği alınarak etüvde 100±2°C’de sabit ağırlığa gelene kadar kurutulmuştur. Kurutulan örnekler desikatör içerisinde yerleştirilerek oda sıcaklığında soğutulması için 10 dk beklenmiştir. Hassas terazi kullanılarak yapılan kurutma öncesi ve sonrası alınan tartımlara göre örneklerin kurumadde miktarları %’de olarak hesaplanmıştır (133, 283).

3.2.3.5. Protein Tayini

Yoğurt, süzme yoğurt ve yoğurt suyu örneklerinin protein oranları Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezinde hizmet alımı olarak gerçekleştirilmiştir. Yoğurt ve süzme yoğurt örneklerinin protein tayini elemanter analiz cihazı kullanılarak DUMAS yöntemiyle yapılmıştır (23).

Yoğurt suyu örneklerinin protein tayini ise Bentley, B150 Süt Analiz cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (279).

3.2.3.6. Kül İçeriği Tayini

Bütün numuneler için önceden 200°C’de kül fırınında kurutulup, tartımı alınan krozeler içerisine 3 g yoğurt/yoğurt suyu örneği alınarak 550°C’de kül fırınında örnekler beyaz kül oluncaya kadar yakılmıştır. Örnekler desikatör içine yerleştirilerek oda sıcaklığına getirilmiş ve hassas terazi kullanılarak tartımları yapılmıştır. Sonuçlar % kül miktarı olarak hesaplanmıştır (133).

3.2.3.7. Laktoz Tayini

Yoğurt, süzme yoğurt ve yoğurt suyundaki % laktoz miktarı, kurumadde, kül, protein ve yağ miktarlarının 100’den çıkarılmasıyla hesaplanmıştır.

% Laktoz =% Toplam Kurumadde – (% Yağ + % Protein + % Kül) formülü ile belirlenmiştir. (26).

3.2.3.8. Mineral Maddelerin ICP-OES ile Belirlenmesi

Yoğurt, süzme yoğurt ve serum örneklerinin mineral madde içerikleri (Na, Ca, Mg, K, P) Süleyman Demirel Üniversitesi Deneysel ve Gözlemsel Öğrenci Araştırma ve Uygulama Merkezi tarafından hizmet alımı olarak gerçekleştirilmiştir.

Analiz ICP OES (İndüktif Eşleşmiş Plazma Optik Emisyon Spektrometresi) (Avustralya)’de EPA 6010 metoduna uygun olarak Perkin Elmer OPTIMA 5300 DV (Massachusetts, USA) cihazı kullanılarak yapılmıştır.

Mineral madde tayini için, yoğurt ve süzme yoğurt örneklerinden 1 g alınmış, üzerine 5 ml sülfirik asit+1 ml hidrojen peroksit ilave edilen örnekler milestone marka ETHOS ONE model mikrodalga numune hazırlık ünitesinde (1450 watt) yağ yakma yöntemi ile yakılmıştır. Son hacim 25 mL’ye tamamlanmıştır. Mineral madde miktarları ICP’den mg/g olarak ifade edilmiştir. Elementler Na 214.9 nm, Ca 315.8 nm, Mg 279.0 nm, K 766.4 nm ve P 214.9 nm’ deki dalga boylarında ölçüm yapılmıştır. Element miktarlarının belirlenmesinde, her bir element standardından farklı konsantrasyonlarda çalışma çözeltileri hazırlanmış ve standart kalibrasyon kurveleri çizilmiştir. Oluşturulan kalibrasyon kurvelerinden elementlerin miktarları hesaplanmıştır (50). Çalışma koşulları Tablo 3.1.’de verilmiştir.

Tablo 3.1. ICP-OES'nin çalışma koşulları.

Plazma gaz akış hızı	15 L/dk
Yardımcı gaz akış hızı	0.2 L/dk
Nebulizer gaz akış hızı	0.6 L/dk
Güç	1450 Watts
Pompa hızı	1.5 mL/dk
Yıkama süresi	10 sn min./20 sn max.
Okuma	60 sn
Okuma tekrarlanabilirliği	3

3.2.3.9. Aroma Maddeleri Tayini

Yoğurt, serum ve süzme yoğurtların aroma profilinin belirlenmesinde HS-SPME (Tepe Boşluğu-Katı Faz Mikro Ekstraksiyon) tekniği, Shimadzu (Japan) GC-MS (Gaz Kromatografisi Kütle Spektroskopisi) cihazı kullanılmıştır.

Numune 45°C' de fibersiz 15 dakika fiber ile 30 dakika bekletilip 250 °C'de desorbe edilir. SPME örnek şişesine tartılan 2 g örnek silikon septa ile kapatılmış ve ısıtıcıya yerleştirilip 45°C'de 15 dakika tutularak örneğin dengeye gelmesi sağlanmıştır. CAR/PDMS (Karboksen/Polidimetil Siloksan) fiber şişeye daldırıldıktan sonra ise 45 dakika beklenerek, tepe boşluğundaki uçucu aroma bileşenlerinin fibere adsorbe edilmesi sağlanmıştır. Daha sonra fiber gaz kromatografi cihazının enjeksiyon bloğunda 5 dakika bekletilerek, adsorbe edilen uçucu aroma bileşenleri desorbsiyonla kolona gönderilmiştir.

3.2.3.10. Amino Asit İçeriği Tayini

Yoğurt, süzme yoğurt ve yoğurt suyu örneklerinin amino asit içerikleri Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezinde hizmet alımı şeklinde Shimadzu Prominence Marka HPLC cihazı kullanılarak yapılmıştır.

Tablo 3.2. SPME (Katı faz mikroekstraksiyon) şartları.

Kullanılan Cihaz	Shimadzu (Japan) GC- 2010 Plus
Enjeksiyon Bloğu	250 °C
Dedektör	GCMS-QP2010 SE 70 eV
İyonlaştırma Türü	El
Kullanılan Gaz	Helyum
Kullanılan Kolon	Restek Rx-5Sil MS 30m* 0.25 mm, 0.25 um
Sıcaklık Programı	40 °C’de 2 dakika bekletildikten sonra 250 °C dakikada 4 °C’lik artışa ulaşıyor. 250 °C’de 5 dakika bekliyor.
SPME VİAL	Supelco 27159 15 mL clear PTFE/ Silicone septa Cap

25 g yoğurt, süzme yoğurt ve yoğurt suyu örneği alınmış üzerine 25 mL 0.1 M HCl eklenmiştir. Homojenize edilen karışım 4000 rpm’ de 4 °C’de 20 dakika santrifüjlenmiştir. Üst faz alınmış, üzerine 100 mikrolitre 2N NaOH, 150 mikrolitre doymuş sodyum bikarbonat ve 1 mL dansil klorür konulmuştur. Karışım 40°C’de 45 dakika inkübe edilmiştir. 10 dakika oda sıcaklığında bekletilmiştir. Üzerine 50 mikrolitre % 25 NH₃ eklenmiştir. 30 dakika daha oda sıcaklığında bekletilmiştir. Üzerine 5 mL amonyum asetat:asetonitril eklenmiştir. 0.45 mm’lik filtreden geçirilip HPLC sistemine enjekte edilmiştir. Sonuçlar 254 nm’ de değerlendirilmiştir. Ölçümler Shimadzu Prominence Marka HPLC cihazı kullanılarak yapılmıştır (151, 169). Çalışma koşulları Tablo 3.3.’de verilmiştir.

Tablo 3.3. HPLC'nin çalışma koşulları.

Kolon	ACE5 C-18 (250*4.6 mm, 5 mikrolitre)
Kolon sıcaklığı	40 °C
Akış hızı	1 mL/dak
Enjeksiyon hacmi	50 mikrolitre
Geri kazanım değerleri	% 80
Dedektör	DAD(SPD-M20A)
Kolon fırını	CTO-10ASVp
Pompa	LC20 AT
Autosampler	SIL 20ACHT
Mobil faz	A: 0.1 M Amonyum asetat B: Asetonitril

Tablo.3.4. Gradient Program.

Süre (dk)	A %	B %
1	80	20
25	50	50
40	20	80

3.2.3.11. Biyojen Amin İçeriği Tayini

Yoğurt, süzme yoğurt ve yoğurt suyu örneklerine ait içerikler Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel Analiz ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezinde Shimadzu Prominence Marka HPLC cihazı kullanılarak yapılmıştır (151, 169). Analiz 3.2.3.10'da belirtildiği gibi yapılmıştır. Çalışma koşulları Tablo 3.3.'de verilmiştir.

3.2.4. Yoğurt Suyunun Kirlilik Parametreleri

Yoğurt suyuna ait kirlilik parametreleri Süleyman Demirel Üniversitesi Çevre Mühendisliği bölümünde yapılmıştır.

3.2.4.1. Kimyasal Oksijen İhtiyacı Tayini (KOİ)

KOİ Analizi (LANGE LCK 1014) Hach-DR 5000 spektrofotometresinde LCK 514 (100 - 2 000 mg/l), LCK 314 (15-150 mg/l) kiti kullanılarak yapılmıştır (24).

Numunedeki organik maddenin kimyasal olarak oksidasyonu için gerekli oksijen miktarını ölçmeye yarar. Nehir kirlenmesi ve endüstriyel atıkların incelenmesi çalışmalarında hızlı sonuç veren bir deney olduğundan önemlidir. Yöntem tüm organik maddenin kuvvetli oksitleyici maddelerle asit ortamda oksitlenebilecekleri esasına dayanmaktadır.

Numune karıştırılarak homojen hale getirildikten sonra termoreaktörü açılır ve sıcaklığın 150 °C'ye gelmesi sağlanmıştır. LCK 314 deney kitini önce çalkalandıktan sonra içerisine 2 mL numune ilave edilmiş ve çalkalanmıştır. Hazırlanan kitler ısı reaktörüne yerleştirilip iki saat ısıtılmış ve sonra ısıtıcı kapatılmıştır. Spektrofotometrede mg/L olarak okuma yapılmıştır.

3.2.4.2 Yağ ve Gres Miktarı

Etüvde 103-105⁰C'de kurutulmuş desikatörde bekletilmiş bir beher/kapsül tartılır. Ayırma hunisine 50 mL örnek alınır. Üzerine yaklaşık 20 mL kadar hegzan katılır. Çalkalanarak yağın hegzan fazına geçmesi sağlanır. Bir müddet dinlendikten sonra örnek kısmı atılır. Hegzan fazı tartılan beher/kapsül içine alınır. Çeker ocakta hegzan tamamen uçana kadar ısıtılır. Beher tekrar tartılır. İki tartım arası fark belirlenerek % yağ hesaplanmıştır (24).

3.2.4.3. Askıda Katı Madde Miktarı (AKM)

Deney düzeneği 3 cm çapında ve 1 m boyunda pleksiglas kolon içine yerleştirilmiş olan kum filtreden oluşmaktadır. Filtreye atıksu peristaltik pompa ile beslenecektir. Filtreden AKM oranı yüksek atıksu geçirilmiş ve filtrasyon verimi incelenmiştir. Filtre giriş ve çıkış AKM konsantrasyonları ölçülerek, aradaki fark, filtre giderim verimi olarak belirlenmiştir. AKM analizi, standart metodlar esas alınarak yapılmıştır (24).

Filtre süzme seti üzerine yerleştirilir. Vakum uygulanarak, 3 kez 20'şer mL. damıtık su ile yıkanır. Filtrede hiç su kalmayınca kadar vakum uygulaması sürdürülür ve yıkama suları dökülür. Filtre porselen kröze içine alınarak etüvde 103-105⁰C'de bir saat kurutma yapılır. Kullanılınca kadar desikatörde tutulur. Kullanmadan hemen önce tartılır. İyice karıştırılmış örnekten 100 mL alınır (Alınacak numune miktarı AKM konsantrasyonu 10-200 mg arasında çıkacak şekilde seçilmelidir). Alınan numune, vakum uygulanarak süzme seti yardımıyla filtreden

süzülür. Filtre dikkatle alınır ve porselen krözenin üzerine konur. Etüvde 103-105 °C’de bir saat kurutma yapılır. Desikatörde en az 30 dk kurutulduktan sonra tartma işlemi yapılır. Tartma işlemi ardışık iki tartım arasında fark kalmayınca kadar veya ağırlık kaybı 5 mg’ dan az olana kadar tekrarlanmıştır.

Hesaplama:

Toplam askıda katı madde, mg/L = (A-B) . 1000 / ml numune

A: Filtre + kalıntı ağırlığı (mg)

B: Filtre darası (mg)

3.2.4.4. Toplam Fosfor

EN ISO 6878-1-1986 standart yöntemine göre Fosformolibden Mavisi metodu ile spektrofotometrik olarak ölçümler yapılmış ve okunan değer mg/L’de PO₄ olarak belirlenmiştir (15, 24).

İşlem basamakları:

- ✓ LCK 349 deney kitinin dosicap zip kapağının folyası açılarak içerisine 2 mL örnek ilave edilmiştir.
- ✓ Dosicap zip kapatılmış ve ters çevrildikten sonra kuvvetlice karıştırılmıştır.
- ✓ 100°C ayarlanmış ısı reaktöründe 1 saat parçalanması için bekletilmiştir.
- ✓ Süre sonunda reaktörden alınarak soğutulduktan sonra LCK 349 B’den 0.2 mL tüp içerisine ilave edilmiştir.
- ✓ Deney kitinin üzerine LCK 349 Dosicap C kapatılmış ve 10 dk süreyle çalkalanmıştır.
- ✓ Spektrofotometrede okunan değer mg/L PO₄ olarak kaydedilmiştir.

Tablo 3.5. Toplam fosfor analizi çalışma koşulları.

Ölçüm aralığı: 0,05 - 1,5 mg/L PO₄-P

Ölçüm aralığı (2): 0,15 - 4,5 mg/L PO₄

Parametre:Fosfat, (orto + toplam)

Platform:LCK

Raf ömrü:23 ay üretim tarihinden itibaren

Saklama koşulları:15-25 °C

Sindirim gereklidir:Toplam P için

Standart metot: EN ISO 6878

3.2.5. İstatistiksel Analizler

İstatistiksel analizler “Tesadüf Parselleri Deneme Planı” na göre yapılmış ve MINITAB 22.0 istatistik paket programı kullanılmıştır. Farklılık olup olmadığını saptamak amacıyla tek yönlü varyans analizi uygulanmıştır. Gruplar arası ve tekerrürler arasındaki farklılığın saptanması amacıyla “Tukey” çoklu karşılaştırma testi ve ikili karşılaştırma T testi uygulanmıştır (76).

4. BULGULAR

4.1. Çiğ Sütün Özellikleri

Süzme yoğurt üretiminde kullanılan çiğ sütlerin bileşimine ait ortalama değerler standart hatalarıyla birlikte Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1. Hammadde olarak kullanılan çiğ sütün kimyasal kompozisyonu.

Özellik	A	B
pH	6.64±0.08	6.53±0.01
Titrasyon asitliği (% L.A)	0.15±0.00*	0.14±0.00
Yağsız kurumadde (% YKM)	8.27±0.07*	9.60±0.00
Protein (%)	3.20±0.01	3.38±0.13
Yağ (%)	3.30±0.05	3.40±0.10
Yoğunluk (g/mL)	1.0275±0.00	1.027±0.00

A: 12h süzme süresi uygulayan işletme.

B: 24h süzme süresi uygulayan işletme.

Tablo 4.1. incelendiğinde iki farklı işletmede üretimde kullanılan çiğ sütlerde pH, protein, yağ ve yoğunluk değerleri arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemsiz iken, titrasyon asitliği ve yağsız kurumaddenin ise önemli olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

4.2. Yoğurtların Özellikleri

4.2.1. Yoğurtların Kimyasal Özellikleri

Süzme yoğurt üretiminde kullanılan yoğurtların kimyasal bileşimi, ortalama değerleri ve standart sapmaları ile birlikte Tablo 4.2.’de verilmiştir.

Asitlik, iyi bir yoğurt aroması için belirli sınırlar arasında olması gereken önemli bir kriterdir. Tablo 4.2. incelendiğinde yoğurt örneklerinin pH değerleri 4.21-4.31, titrasyon asitliği laktik asit cinsinden %0.74-0.86 arasında değişim gösterdiği görülmektedir. Yoğurt örneklerinin kurumadde içeriği %9.16-11.45 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Laktoz gerek süt gerekse fermente süt ürünlerinin yapısında ve niteliğinde önemli rol oynamaktadır (42, 134). Laktoz, fermentasyon sırasında oluşan laktik asit, fermente süt ürünlerinin üretiminde gerek yapının, gerekse karakteristik aromanın

oluşumunda önemli bir role sahip bir süt bileşenidir (26, 219, 269). Yoğurt örneklerinin laktoz içeriği %3.81-3.16 arasında değiştiği Tablo 4.2.'de görülmektedir.

Tablo 4.2. Yoğurtların kimyasal bileşimi .

Özellik	A	B
Kurumadde (%)	11.45 ± 2.18	9.16 ± 1,20
Yağ (%)	4.10 ± 0.89	4.60 ± 0.23
Protein (%)	3.06 ± 0.53	3.30 ± 0.41
Laktoz (%)	3.81 ± 1.50	3.16 ± 0.81
Kül (%)	0.48 ± 0.18	0.57 ± 0.06
%LA	0.74 ± 0.05	0.86± 0.01
pH	4.31 ± 0.03	4.21± 0.04

A: 12h süzme süresi uygulayan işletme.

B: 24h süzme süresi uygulayan işletme.

Tablo 4.2.'de görüldüğü gibi yoğurtlarda protein içeriği %3.06-3.30 arasında değişim gösterirken, yağ miktarları %4.10-4.60 arasında değişim göstermiştir. Sütteki mineral maddelerden oluşan ve beslenmede özellikle kemik ve kan oluşumunda önemli olan saf külden incelenen yoğurt örneklerinin kül miktarları % 0.48-0.57 arasında değişmektedir (Tablo 4.2.).

Tablo 4.2. incelendiğinde iki işletmede üretilen yoğurtların farklı üretim parametrelerinin pH, asitlik, kurumadde, yağ, laktoz, protein ve kül değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel açıdan önemsiz olduğu saptanmıştır.

4.2.2. Yoğurtların Mineral Madde İçerikleri

Sütün mineral madde miktarı süt veren hayvanın ırkına ve türüne, laktasyon durumuna, hayvanın mastitisli olup olmadığına, beslenmesine ve mevsime göre değişmektedir.

Süzme yoğurt üretiminde kullanılan yoğurtların mineral madde miktarları ortalama değerleri ve standart sapmaları ile birlikte Tablo 4.3.'de verilmiştir. Tablo incelendiğinde A işletmesinde yoğurtta Ca miktarı 721 mg/kg, K miktarı 1 061 mg/kg, Mg miktarı 78.5 mg/kg, Na 290.5 mg/kg, P miktarı 585.5 mg/kg, B işletmesinde üretilen yoğurdun Ca miktarı 821 mg/kg, K miktarı 1 174 mg/kg, Mg miktarı 102.5 mg/kg, Na 276.5 mg/kg, P miktarı 902 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

Tablo 4.3. Yoğurtların mineral madde miktarları (mg/kg).

Mineraller	A	B
Ca	721±50.9	821±380.4
K	1061±141.4	1174±444.1
Mg	78.5±7.7	102.5±14.8
Na	290.5±55.8	276.5±125.1
P	585.5±115.3	902±355

A: 12h süzme süresi uygulayan işletme.

B: 24h süzme süresi uygulayan işletme.

İki farklı işletmede üretim parametrelerinin, süzme yoğurt eldesi için üretilen yoğurt örneklerindeki mineral madde miktarları üzerine istatistiksel olarak önemli bir etkisi görülmemiştir. Yoğurtların mineral madde miktarları sırasıyla $K > Ca > P > Na > Mg$ olarak tespit edilmiştir.

4.2.3. Yoğurtların Aroma Madde İçerikleri

Yoğurdun karakteristik tat ve aroması *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* tarafından sentezlenen laktik asit başta olmak üzere pürivik, okzalik ve süksinik asit gibi uçucu olmayan asitler ile asetaldehit, aseton, diasetil gibi karbonil bileşenlerinden kaynaklanmaktadır (162, 201, 268).

Bunların yanı sıra uçucu yağ asitleri gibi bazı uçucu bileşenler (formik, asetik, bütirik veya propiyonik asit) (76, 282) ve ısı uygulama sırasında laktoz, protein ve lipitlerden oluşan aldehitler, ketonlar, alkoller, laktonlar ve sülfür bileşikleri gibi bazı parçalanma ürünleri de yoğurdun tat ve aromasında birincil öneme sahiptir (260).

Yoğurdun karbonil bileşenleri ve diğer uçucu bileşenler standart sapmaları ile birlikte Tablo 4.4'de görülmektedir. Tablo incelendiğinde yoğurdun karbonil bileşenlerinden asetaldehit, aseton, diasetil bileşenlerinin miktarları sırasıyla %12.83-13.78, %6.63-5.74, %12.01-15.39, %8.97-12.81 tespit edilirken, diğer uçucu bileşenlerin % miktarları Tablo 4.4'de belirtilmiştir. Çalışma sonucunda yoğurtlarda toplam 27 uçucu bileşen belirlenmiştir. Tablo 4.4. incelendiğinde yoğurtlarda asitlerden; asetik asit %1.49-0.88, bütirik asit %0.17-1.23, hekzonik asit %0.33-0.70 olarak saptanmıştır.

Tablo 4.4. Yoğurtların aroma maddeleri (%).

Karbonil Bileşenler	A	B
Asetaldehit	12.83±1.15 x	13.78±0.70 x
Aseton	15.39 ±1.14 x	12.01±2.50 x
Diasetil	12.81±0.19x**	8.97±0.57 y**
Asetonin	6.63±2.73 x	5.74±0.32 x
2-Pentanon Metil Propil Keton	0.15±0.15 x	0.61±0.61 x
2,3-Pentandion	2.30±0.36 x	2.91±0.51 x
1-Propen,3-bromo,Allil bromür	3.13±0.08 x*	1.09±1.09 y*
2-nonanon metil heptil keton	0.93±0.12 x	2.45±0.79 x
2-Heptanon heptan-2-on	4.11±0.51 x*	2.75±0.90 y*
Asitler	A	B
Asetik asit	1.50±0.54 x	0.88±0.00 x
Bütirik asit	0.17±0.17 x	1.23±0.46 x
Heksanoik asit	0.33±0.33x	0.70±0.69x
Hidrokarbonlar	A	B
Heptan	2.05±0.47 x	1.35±0.02 x
Pentan,2,4-Dimetil	13.29±0.71x**	17.92±1.40y**
Aromatik Bileşikler	A	B
Benzen,metil-toluen	0.88 ±0.34 x*	0.56±0.56 y*
Simen <para->	0.99±0.11 x	0.88±0.15 x
Alfa-Pinen	1.99±0.15	3.14±0.52
Beta-felandren	0.76±0.06	0.53±0.25
2-Beta-pinen	1.20±0.43	1.00±0.23
Terpenler	A	B
dl- Limonen	19.74±0.60	23.05±12.28
Cis-osimen	0.40±0.40	0.46±0.46
Beta-osimen	TE	0.25±0.25
Gama-terpinen	TE	0.25±0.25
Beta-mirsen	2.48±1.11	2.69±0.87
Delta 3-Karen	0.93±0.07	0.72±0.720
Beta-mirsen	2.48±1.11	2.69±0.87
Ökaltirol (1,8-sineol)	0.32±0.32 x	0.59±0.59 x

A: 12h süzme süresi uygulayan işletme.

B: 24h süzme süresi uygulayan işletme.

TE: Tespit edilemedi.

(x,x) Aynı harflerle ifade edilen parametreler arasında fark yoktur (p>0.05).

(x,y) Farklı harflerle ifade edilen parametreler arasında anlamlı fark vardır:

*p 0.05 aralığında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır (*p<0.05).

p 0.01 aralığında yüksek düzeyde anlamlı fark vardır (p<0.01).

Tablo 4.4.'de görüldüğü gibi çalışma sonucuna göre farklı süzme sürelerinin yoğurtlarda 1-Propen,3-bromo, Allil bromür, benzen,metil-toluen, 2-heptanon heptan-2-on miktarları üzerine önemli etkisi (p<0.05) bulunurken, bütandion diasetil, Pentan,2,4-Dimetil üzerine etkisi ise istatistiksel olarak yüksek düzeyde önemli olduğu tespit edilmiştir (p<0.01).

4.2.4. Yoğurtların Amino Asit İçerikleri

Yoğurdun serbest amino asit içeriği, süte uygulanan ısı işlemi ve yoğurt starter kültürlerinin proteolitik etkisinden dolayı, süttekinden daha yüksektir (275). Süt ve yoğurdun azotlu bileşen profilleri fermantasyon ve soğuk depolama sürecinde *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un proteolitik aktivitesine bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Temel olarak azotlu bileşiklerin miktarında artma yönündeki değişim peptitlerin ve amino asitlerin süt proteinlerinden açığa çıkmasından kaynaklanır (269).

Yoğurtların amino asit içeriklerine ait ortalama değerler standart hatalarıyla birlikte Tablo 4.5.'de verilmiştir.

Tablo 4.5. Yoğurtların amino asit içerikleri (mg/kg).

Esansiyel Amino asitler	A	B
Histidin	24.85±5.29 x	17.04±15.36 x
İsolösin	0.80±0.67 x	0.41±0.21 x
Lösin	2.02±1.68 x	2.11±0.25 x
Lisin	34.04±1.33 x*	38.68±1.18 y*
Metionin	1.21±0.11 x	0.77±0.28 x
Fenilalanin	21.53±5.40 x	16.24±3.02 x
Treonin	9.18±0.45 x**	26.29±2.38 y**
Valin	1.19±0.03 x*	1.67±0.19 y*
Esansiyel olmayan amino asitler	A	B
Alanin	20.77±16.13 x	25.44±4.13 x
Aspartik asit	7.42±0.20 x**	33.96±2.87 y**
Glutamik asit	86.23±7.11 x	168.18±96.06 x
Serin	10.75±1.91 x**	61.57±2.21 y**
Arginin	7.93±0.20 x**	36.41±0.94 y**
Glisin	2.45±1.53 x	3.20±0.24 x
Prolin	35.03±5.91 x	29.45±3.62 x
Tirozin	105.23±13.12 x	131.18±15.98 x
Toplam amino asit	370.63±61.07	593.27±61.92
Esansiyel amino asitler	94.82±14.96	103.88±22.87
Esansiyel olmayan amino asitler	275.81±46.11	489.39±39.05

A: 12h süzme süresi uygulayan işletme.

B: 24h süzme süresi uygulayan işletme.

(x,x) Aynı harflerle ifade edilen parametreler arasında fark yoktur (p>0.05).

(x,y) Farklı harflerle ifade edilen parametreler arasında anlamlı fark vardır:

*p 0.05 aralığında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır (*p<0.05).

p 0.01 aralığında yüksek düzeyde anlamlı fark vardır (p<0.01).

Araştırma sonuçlarında göre iki farklı işletmede uygulanan farklı süzme sürelerinin lizin ve valin miktarları üzerine etkisi önemli ($p<0.05$) bulunurken, serin, arginin, aspartik asit ve treonin üzerine etkisi ise istatistiksel olarak yüksek düzeyde önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.01$).

4.2.5. Yoğurtların Biyojen Amin İçerikleri

Biyojen aminler (BA) bitkiler, hayvanlar ve mikroorganizmaların metabolik işlemleri sonucunda ve genellikle amino asitlerin dekarboksilasyonu ile oluşur (108, 140).

Fermente gıdalarda oluşan BA miktarı ve türleri; gıdanın bileşimi, mikrobiyel flora, gıdanın üretimi ve depolanması sırasında bakteri gelişimine sebep olan diğer parametrelerden önemli ölçüde etkilenmektedir (140).

Gıdalarda BA düşük seviyelerde olduğunda ciddi bir risk olarak değerlendirilmemektedir. Ancak aşırı miktarda tüketildiğinde, insan sağlığında ciddi toksikolojik etkilere neden olabilmektedir (212). Tiramin ve β -feniletilamin gibi BA, bazı hastalarda hipertansif krizin ve diyet kaynaklı migrenin öncüleri olarak bildirilmiştir. Histamin ise gıda zehirlenmesinin çeşitli salgınlarına neden olan ajan olarak belirlenmiştir (205). Putresin ve kadaverin gibi ikincil aminler, histaminin toksik gücünü arttırabildikleri gibi, gıda zehirlenmelerinde de önemli rol oynamaktadır (45). Putresin, spermin, spermidin ve kadaverinin sağlık üzerine olumsuz etkisi belirlenmemiştir, ancak bu BA karsinojenik nitrozaminler oluşturmak için nitrit ile reaksiyona girebilmekte ve ayrıca bozulma indikatörleridir (78,114). Triptamin insanlarda kan basıncını arttırıp, hipertansiyona sebep olarak toksik etki göstermektedir (240).

Yoğurtların BA içeriklerine ait ortalama değerler standart hatalarıyla birlikte Tablo 4.6.'da verilmiştir.

Tablo 4.6 incelendiğinde yoğurtların biyojen aminleri sırasıyla histamin 2.45-2.70 mg/kg, tiramin 3.8-10.51 mg/kg, β -feniletilamin 107.50-111.42 mg/kg, kadaverin 226.2-560.3 mg/kg, putresin 1.31-1.6 mg/kg, triptamin 65.02-129.13 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

Tablo 4.6. Yoğurtların BA içerikleri (mg/kg).

BA	A	B
Histamin	2.45±1.33 x	2.70±0.79 x
Tiramin	3.80±1.74 x	10.51±2.81 x
β Feniletilamin	107.50±89.91 x*	111.42±13.96 y*
Kadaverin	226.20±195.10 x*	560.30±455.50y*
Putresin	1.60±1.00 x*	1.31±0.26 y*
Triptamin	65.02±5.72 x**	129.13±4.60y**
Toplam BA	406.57±29.80	815.37±47.92

A: 12h süzme süresi uygulayan işletme.

B: 24h süzme süresi uygulayan işletme.

(x,x) Aynı harflerle ifade edilen parametreler arasında fark yoktur ($p>0.05$).

(x,y) Farklı harflerle ifade edilen parametreler arasında anlamlı fark vardır:

p 0.05 aralığında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0.05$).

p 0.01 aralığında yüksek düzeyde anlamlı fark vardır ($p<0.01$).

Tablo 4.6 incelendiğinde A işletmesinde üretilen yoğurtların BA sırasıyla; histamin 2.45 mg/kg, tiramin 3.80 mg/kg, β-feniletilamin 107.50 mg/kg, kadaverin 226,20 mg/kg, putresin 1.60 mg/kg, triptamin 65.02 mg/kg iken, B işletmesinde üretilen yoğurtların biyojen aminleri sırasıyla histamin 2.70 mg/kg, tiramin 10.51 mg/kg, β-feniletilamin 111.42 mg/kg, kadaverin 560.30 mg/kg, putresin 1.31 mg/kg, triptamin 129.13 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

İki farklı işletmede yoğurt üretiminde kullanılan farklı üretim parametrelerinin yoğurtların BA'den histamin, tiramin içeriği üzerine etkisi önemsiz, β-feniletilamin, kadaverin, putresin içeriği üzerine etkisi önemli ($p<0.05$), triptamin içeriği üzerine etkisi yüksek düzeyde önemli ($p<0.01$) bulunmuştur.

4.3. Süzme Yoğurtların Özellikleri

4.3.1. Süzme Yoğurtların Kimyasal Özellikleri

Süzme yoğurt üretiminde kullanılan yoğurtların kimyasal bileşimi ortalama değerleri ve standart sapmaları ile birlikte Tablo 4.7.'de verilmiştir.

Tablo 4.7. Süzme yoğurtların kimyasal bileşimi (%).

Özellik	A	B
KM	18.58±0.59 x	19.11±2.77 x
Yağ	6.50±0.87 x*	6.20±0.05 x*
Protein	7.34±1.26 x	7.82±1.60 x
Laktoz	3.75±2.55 x	3.96±1.97 x
Kül	0.64±0.01 x	0.78±0.10 x
Titrasyon asitliği (%LA)	1.10±0.03 x*	1.30±0.07 y*
pH	4.23±0.04 x*	3.99±0.01 y*

A: 12h süzme süresi uygulayan işletme.

B: 24h süzme süresi uygulayan işletme.

(x,x) Aynı harflerle ifade edilen parametreler arasında fark yoktur ($p>0.05$).

(x,y) Farklı harflerle ifade edilen parametreler arasında anlamlı fark vardır:

p 0.05 aralığında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0.05$).

p 0.01 aralığında yüksek düzeyde anlamlı fark vardır ($p<0.01$).

Tablo 4.7. incelendiğinde süzme yoğurt örneklerinin pH değerleri 3.99 ile 4.23 arasında değişim göstermiştir. İki işletmede üretilen süzme yoğurtların pH değerleri karşılaştırıldığında süzülme süresinin pH üzerine etkisi istatistiksel açıdan $p<0.05$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Araştırma çalışmasında pH değerlerinin yüksek çıkması kullanılan hammaddeden, pastörizasyon sıcaklığından, inkübasyon koşulları ve süzme süresi gibi faktörlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Şekil 3.1).

Süzme yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değerleri laktik asit cinsinden %1.10-1.30 arasında değişmektedir. Süzülme süresinin süzme yoğurtların asitlik değerleri üzerine olan etkisi $p<0.05$ seviyesinde önemli bulunmuştur.

Tablo 4.7. incelendiğinde süzme yoğurt örneklerinin kurumadde içeriği %18.58-19.11 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Uygulanan farklı süzülme sürelerine bağlı olarak süzme yoğurt örneklerinin kurumadde miktarlarındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Süzme yoğurt örneklerinin laktoz içeriği %3.75-3.96 arasında değişmektedir. Süzme yoğurt örneklerinin süzülme sürelerine bağlı olarak laktoz miktarlarındaki fark istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.

Tablo 4.7.'de görüldüğü gibi süzme yoğurtlarda protein içeriği %7.34-7.82 ve kül miktarları %0.64-0.78 arasında değişim göstermiştir. Yoğurtlarda protein ve kül

miktarı üzerine farklı üretim parametrelerinin etkisinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu saptanmıştır.

Süzme yoğurt örneklerinin yağ miktarları %6.50-6.20 arasında değiştiği Tablo 4.5.'de görülmektedir. Süzme yoğurtlardaki yağ değerleri üzerine süzme süresinin etkisinin istatistiksel açıdan $p < 0.05$ seviyesinde önemli bulunmuştur.

4.3.2. Süzme Yoğurtların Mineral Madde İçerikleri

Süzme yoğurtların mineral madde miktarları ortalama değerleri ve standart sapmaları ile birlikte Tablo 4.8.'de verilmiştir.

Tablo 4.8. Süzme Yoğurtların mineral madde miktarları (mg/kg).

Mineraller	A	B
Ca	811±56.50	841.5±20.50
K	1 195±106.10	1 259.5±20.50
Mg	97.5±4.90	114.5±26.10
Na	299.5±12.00	291±18.30
P	835.5±89.80	1 113±766.50

A: 12h süzme süresi uygulayan işletme.

B: 24h süzme süresi uygulayan işletme.

Tablo 4.8. incelendiğinde süzme süresi 12h olan yoğurttan elde edilen yoğurt suyunun Ca miktarı 811 mg/kg, K miktarı 1 195 mg/kg, Mg miktarı 97.5 mg/kg, Na 299.5 mg/kg, P miktarı 835.5 mg/kg, süzme süresi 24h olan yoğurttan elde edilen yoğurt suyunun Ca miktarı 841.5 mg/kg, K miktarı 1 259.5 mg/kg, Mg miktarı 114.5 mg/kg, Na 291 mg/kg, P miktarı 1113 mg/kg, olarak tespit edilmiştir.

Üretimde ele alınan farklı süzme süresi parametresinin, süzme yoğurt eldesi için üretilen yoğurt örneklerindeki mineral madde miktarları üzerine istatistiksel olarak önemli bir etkisi görülmemiştir. Süzme yoğurtların mineral madde miktarları sırasıyla $K > P > Ca > Na > Mg$ olarak tespit edilmiştir.

4.3.3. Süzme Yoğurtların Aroma Madde İçerikleri

Yoğurdun temel tat ve aromasını başlıca karbonil bileşenleri asetaldehit, etanol, aseton, diasetil ve asetoin oluşturmaktadır (52, 53, 145, 190, 217, 290).

Süzme yoğurdun aroma bileşenleri ve standart sapmaları ile birlikte Tablo 4.9.'da verilmiştir.

Tablo 4.9. Süzme yoğurtların aroma bileşenleri (%)

Karbonil Bileşenler	A	B
Asetaldehit	11.26±1.19	14.29±7.06
Aseton	11.56±2.26	9.57±2.93
Diasetil	8.35±0.14	5.08±5.08
Asetonin	4.35±3,67 ^x	4.67±1.85 ^x
2-Pentanon Metil Propil Keton	0.44±0,44 ^{x**}	0.69±0.38 ^{y**}
2,3-Pentandion	2.36±0.28 ^{x**}	0.54±0.09
1-Propen,3-bromo,Allil bromür	1.97±1.97	TE
2-nonanon metil heptil keton	0.76±0.26 ^{x**}	3.89±1.40 ^{y**}
2-Heptanon heptan-2-on	2.82±0.80	4.77±2.00
Asitler	A	B
Asetik asit	3.04±1.26 ^{x**}	5.74±0.46 ^{y**}
Bütirik asit	0.22±0.22	0.21±0.21
Heksanoik asit	TE	0.71±0.71
Hidrokarbonlar	A	B
Heptan	3.07±1.19	0.88±0.06
Pentan,2,4-Dimetil	20.84±4.44	16.77±6.45
Alkoller	A	B
3-Metil-1-Bütanol	0.67±0.35 ^{x**}	0.00±0.00 ^{y**}
Aromatik Bileşikler	A	B
Benzen,metil-toluen	0.45±0.03 ^{x**}	0.15±0.15 ^{y**}
Simen <para->	1.03±0.15	0.71±0.71
Alfa-Pinen	1.99±0.15	3.14±0.52
Beta-felandren	0.76±0.06	0.53±0.25
2-Beta-pinen	1.20±0.43	1.00±0.23
Terpenler	A	B
dl- Limonen	19.74±0.60	23.05±12.28
Cis-osimen	0.40±0.40	0.46±0.46
Beta-osimen	TE	0.25±0.25
Gama-terpinen	TE	0.25±0.25
Beta-mirsen	2.48±1.11	2.69±0.87
Delta 3-Karen	0.93±0.07	0.72±0.720
Beta-mirsen	2.48±1.11	2.69±0.87

A: 12h süzme süresi uygulayan işletme.

B: 24h süzme süresi uygulayan işletme.

TE: Tespit edilemedi.

(x,x) Aynı harflerle ifade edilen parametreler arasında fark yoktur (p>0.05).

(x,y) Farklı harflerle ifade edilen parametreler arasında anlamlı fark vardır:

*p 0.05 aralığında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır (*p<0.05).

p 0.01 aralığında yüksek düzeyde anlamlı fark vardır (p<0.01).

Süzme yoğurtlarında asetaldehit %11.26-14.29, aseton %11.56-9.57, diasetil %8.35-5.08 ve asetoin içeriği ise %4.35-4.67 arasında tespit edilmiştir. İki farklı işletmede kullanılan farklı üretim parametrelerinden süzme süresinin süzme yoğurtların asetaldehit, asetoin, aseton, diasetil miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz tespit edilmiştir.

Tablo 4.9.'da görüldüğü gibi çalışma sonucunda süzme yoğurtlarda toplam 27 uçucu bileşen belirlenmiştir. Bunlardan, asetik asit, 2,3-Pentadione, heptane, 3-methyl-1-butanol, benzene, 2-nonanone içeriklerinin farklı üretim parametrelerinin aroma maddeleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Tablo 4.9. incelendiğinde süzme yoğurtlarda asitlerden asetik asit %3.04-5.74, bütirik asit %0.22-0.21, hekzanoik asit %0.00-0.71 olarak tespit edilirken, alkollerden 3-Metil-1-bütanol %0.00-0.67 düzeyinde saptanmıştır.

4.3.4. Süzme Yoğurtların Amino Asit İçeriği

Protein parçalanması sonucu açığa çıkan proteoliz ürünleri yoğurtta tat aroma gelişimini peynirdeki kadar önemli düzeyde etkilememektedir. Ancak proteoliz sonucu açığa çıkan treonin ve metionin gibi bazı amino asitler aroma maddeleri sentezi için başlangıç ürünü olarak kullanılmaktadır (152, 197, 201).

Yoğurtta serbest amino asit miktarı, süt türü, laktasyon dönemi, ısı işlem şiddeti, üretim teknolojisi, bakteri suşu ve depolama koşulları gibi çevresel faktörlerle etkilenir (311).

Yoğurtta serbest amino asit içeriği genellikle süttten daha fazladır. Her ne kadar yoğurt bakterileri zayıf proteolitik özellik gösterse de fermentasyon sırasında yoğurtta önemli ölçüde proteolize neden olabilmektedir (144, 163, 201).

Süzme yoğurtların amino asit içeriklerine ait ortalama değerler standart hatalarıyla birlikte Tablo 4.10'da verilmiştir. Tablo incelendiğinde iki farklı işletmede üretilen süzme yoğurtların amino asit miktarlarındaki farklılık görülmektedir. Tirozin, lizin, glutamik asit, prolin miktarları sırasıyla 75.37-89.09 mg/kg, 43.37-31.45 mg/kg, 21.93-57.72 mg/kg, 19.87-17.94 en yüksek tespit edilmiştir.

Araştırma sonuçlarına göre iki farklı işletmede üretim parametrelerindeki değişkenlerin süzme yoğurtların arginin ve alanin miktarları üzerine önemli etkisi ($p<0.05$) bulunurken, izolosin, fenilalanin, aspartik asit, glutamik asit ve tirozinin

üzerine etkisi ise istatistiksel olarak yüksek düzeyde önemli olduğu tespit edilmiştir (p<0.01).

Tablo 4.10. Süzme yoğurtların amino asit içerikleri. (mg/kg).

Esansiyel Amino asitler	A	B
Histidin	9.59±3.89 x	6.95±1.56 x
İsolösin	0.17±0.17 x**	2.85±0.17 y**
Lösin	1.55±0.29 x	3.59±1.25 x
Lisin	43.38±9.91 x	31.45±1.08 x
Metionin	1.61±0.25 x	1.32±0.97 x
Fenilalanin	6.91±1.45 x**	21.28±1.08 y**
Treonin	8.15±1.77 x	11.07±1.40 x
Valin	1.88±0.09 x	1.84±0.61 x
Esansiyel olmayan amino asitler		
Alanin	7.96±2.23 x*	59.09±1.93 y*
Aspartik asit	10.72±0.55 x**	3.61±0.82 y**
Glutamik asit	21.93±1.32 x**	57.72±4.15 y**
Serin	8.34±6.56 x	3.34±0.19 x
Arginin	12.15±3.32 x*	43.52±9.38 y*
Glisin	1.31±0.05 x	27.95±1.79 x
Prolin	19.88±3.31 x	17.94±1.87 x
Tirozin	75.37±15.92 x	89.09±2.22x
Toplam amino asit	230,87±21.08	593.27±30.47
Esansiyel amino asitler	73,23±17.82	103.88±8.12
Esansiyel olmayan amino asitler	157.64±3.26	489.39±22.35

A: 12h süzme süresi uygulayan işletme.

B: 24h süzme süresi uygulayan işletme.

(x,x) Aynı harflerle ifade edilen parametreler arasında fark yoktur (p>0.05).

(x,y) Farklı harflerle ifade edilen parametreler arasında anlamlı fark vardır:

*p 0.05 aralığında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır (*p<0.05).

p 0.01 aralığında yüksek düzeyde anlamlı fark vardır (p<0.01).

4.3.5. Süzme Yoğurtların Biyojen Amin İçeriği

Biyojen aminler, doğal olarak insan, hayvan, bitki ve mikroorganizmaların hücresel metabolik aktiviteleri sonucu üretilen, alifatik (putresin, kadaverin, spermin, spermidin), aromatik (tiramin, β-feniletılamin) ve özellikle de heterosiklik (histamin, triptamin) yapılar içeren düşük molekül ağırlıklı organik bazlardır (139, 230,272). Ayrıca bu aminler, balık ve balık ürünleri, süt ürünleri, et ve et ürünleri, çikolata, şarap ve bira gibi proteince zengin fermente gıdaların işlenmesi, olgunlaşması ve depolanması sırasında, proteinlerin biyokimyasal ve/veya mikrobiyolojik

etkileşimlerine bağlı olarak genellikle serbest kalan aminoasitlerin dekarboksilasyonu sonucu oluşan küçük moleküllü toksik bileşiklerdir (114,139, 247).

Süzme yoğurtların BA içeriklerine ait ortalama değerler standart hatalarıyla birlikte Tablo 4.11.'de verilmiştir.

Tablo 4.11. Süzme yoğurtların BA içerikleri (mg/kg).

BA	A	B
Histamin	2.16±0.07x	23.65±17.90x
Tiramin	4.52±0.38x**	5.49±0.40y**
β-Feniletılamin	104.98±62.86x	96.31±27.86x
Kadaverin	433.50±74.00 x**	1 240.70±10.30y**
Putresin	1.36±0.89x	2.94±1.47x
Triptamin	64.0±7.56x	46.56±30.30x
Toplam BA	610.52±145.76	1 455±88.23

A: 12h süzme süresi uygulayan işletme.

B: 24h süzme süresi uygulayan işletme.

(x,x) Aynı harflerle ifade edilen parametreler arasında fark yoktur ($p>0.05$).

(x,y) Farklı harflerle ifade edilen parametreler arasında anlamlı fark vardır:

* $p < 0.05$ aralığında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır (* $p < 0.05$).

** $p < 0.01$ aralığında yüksek düzeyde anlamlı fark vardır (** $p < 0.01$).

Tablo 4.11 incelendiğinde A işletmesinde üretilen süzme yoğurtların BA'leri sırasıyla histamin 2.16 mg/kg, tiramin 4.52 mg/kg, β-feniletılamin 104.98 mg/kg, kadaverin 433.5 mg/kg, putresin 1.36 mg/kg, triptamin 64.0 mg/kg iken, B işletmesinde üretilen süzme yoğurtların biyojen aminleri sırasıyla histamin 23.65 mg/kg, tiramin 5.49 mg/kg, β-feniletılamin 96.31 mg/kg, kadaverin 1 240.7 mg/kg, putresin 2.94 mg/kg, triptamin 46.56 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

Süzme yoğurt üretiminde kullanılan farklı süzme süresi parametresinin süzme yoğurtların BA'lerden histamin, β-feniletılamin, putresin, triptamin içeriği üzerine etkisi önemsiz bulunurken, tiramin ve kadaverin içeriği üzerine etkisi yüksek düzeyde önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur.

4.4. Yoğurt Suyunun Özellikleri

4.4.1. Yoğurt Suyunun Kimyasal Özellikleri

Süzme yoğurt üretiminde kullanılan yoğurtların süzme işlemi sırasında elde edilen yoğurt suyunun kimyasal bileşimi ortalama değerleri ve standart sapmaları ile birlikte Tablo 4.12.'de verilmiştir.

İki işletmede üretilen yoğurtların süzülmesi ile elde edilen süzme yoğurt suyunun pH ve titrasyon asitliği değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel açıdan $p < 0.05$ seviyesinde önemli bulunmuştur.

Tablo 4.12. Yoğurt suyunun kimyasal özellikleri (%).

Özellik	A	B
Kurumadde	5.58 ± 0.05 x**	5.19 ± 0.21 y**
Yağ	0.34 ± 0.02 x*	0.56 ± 0.00 y*
Protein	0.80 ± 0.01 x**	0.75 ± 0.01 y**
Laktoz	3.83 ± 0.04 x	3.26 ± 0.07 x
Kül	0.61 ± 0.07 x	0.62 ± 0.00 x
SH	9.18 ± 0.42 x**	12.65 ± 0.12 y**
pH	4.34 ± 0.05 x**	4.06 ± 0.02 y**

A: 12h süzme süresi uygulayan işletme.

B: 24h süzme süresi uygulayan işletme.

(x,x) Aynı harflerle ifade edilen parametreler arasında fark yoktur ($p > 0.05$).

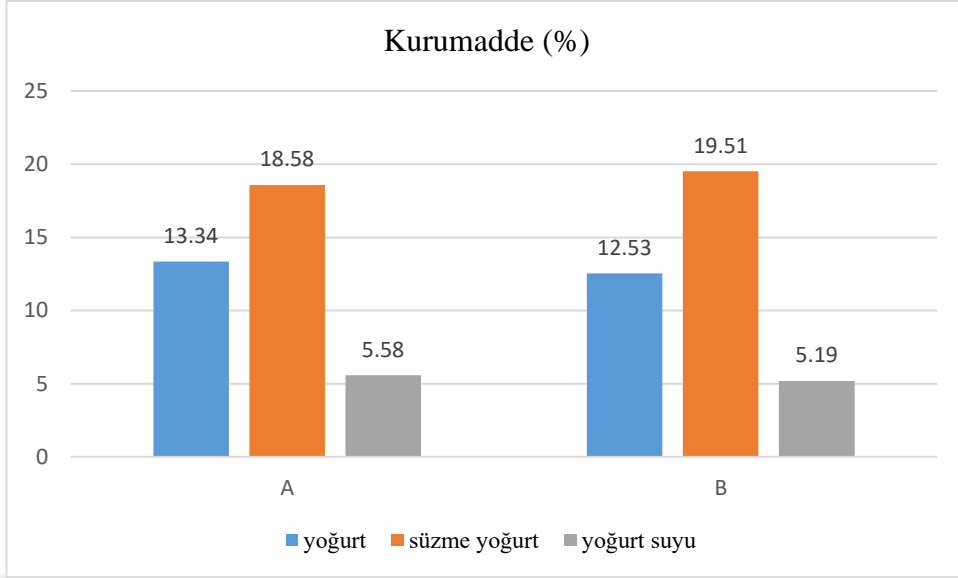
(x,y) Farklı harflerle ifade edilen parametreler arasında anlamlı fark vardır:

p 0.05 aralığında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p < 0.05$).

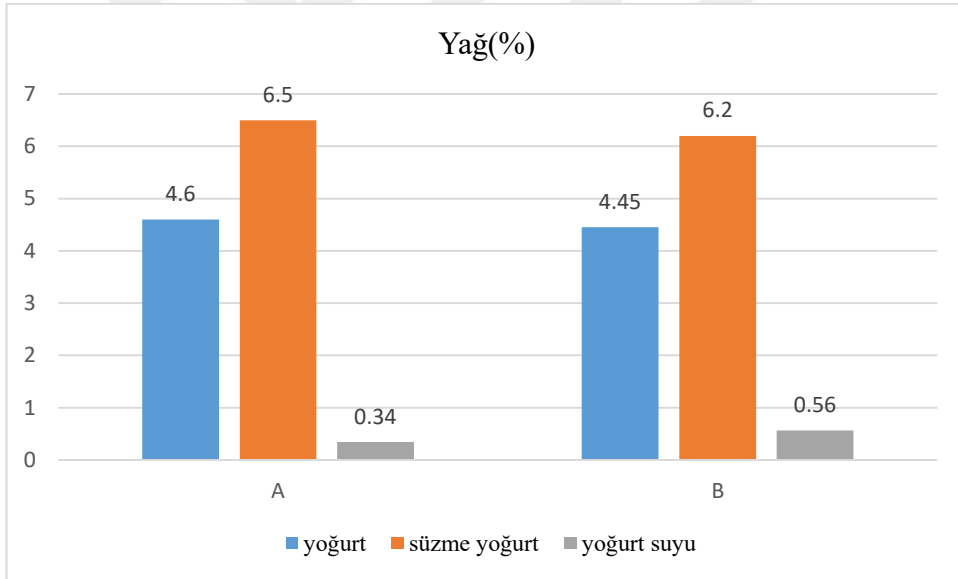
p 0.01 aralığında yüksek düzeyde anlamlı fark vardır ($p < 0.01$).

Şekil 4.1.'de yoğurt, süzme yoğurt ve yoğurt sularının kurumadde miktarları % olarak verilmiştir. Farklı süzme süresi uygulanan iki işletmede üretilen yoğurtların süzülmesi ile elde edilen yoğurt suyunun kurumadde değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel açıdan $p < 0.05$ seviyesinde önemli bulunmuştur.

Sonuçlara göre kurumadde içerikleri %12.53 ve %13.34 olan yoğurtlardan üretilen süzme yoğurtların kurumadde oranları sırasıyla %18.58 ve %19.11 bulunmuştur. Şekil 4.1.'de görüldüğü gibi yoğurt suyunun kuru madde içeriği ise, %5.19-5.58 arasında değişim göstermiştir.



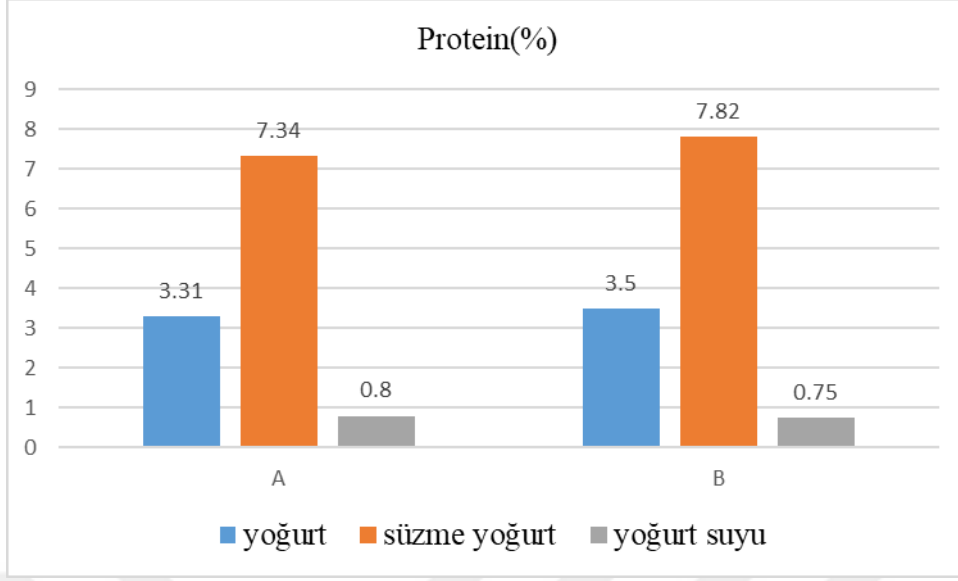
Şekil 4.1. Yoğurt, süzme yoğurt ve yoğurt suyu kurumadde değerleri (%).



Şekil 4.2. Yoğurt, süzme yoğurt ve yoğurt suyu yağ değerleri (%).

Şekil 4.2.'de yoğurt, süzme yoğurt ve yoğurt sularına ait yağ değerleri görülmektedir. İki farklı işletmede uygulanan farklı üretim parametrelerinden süzme süresinin yoğurt sularının yağ değerleri üzerine etkisi $p < 0.05$ seviyesinde önemli bulunmuştur.

Şekil 4.3.' de yoğurt, süzme yoğurt ve yoğurt sularına ait protein miktarları % olarak verilmiştir. Şekil 4.3.'de görüldüğü gibi proteinin yoğurt sularına ait

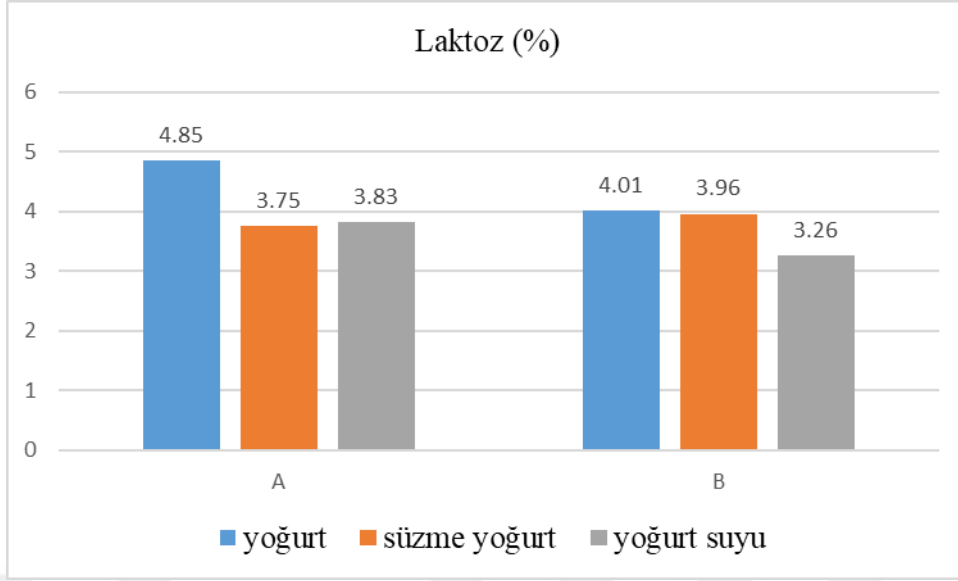


Şekil 4.3. Yoğurt, süzme yoğurt ve yoğurt sularının protein değerleri (%).

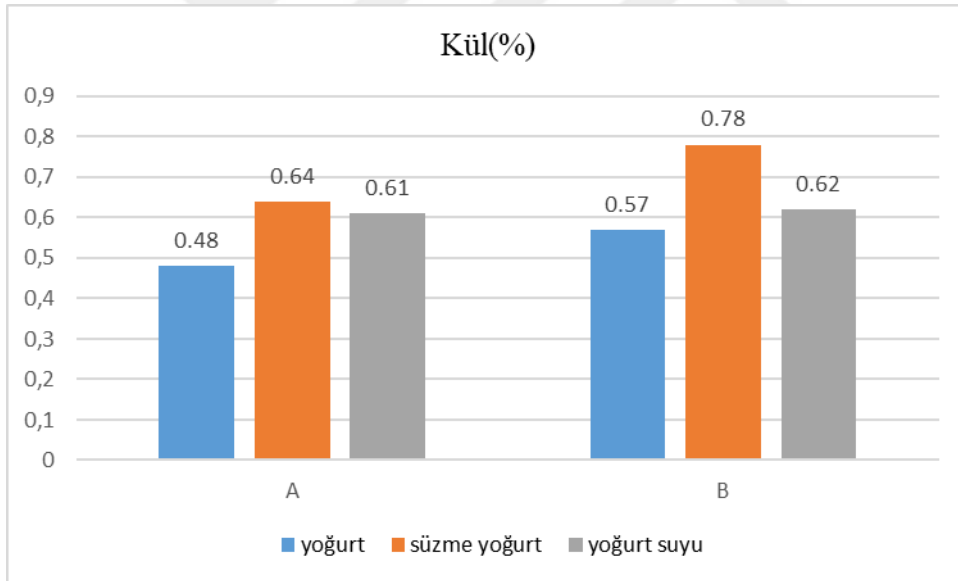
miktarları %0.75-0.8 arasında değişmiştir. İki farklı işletmede uygulanan farklı üretim parametrelerinden süzme süresinin yoğurt sularının protein değerleri üzerine etkisi $p < 0.05$ seviyesinde önemli bulunmuştur.

Şekil 4.4.'de yoğurt, süzme yoğurt ve yoğurt sularının laktoz miktarları % olarak verilmiştir. Şekil 4.4.'de görüldüğü gibi yoğurt suyunun laktoz miktarları %3.72-3.79 arasında değişmiştir. Yoğurt sularının laktoz oranlarının birbirine yakın oldukları görülmüştür. Yoğurt sularının laktoz değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel açıdan $p > 0.05$ seviyesinde önemsiz bulunmuştur.

Şekil 4.5.'de görüldüğü gibi yoğurt sularının kül değerleri %0.61-0.62 arasında değişmiştir. Yoğurt sularındaki kül değerleri birbirine yakın olup süzme yoğurt üretimi için elde edilen yoğurt sularının kül miktarları üzerine süzme sürelerinin farklılığı istatistiksel açıdan önemsizdir ($p > 0.05$).



Şekil 4.4. Yoğurt, süzme yoğurt ve yoğurt suyu laktoz değerleri (%).



Şekil 4.5. Yoğurt, süzme yoğurt ve yoğurt suyu kül değerleri (%).

4.4.2. Yoğurt Suyunun Mineral Madde İçeriği

Süzme işlemi sırasında elde edilen yoğurt sularının mineral madde miktarları ortalama değerleri ve standart sapmaları ile birlikte Tablo 4.13.'de verilmiştir.

Tablo 4.13. Yoğurt suyunun mineral madde miktarları (mg/kg).

Mineraller	A	B
Ca	1 006±36.8 x*	1 062.5±21.9 y*
K	1 500.5±17.7 x*	1 524.5±6.4 y*
Mg	105.5±3.5 x**	116±715.6 y**
Na	418.5±60.1 x	415.5±14.8 x
P	478±5.6 x	481±12.7 x

A: 12h süzme süresi uygulayan işletme.

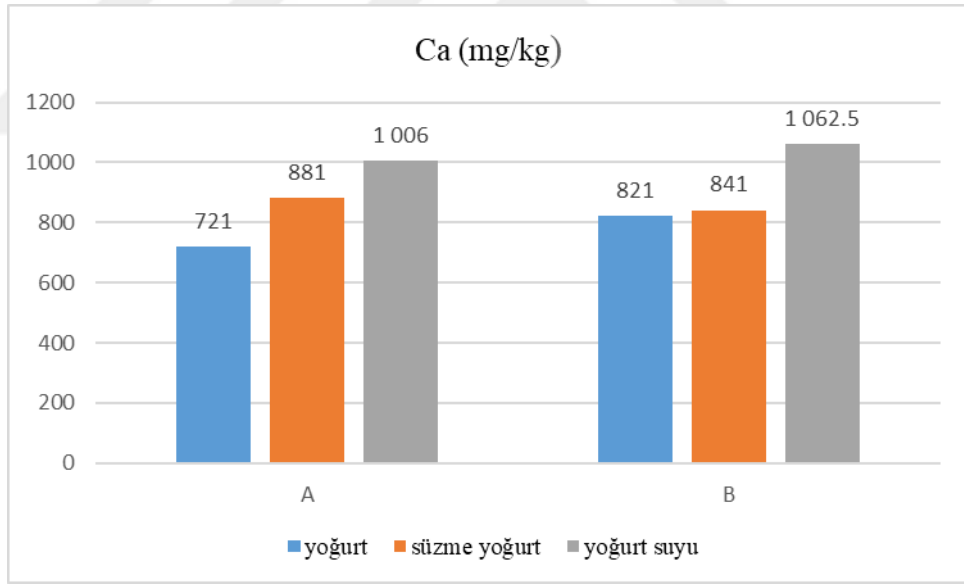
B: 24h süzme süresi uygulayan işletme.

(x,x) Aynı harflerle ifade edilen parametreler arasında fark yoktur ($p>0.05$).

(x,y) Farklı harflerle ifade edilen parametreler arasında anlamlı fark vardır:

p 0.05 aralığında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0.05$).

p 0.01 aralığında yüksek düzeyde anlamlı fark vardır ($p<0.01$).



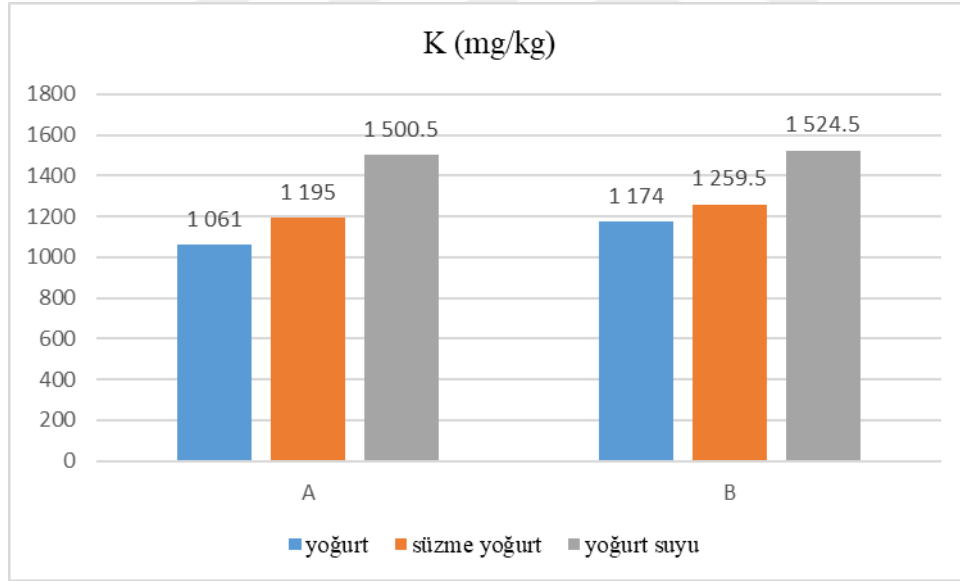
Şekil 4.6. Yoğurt, süzme yoğurt ve yoğurt suyu kalsiyum değerleri (mg/kg).

Şekil 4.6.'da yoğurt, süzme yoğurt ve yoğurt suyunun kalsiyum miktarları verilmiştir. Ca içerikleri 721 mg/kg ve 821 mg/kg olan yoğurtlardan üretilen süzme yoğurtların kalsiyum miktarları sırasıyla 811 mg/kg ve 842 mg/kg olarak bulunmuştur. Şekil 4.6. incelendiğinde kalsiyumun yoğurt suyundaki miktarları ise 1 006 mg/kg ve 1 063 mg/kg arasında değişmiştir. İki farklı işletmede uygulanan farklı üretim

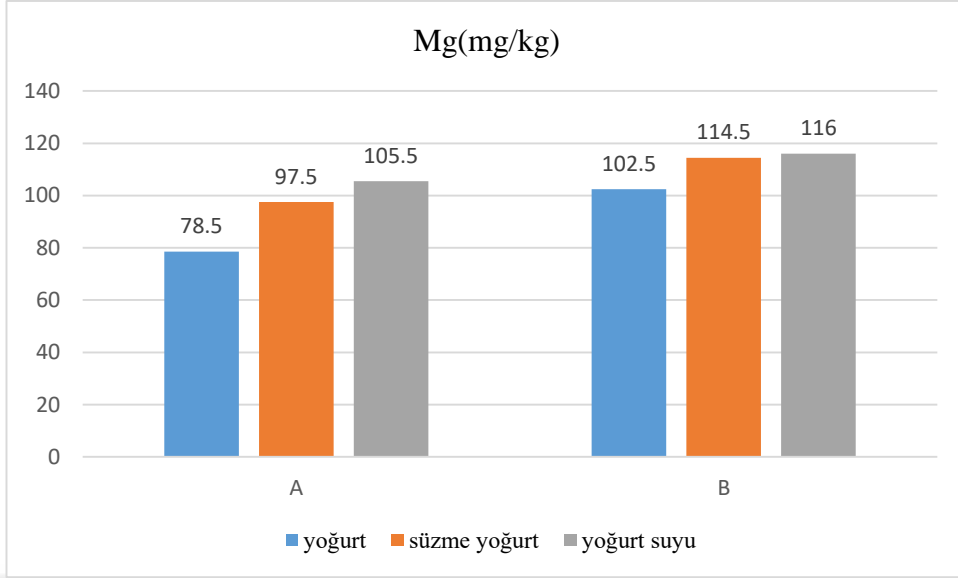
parametrelerinden süzme süresinin yoğurt sularındaki Ca içeriği üzerine önemli bir etkisi olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Şekil 4.7’de yoğurt, süzme yoğurt ve yoğurt suyunun potasyum miktarları verilmiştir. Sonuçlara göre K içerikleri 1 061 mg/kg ve 1 174 mg/kg olan yoğurtlardan üretilen süzme yoğurtların potasyum miktarları sırasıyla 1 195 mg/kg ve 1 260 mg/kg olarak bulunmuştur. Tablo.4.2. ve Şekil 4.7. incelendiğinde potasyumun yoğurt suyundaki miktarları ise 1 521 mg/kg ve 1 525 mg/kg arasında değişmiştir. İki farklı işletmede uygulanan farklı üretim parametrelerinden süzme süresinin, yoğurt suyunun mineral madde miktarları üzerine istatistiksel olarak $p<0.05$ seviyesinde önemli bir etkisi olduğu saptanmıştır.

Şekil 4.8’de yoğurt, süzme yoğurt ve yoğurt suyu magnezyum miktarları verilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre magnezyum içerikleri 79 mg/kg ve 103 mg/kg olan yoğurtlardan üretilen süzme yoğurtların potasyum miktarları sırasıyla 98 mg/kg ve 115 mg/kg olarak bulunmuştur.

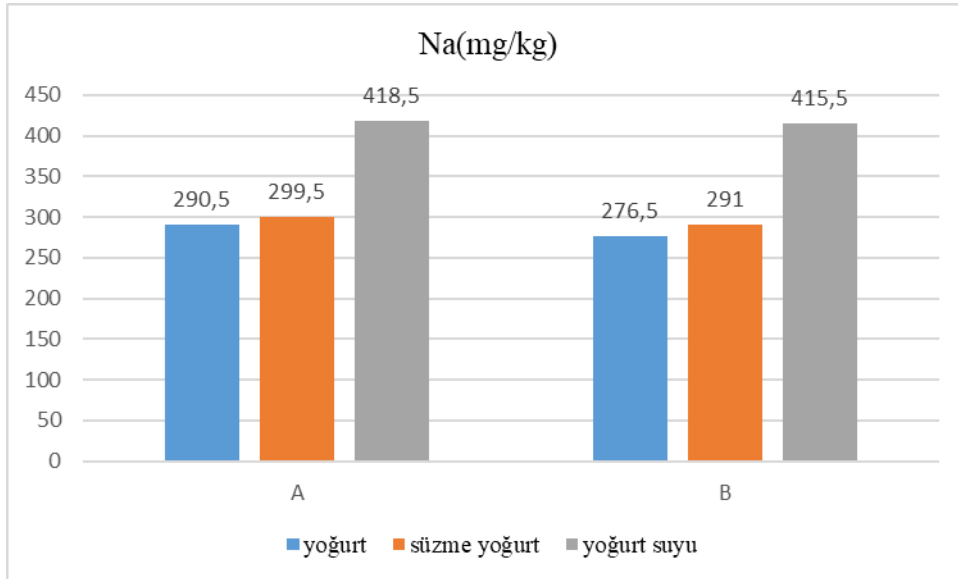


Şekil 4.7. Yoğurt, süzme yoğurt ve yoğurt suyu potasyum değerleri (mg/kg).



Şekil 4.8. Yoğurt, süzme yoğurt ve yoğurt suyu magnezyum değerleri (mg/kg).

Tablo 4.13. ve Şekil 4.8. incelendiğinde süzme süresi 12h olan yoğurttan elde edilen yoğurt suyunun Mg miktarı 106 mg/kg, süzme süresi 24h olan yoğurttan elde edilen yoğurt suyunun Mg miktarı 116 mg/kg olarak tespit edilmiştir. İki farklı işletmede uygulanan farklı üretim parametrelerinden süzme süresinin yoğurt sularının magnezyum miktarları üzerine istatistiksel olarak etkisi $p < 0.01$ seviyesinde önemli bulunmuştur.

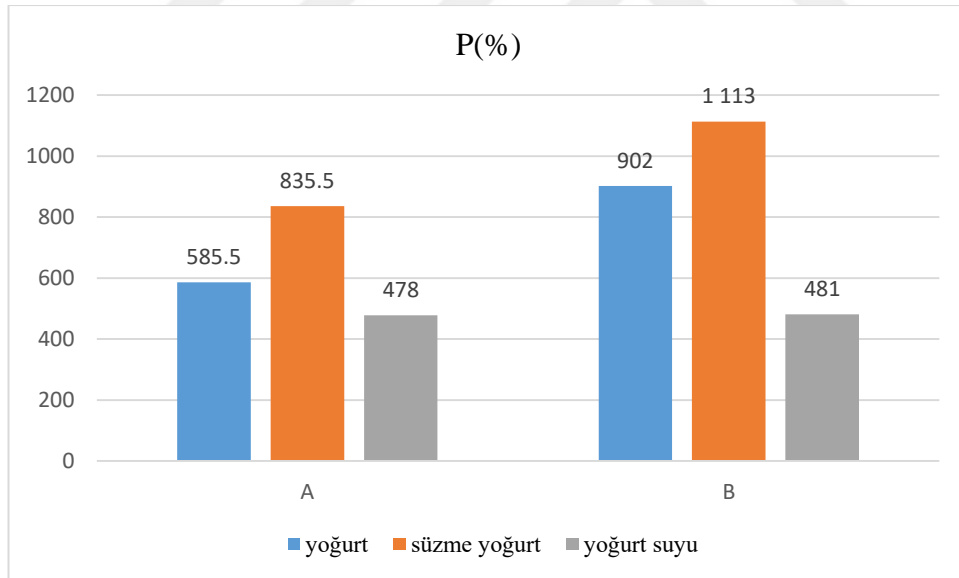


Şekil 4.9. Yoğurt, süzme yoğurt ve yoğurt suyu sodyum değerleri (mg/kg).

Tablo 4.13. ve Şekil 4.9. incelendiğinde sodyum içerikleri 276.5 mg/kg ve 290.5 mg/kg olan yoğurtlardan üretilen süzme yoğurtların sodyum miktarları sırasıyla 291 mg/kg ve 299.5 mg/kg olarak bulunmuştur.

Şekil 4.9. incelendiğinde süzme süresi 12h olan yoğurttan elde edilen yoğurt suyunun Na miktarı 106 mg/kg, süzme süresi 24h olan yoğurttan elde edilen yoğurt suyunun Na miktarı 116 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Üretimde ele alınan farklı süzme süresinin, yoğurt sularının sodyum miktarları üzerine etkisi önemsiz tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Tablo 4.13. ve Şekil 4.10.'da incelendiğinde yoğurt sularının fosfor miktarları ise 478 mg/kg ve 481 mg/kg arasında değişmiştir. Yoğurt sularının fosfor oranlarının birbirine yakın oldukları görülmüştür. Üretimde ele alınan farklı süzme süresinin yoğurt sularının fosfor miktarları üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsizdir ($p>0.05$).



Şekil 4.10. Yoğurt, süzme yoğurt ve yoğurt suyu fosfor değerleri (mg/kg).

4.4.3. Yoğurt Suyunun Aroma Madde İçerikleri

Yoğurt suyunun aroma maddeleri miktarları standart sapmaları ile birlikte Tablo 4.14'de verilmiştir. Çalışma sonucunda yoğurt sularında toplam 34 uçucu bileşen belirlenmiştir.

Tablo 4.14. Yoğurt suyunun aroma bileşenleri.

Karbonil Bileşenler	A	B
Asetaldehit	15.08±2.19 x	15.82±2.49 x
Aseton	15.63±3.24 x*	9.53±1.68 y*
Diasetil	8.34±4.32 x	8.95±2.58 x
Asetonin	5.17±0.17 x**	3.77±0.07 y**
2-Pentanon Metil Propil Keton	0.46±0.46	0.26±0.26
2,3-Pentandion 2,3-Pentandion	3.00±0.06	2.06±0.10
1-Propen,3-bromo,Allil bromür	2.16±0.06	2.36±0.05
2-nonanon metil heptil keton	TE	0.91±0.03
2-Heptanon heptan-2-on	4.07±0.80	4.01±0.90
2-Hidroksi-3-Pentanon	0.56±0.56	TE
Heksanal n-heksanal	8.36±7.86	TE
N heptanal	1.61±1.09	0.42±0.42
Oktanal n-oktanal	0.96±0.96	TE
Nonanal n-nonanal	1.68±1.68	TE
Benzaldehit fenilmetanal	0.72±0.26	TE
Asitler	A	B
Asetik asit	2.11±0.03	2.15±0.27
Bütirik asit	0.26±0.26	TE
Heksanoik asit	0.42±0.42	0.35±0.35
Hidrokarbonlar	A	B
Heptan	2.41±0.95	1.40±0.01
Pentan,2,4-Dimetil	14.94±7.31	21.18±3.27
Alkoller	A	B
3-Metil-1-Bütanol	0.93±0.44	TE
Aromatik Bileşikler	A	B
Benzen,metil-toluen	TE	0.36±0.36
Simen <para->	0.33±0.33	0.55±0.55
Alfa-Pinen	0.84±0.84	1.53±0.23
Beta-felandren	0.30±0.30	0.55±0.55
2-Beta-pinen	0.47±0.47	1.08±0.39
Ökalyptol (1,8-sineol)	1.02±1.02	1.86±0.80
2,4-di-tert-bütilfenol	0.48±0.48	TE
Terpenler	A	B
dl- Limonen	6.84±4.49	16.87±4.20
Cis-osimen	TE	0.16±0.16
Beta-osimen	TE	0.12±0.16
Gama-terpinen	TE	0.14±0.14
Beta-mirsen	0.85±0.85	2.33±0,67
Delta 3-Karen	0.33±0.33	1.29±0.63

A: 12h süzme süresi uygulayan işletme.

B: 24h süzme süresi uygulayan işletme.

TE: Tespit edilemedi.

(x,x) Aynı harflerle ifade edilen parametreler arasında fark yoktur (p>0.05).

(x,y) Farklı harflerle ifade edilen parametreler arasında anlamlı fark vardır:

*p 0.05 aralığında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır (*p<0.05).

p 0.01 aralığında yüksek düzeyde anlamlı fark vardır (p<0.01).

Tablo incelendiğinde süzme süresi 12h olan yoğurttan elde edilen yoğurt suyunun uçucu bileşenleri ile süzme süresi 24h olan yoğurttan elde edilen yoğurt suyunun uçucu bileşenleri tespit edilmiştir. Yoğurdun tat ve aromasından sorumlu başlıca aroma bileşenlerinden asetaldehit, asetoin, aseton, diasetil bileşenlerinin miktarları sırasıyla %15.07 ve %15.82, %5.17 ve %3.77, %15.63 ve %9.53, %8.34 ve %8.95 olarak tespit edilirken, diğer uçucu bileşenlerin % miktarları Tablo. 4.14’de görülmektedir.

Yoğurt sularındaki asetaldehit oranlarının birbirine yakın oldukları görülmüştür. Yoğurt sularındaki asetaldehit farklı süzülme süresinin miktarı üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Fakat 24h olan yoğurttan elde edilen yoğurt suyunun asetaldehit miktarı yüzdesinin biraz fazla olduğu tabloda görülmektedir.

Yoğurt sularının asetoin miktarı üzerine süzme süresinin etkisi istatistiksel olarak yüksek düzeyde önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.01$). Yoğurt sularındaki aseton oranlarındaki farklılık istatistiksel açıdan $p<0.05$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Süzme süresi uzun olan işletmeden elde edilen yoğurt suyundaki asetonun miktarı daha yüksek tespit edilmiştir.

Yoğurt sularındaki diasetil oranlarının birbirine yakın oldukları görülmüştür. Yoğurt sularındaki diasetil oranları üzerine süzme süresinin etkisi istatistiksel açıdan $p>0.05$ seviyesinde önemli bulunmamıştır.

Tablo 4.14’de görüldüğü gibi çalışma sonucunda yoğurt sularında toplam 34 uçucu bileşen belirlenmiştir. Bunlardan, 1-propene,3-bromo-(CAS) Allyl bromide, 2,3-Pentadione, 3-metil-1-butanol, benzaldehyde (CAS) Phenylmethanal, Limonene, 2-Nonanone(CAS) Metil heptil ketone üretimde ele alınan süzme süresi parametresinin, A ve B işletmelerindeki yoğurt sularındaki miktarları üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Yoğurt suyunda asitlerden asetik asit %2.11- 2.14, bütirik asit %0.0-0.25, hekzanoik asit %0.35-0.42 olarak tespit edilirken, alkollerden 3-Metil-1-butanol %0.00-0.93 , Hekzanal %0.00-8.36, Nonanal %0.00-1.68, n-heptanal %0.42-1.61, n-Octanal %0.00- 0.96, 2,4-Di-tert bütülfenol %0.00-0.48 olarak tespit edilmiştir.

4.4.4. Yoğurt Suyu Amino Asit İçerikleri

Yoğurt sularının amino asit içeriklerine ait ortalama değerler standart hatalarıyla birlikte Tablo 4.15’de verilmiştir. İki farklı işletmede üretilen yoğurt sularının amino asit miktarlarındaki farklılık tablo incelendiğinde görülmektedir. Tirozin, glutamik asit, prolin miktarları sırasıyla 172.94-94.57 mg/kg, 120.6-218.3 mg/kg, 81.95-21.87 mg/kg en yüksek miktarlar olarak tespit edilmiştir.

Araştırma sonuçlarında iki farklı işletmede uygulanan farklı üretim parametrelerinden süzme süresinin serin, treonin, lizin, histidin amino asit içerikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunurken ($p<0.05$), arginin, prolin, lösin, fenilalanin, aspartik asit ve tirozinin istatistiksel olarak yüksek düzeyde önemli bir etkisi tespit edilmiştir ($p<0.01$).

Tablo 4.15. Yoğurt suyunun amino asit içerikleri. (mg/kg).

Esansiyel Amino asitler	A	B
Histidin	55.30±5.95 x*	12.08±11.80 y*
İsolösin	1.14±0.14 x	0.30±0.01 x
Lösin	0.72±0.31 x**	2.94±0.28 y**
Lizin	23.27±3.31 x*	29.41±0.62 y*
Metionin	0.73±0.46 x	2.41±1.76 x
Fenilalanin	7.41±0.83 x**	21.79±1.55 y**
Treonin	8.98±0.09 x*	18.92±4.03 y*
Valin	3.21±0.51 x	3.45±0.18 x
Esansiyel olmayan amino asitler		
Alanin	10.73±1.88 x	44.16±28.99 x
Aspartik asit	7.18±2.14 x**	26.32±3.26 y**
Glutamik asit	120.60±10.06 x	218.30±11.72 x
Serin	7.71±1.86 x*	3.53±0.81 y*
Arginin	2.44±0.21 x**	23.68±4.31 y**
Glisin	3.39±0.40 x	7.69±4.56 x
Prolin	81.95±11.05 x**	21.87±6.56 y**
Tirozin	172.94±17.77 x**	94.57±0.35 y**
Toplam amino asit	507.70±46.97	531.42±80.79
Esansiyel amino asitler	100.76±11.60	91.30±20.23
Esansiyel olmayan amino asitler	406.94±45.37	440.12±60.56

A: 12h süzme süresi uygulayan işletme.

B: 24h süzme süresi uygulayan işletme.

(x,x) Aynı harflerle ifade edilen parametreler arasında fark yoktur ($p>0.05$).

(x,y) Farklı harflerle ifade edilen parametreler arasında anlamlı fark vardır:

p 0.05 aralığında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0.05$).

p 0.01 aralığında yüksek düzeyde anlamlı fark vardır ($p<0.01$).

4.4.5. Yoğurt Suyu Biyojen Amin İçerikleri

Yoğurt sularının biyojen amin ortalama değerler standart hatalarıyla birlikte Tablo 4.16’da verilmiştir.

Tablo 4.16. incelendiğinde süzme süresi 12h olan yoğurttan elde edilen yoğurt suyunun biyojen aminlerden sırasıyla histamin 1.68 mg/kg, tiramin 4.59 mg/kg, β -feniletilamin 139.86 mg/kg, kadaverin 325.5 mg/kg, putresin 1.8 mg/kg, triptamin 49.86 mg/kg, süzme süresi 24h olan yoğurttan elde edilen yoğurt suyunun biyojen aminlerden sırasıyla histamin 3.93 mg/kg, tiramin 10.91 mg/kg, β -feniletilamin 200.61 mg/kg, kadaverin 614.9 mg/kg, putresin 4.49 mg/kg, triptamin 153.48 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

Üretimde ele alınan süzme süresi parametresi yoğurt sularının biyojen aminlerden histamin, tiramin, β -feniletilamin, kadaverin, putresin içeriği üzerine etkisi önemsiz bulunurken, triptamin içeriği üzerine etkisi yüksek düzeyde önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Tablo 4.16. Yoğurt sularının biyojen amin içerikleri (mg/kg).

BA	A	B
Histamin	1.68±0.80	3.93±2.20
Tiramin	4.59±0.13	10.91±4.59
β-Feniletilamin	139.86±48.45	200.61±23.00
Kadaverin	325.5±21.5	614.9±54.24
Putresin	1.80±1.67	4.49±2.05
Triptamin	49.86±42.20 x **	153.48±6.80 y **
Toplam BA	523.29±114.75	988.32±94.61

A: 12h süzme süresi uygulayan işletme.

B: 24h süzme süresi uygulayan işletme.

(x,x) Aynı harflerle ifade edilen parametreler arasında fark yoktur ($p>0.05$).

(x,y) Farklı harflerle ifade edilen parametreler arasında anlamlı fark vardır:

p 0.05 aralığında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0.05$).

p 0.01 aralığında yüksek düzeyde anlamlı fark vardır ($p<0.01$).

4.4.6. Yoğurt suyunun kirlilik parametreleri

Yoğurt sularında kirlilik parametreleri ortalama değerleri ve standart sapmaları ile birlikte Tablo 4.17’de verilmiştir.

Tablo 4.17. Yoğurt sularının kirlilik parametreleri (mg/L).

Parametre	A	B
KOİ	41 019±534 x ^{**}	42 943±1252 y ^{**}
AKM	1 016±20 x ^{**}	1 293±45 y ^{**}
Yağ-gres	10 551±41 x ^{**}	9 414±134 y ^{**}
Toplam Fosfor	29.70±5.40 x [*]	22.30±2.30 y [*]
pH	4.23±0.04 x ^{**}	3.99±0.01 y ^{**}

A: 12h süzme süresi uygulayan işletme.

B: 24h süzme süresi uygulayan işletme.

(x,x) Aynı harflerle ifade edilen parametreler arasında fark yoktur (p>0.05).

(x,y) Farklı harflerle ifade edilen parametreler arasında anlamlı fark vardır:

*p 0.05 aralığında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır (*p<0.05).

p 0.01 aralığında yüksek düzeyde anlamlı fark vardır (p<0.01).

Tablo 4.17 incelendiğinde süzme süresi 12 h olan süzme yoğurttan elde edilen yoğurt suyunun kimyasal oksijen ihtiyacı 41 019 mg/L, askıda katı madde miktarı 1 016 mg/L, yağ-gres içeriği 10 551 mg/L, toplam fosfor içeriği 29.70 mg/L, pH 4.23, süzme süresi 24h olan yoğurttan elde edilen yoğurt suyunun kimyasal oksijen ihtiyacı 42 943 mg/L, askıda katı madde miktarı 1 293 mg/L, yağ-gres içeriği 9 414 mg/L, toplam fosfat içeriği 22.30 mg/L, pH 3.99 olarak tespit edilmiştir.

Yoğurt sularındaki toplam fosfor içeriğine süzme süresinin etkisi önemsiz bulunurken (p<0.05), yoğurt sularının KOİ, askıda katı madde ve yağ gres üzerine süzme süresinin etkisi p<0.01 seviyesinde önemli bulunmuştur.

5.TARTIŞMA

5.1. Çiğ Sütün Özellikleri

TGK Çiğ Süt Tebliği'ne göre, çiğ inek sütünün laktik asit cinsinden asitliği %0.14-0.20 arasında değişmektedir (16).Yapılan çalışmada çiğ süte ait bulunan asitlik değerleri (%0.14-0.15) TGK Çiğ Süt Tebliği'ne olması gereken değere yakın olduğu görülmüştür.

TGK Çiğ Süt Tebliği'ne göre, çiğ inek sütünün protein oranının en az %2.8 olması gerektiği belirtilmektedir (19). Bu değerler karşılaştırıldığında protein değerleri tebliğe uygun görünmektedir (Tablo 4.1.).

TGK'a göre çiğ süt en az %3.5 süt yağı içermesi gerekir (20). Araştırmada kullanılan sütün yağ içeriği açısından düşük olduğu görülmüştür. Süzme yoğurt üretiminde kullanılan sütlere yağ standardizasyonu uygulanmamıştır.

TGK'a göre ise çiğ sütün yoğunluğu en az 1 028 g/ml olması gerekmektedir (19). Sezgin ve Koçak (238), Ankara'da satılan sokak sütlerinin özgül ağırlığını 1 021-1 034 g/mL arasında değiştiğini, ortalama ise 1 030 g/mL olduğunu, % 11.4' ününde standart değerlerin altında olduğunu belirlemişlerdir. Sezgin ve Bektaş (237), Trabzon'da satılan sokak sütlerinin yoğunluklarının 1 032-1 060 g/mL arasında değiştiğini, ortalama 1 027 g/mL olduğunu, örneklerin % 48.3'ünün ise 1 028 g/mL'nin altında yoğunluğa sahip olduğunu saptamışlardır. Çalışmada kullanılan sütün yoğunluk değeri bu sonuçlarla uyumludur (Tablo 4.1).

Çiğ sütlerde belirlenen protein, yağ, asitlik ve yoğunluk değerleri TGK'da belirtilen değerlere göre uygun bulunmuştur.

5.2. Yoğurtların Özellikleri

5.2.1. Yoğurtların Kimyasal Özellikleri

Yoğurdun tat ve aromasıyla ilgili kalite kriteri olan titrasyon asitliği, yoğurdun tüketilebilme özelliğini kaybetmeden muhafaza süresinin belirlenmesinde de oldukça önemli bir faktördür (113). TGK Fermente Süt Ürünleri Tebliği'nde yoğurdun titrasyon asitliği (ağırlıkça %LA) en az 0.6, en fazla 1.5 olarak belirtilmiştir (20).

İyi bir yoğurt aroması için titrasyon asitliğinin belirli sınırlar arasında olması gerekmektedir. Bu sınır değerlerinin altında veya üzerinde yoğurtlarda aşırı asit tat veya yavan tat olarak tanımlanan bozukluklar ortaya çıkmaktadır. Yoğurtlarda tespit

edilen sınır değerleri arasında, yoğurt tadının en iyi biçimde algılanabildiği optimum titrasyon asitliğinin saptandığı çalışmalarda farklılıklar söz konusudur. Örneğin Robinson ve ark. (220) tüketim için en uygun asitliği yaklaşık %1.0 (44,4 SH), Humphreas ve Plunlett (118) %1.0-1.25, Asperger (25) ise %0.8 olarak belirtmişlerdir. Rasic ve Kurman (217) titrasyon asitliği %0.85- 0.95 arasında yoğurtların hafif ekşimsi, %0.95-1.2 arasında ise aşırı asit tada sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Araştırma’da süzme yoğurt üretiminde kullanılan yoğurtların tespit edilen titrasyon asitliği değerleri TKG Fermente Süt Ürünleri Tebliği’ne göre uygun bulunmuştur (Tablo 4.2).

Dünya’da ve Türkiye’de tüketilen yoğurtlarda görülen farklı pH değerleri yoğurdun çeşidine ve üretim koşullarına bağlı olarak değişiklik gösterilmektedir. O’ Neil ve ark., (188) yoğurtta pH değerini 3.90, Kural ve Demirci (153), Erzurum’da tüketilen yoğurtların pH değerlerini 3.57-4.07, Öz (195), Konya’da tüketime sunulan yoğurtların pH değerlerini 3.72-4.48, Konar (148), yoğurtta pH değerini 4.20, Çakıroğlu (61), Ankara gazinosundaki askeri birliklerde tüketilen yoğurtların pH değerlerini 3.64-4.35 olarak saptamıştır. Koçak (147), 20 farklı markada yoğurtların pH değerlerini 4.32-4.82 arasında tespit etmiştir. Elde edilen pH değerleri araştırmacıların çalışma sonuçlarıyla benzer, Koçak (147) ve Öz (195)’ün değerlerinden düşüktür (Tablo 4.2.).

Yoğurt teknolojisinde belirli sınır değerlere kadar kabul edilen ve kaliteyi artırmada etkili olan asitlik değerlerine göre, çalışmada süzme yoğurt üretiminde kullanılan yoğurtların pH değerleri Gönç (97)’e göre tüketime kabul edilebilir ekşime (4.31) ve ekşime başlangıcı (4.21) olarak değerlendirilmiştir.

Kuru madde, yoğurdun besin değeri, bileşimi, kıvamı ve raf ömrü üzerine etki eden faktörlerden birisidir. TKG Fermente Süt Ürünleri Tebliği’ne göre artık yoğurtlarda “en az %12 yağsız kurumadde” şartı aranmamaktadır. Yaygın (303), toplam kuru maddesi %15.5-16.0 olan yoğurtların iyi yoğurt olduğunu bildirirken, Özer (201), kabul edilebilir fiziksel ve duyuşsal niteliklere sahip yoğurt üretimi için yağsız kurumaddenin %12- 12.5 olması gerektiğini bildirmişlerdir.

Süzme yoğurt üretimi için elde edilen yoğurtların kurumaddesini Konar (148) %11.77, Kırdar ve Gün (134) %10.87-13.32, Şahan ve Kaçar (249) %13.08 olarak bildirmişlerdir. Araştırma sonuçlarında elde edilen kurumadde değerleri Kırdar ve

Gün (134) ve Şahan ve Kaçar (249)'ın çalışmasında elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Yoğurttaki kurumadde içeriklerindeki farklılığın, hammaddeden (süte uygulanan işlemler) kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Yoğurdun fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özelliklerini etkileyen pek çok faktör vardır. Hammaddenin kalitesi (toplam kurumadde içeriği, protein içeriği, kazein ve kazein olmayan proteinlerin oranı, asitliği), katkı maddeleri, homojenizasyon, ısıt işlemler normu, denatüre serum proteinleri, saf kültür, inokülüm miktarı, inkübasyon sıcaklığı, soğutma ve depolama şartları yoğurdun kalite kriterleri üzerinde etkilidir (39). Bu faktörlerden birini oluşturan toplam kurumaddenin bir bileşeni olan yağ, yoğurdun kalite özellikleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Çünkü yağ yoğurt pıhtısını oluşturan ağ yapıdaki temel bileşenlerden biridir. Yoğurt pıhtısı, ısıt işlemler ve asitlik etkisiyle k-kazein ve serum proteinlerinden β -laktoglobulin arasında interaksiyon sonucu, proteinlerin hidrofilitik niteliklerinin artmasıyla karakterize edilmektedir. Bu ağ yapının içine yağ globülleri de girmekte ve böylece pıhtı daha da stabil olmaktadır (201).

Yoğurdun genel yapısı içinde süt yağı enerji vermesinin yanında süt ürünlerinin tekstür, lezzet ve renk oluşumlarında önemli bir rolü vardır. Esas olarak ürünlerde yağ önemli bir lezzet bileşenidir.

TGK Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne göre yoğurtlar yağsız (%0.5), yarım yağlı (%1.5-2) ve tam yağlı (%3.8) olarak sınıflandırılmaktadır. Tablo 4.2.'de görüldüğü üzere süzme yoğurt üretimi için elde edilen yoğurtlar TGK Fermente Süt Ürünleri Tebliği' ne göre tam yağlı yoğurt sınıfına girmektedir.

Yoğurtlarda yağ miktarlarını, Kırdar ve Gün (134) %3.0-4.7, Şahan ve Kaçar (249) %3.80, Ayar ve ark. (35) ise %3.33 olduğunu bildirmişlerdir. Araştırma sonuçları, Şahan ve Kaçar (249), Ayar ve ark. (35)' in çalışmasından yüksek, Kırdar ve Gün (134)'e benzerlik göstermektedir.

Protein içeriği, pıhtının oluşmasında çok önemli bir rol oynayarak son ürünün konsistensinin/sertliğinin gelişmesinde etkili olmaktadır (9). Yoğurt jelinin oluşumu proteinler arası interaksiyonlar temeline dayandığından, sütün protein dengesinde meydana gelen değişimler jel özellikleri üzerinde etkili olmaktadır (165).

Yoğurtların TGK Fermente Süt Ürünleri Tebliği' ne göre en az %3.0 protein içermesi gerekmektedir (20). Araştırma sonuçları (%3.31-3.50) TGK Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne uygundur.

Süzme yoğurt üretiminde kullanılan yoğurtların protein içeriğini, Hışıl (115) %4.81-7.24, Gönç ve Oktar (96) %4.45, Tamime ve Robinson (262) %3.9, Kurt ve ark. (157) %4.45, Oysun (193) %3.3, Kirk ve Sawyer (142) %5.1, Uysal (286) 3.87, Kırdar ve Gün (134), %2.50-5.80, Şahan ve Kaçar (249) %4.10, Ayar ve ark. (35) %4.30 olarak tespit etmişlerdir. Araştırma sonuçları Oysun (193) ve Kırdar ve Gün (134)'e benzerlik gösterirken, diğer yapılan çalışmaların sonuçlarından düşüktür. Bunu nedeni hayvanın beslenme tipi, pastörizasyon sıcaklık-süresi ve üretimde bir kurumadde artırımı işlemi uygulanmamasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Kırdar ve Gün (134) süzme yoğurt üretiminde kullanılan yoğurtların laktoz değerlerini %1.89-5.72 arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Şahan ve Kaçar (249) laktoz miktarını %4.39 olarak tespit etmişlerdir. Uysal (286) yoğurtların laktoz içeriklerini %4.27 olarak belirtirken, Tamime ve Robinson (262) %4.9, Oysun (193) %4.2 olarak bildirmiştir. Bulunan değerler Kırdar ve Gün (134)'ün değerleriyle benzer, diğer yapılan çalışmalardaki değerlerden ise düşüktür (Tablo 4.2.). Aynı araştırmacıların yaptıkları çalışmalarında kül miktarlarını %0.35-1.12 arasında, Şahan ve Kaçar (249) %0.78, Sarı (231) %1.05-1.11 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Bulunan değerler Kırdar ve Gün (134) çalışması ile uyumlu, diğer araştırmacıların sonuçlarından düşüktür (Tablo 4.2).

5.2.2. Yoğurtların Mineral Madde İçerikleri

Süt ve ürünlerinde Ca, Mg, Na, K, P, S ve Cl ve makro elementleri oluştururken diğer elementler mikro grubunu oluşturmaktadır (175, 176, 218).

Yoğurtların Ca, P ve Na elementlerini Nergiz ve Seçkin (181)'in belirlediği ortalama değerlerden daha düşük ve K elementi de daha yüksek tespit edilmiştir. İnek yoğurdunda makro elementlerin miktar bakımından dağılımı (K>Ca>P>Na>Mg) Walstra ve Jenness (294)'de yer alan değerlerle uyum içerisindedir.

Yoğurtta mineral madde miktarlarının incelendiği çalışmalarda;

Gambelli ve ark. (92), makro elementlerden Ca 133 mg/100 g, K 115 mg/100g, Na 43 mg/100g ve Mg 10 mg/100g, Musaigera ve ark., (179), Ca 1 670 mg/ kg, K 1 290 mg/ kg, Na 750 mg/ kg, Mg 134 mg/kg, P 1170 mg/kg, Nergiz ve Seçkin

(181), Na 56.1 mg/100g, K 143 mg/100g, Ca 163 mg/100g, P 115 mg/100g olarak, saptamışlardır.

Kınık ve Akbulut (130), Ca 163 mg/100g, P 124.1 mg/100g, K 102.4 mg/100g, Mg 67 mg/100g, Park (207), Ca 161-227 mg/100g, K 144-206 mg/100g, Mg 67 mg/100g, Na 84.6-130 mg/100g, Fuente ve ark (69) ise Ca 109-205 mg/100g, P 87.8-156 mg/100g, K 87.8-156 mg/100g tespit etmişlerdir.

Şahan ve Kaçar (249), Ca 141.64 mg/100g, P 72.35 mg/100g, K 256.93mg/100g, Mg 86.71 mg/100g, Na 68.57 mg/100g, Yalçinkaya (297) Ca 106.06 mg/100g, P 139.14 mg/100g, Mg 32.61 mg/100g, Na 49.88 mg/100g, K 139.14 mg/100g, Ayar ve ark (35), Ca 107.25 mg/100 g, Na 50.56mg/100 g, K 144.98 mg/100 g, Mg 33.46 mg/100 g, P 144.98 mg/100 g olarak saptamışlardır,

Sarı (231), Ca 120.25-132.04 mg/100g, Na 31.08-48.48 mg/100g, K 140.23-203.45 mg/100 g, Mg 16.74-20.63 mg/100 g, P 126.42-162.55 mg/100 g, Kira ve Maihara (143), K 1396 ppm, Ca 934 ppm, P 700 ppm, Na 346 ppm ve Mg 83.4 ppm olarak tespit etmişlerdir.

Araştırma sonuçlarında bulunan Ca değerleri araştırmacıların Ca değerlerinden düşük, K değerleri Gambelli ve ark. (92) ve Kınık ve Akbulut (130) çalışmasına benzer, diğer araştırmacıların çalışmalarından düşük, Mg değerleri Gambelli ve ark. (92) çalışmasına benzer, diğer araştırmacıların çalışmalarından düşük, Na değerleri araştırmacıların çalışmalarından düşük, P değerleri ise Kira ve Maihara (143) çalışmasına benzer, diğer araştırmacıların çalışmalarından düşük bulunmuştur (Tablo 4.3).

5.2.3. Yoğurtların Aroma Madde İçerikleri

Yoğurtta tat-aromayı oluşturan bileşenler; karbonil bileşenleri (asetaldehit, aseton, asetoin, diasetil), uçucu asitler (formik, asetik, propiyonik, bütirik), uçucu olmayan asitler (laktik, pirüvik, oksalik, süksinik) ile protein, yağ ve laktozun ısı etkisi ile parçalanması sonucu oluşan (methionin, valin, keto ve hidroksi asitler, furfural ve furfural alkol) ve aromaya belirli ölçüde katkıda bulunan bileşenler olarak bildirmişlerdir (269).

Yoğurttaki uçucu bileşenlerden aroma üzerinde etkili olan başlıca bileşenleri; Botazzi ve ark. (47) optimum yoğurt aroması için gerekli olan asetaldehit değerinin (23-41 mg/kg) altında değerler (5.5-20.7 mg/kg) saptamış, Kneifel ve ark. (145),

asetaldehit miktarını 5.5-20.7 mg/kg, diasetil miktarını 0.5-2.2 mg/kg, etanol miktarını 1.6-9.9 mg/kg, 2-bütanon miktarını 0.05-0.6 mg/kg, aseton miktarını 1.8-3.4 mg/kg, Beshkova ve ark. (43), diasetil miktarını (165.2–202 µg/100g), asetoin miktarını (170-221 µg/100g), aseton miktarını (66-75.5 µg/100g), etanol miktarını (58 µg/100g) ve 2-butanon miktarını (3.6-3.8 µg/100g), Macciola ve ark. (164), diasetilin belirlenmesi üzerine yaptığı çalışmada diasetil miktarını 43 µg/g olarak bildirmiştir. Araştırma sonuçlarının asetaldehit, asetoin, aseton, diasetil bileşenlerinin miktarları sırasıyla %12.83 ve %13.78, %6.63 ve %5.74, %15.39 ve %12.01, %12.81 ve %8.97 olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.4.). Araştırma sonuçları diğer çalışmaların sonuçlarıyla uyumludur. Süzme yoğurt üretiminde kullanılan yoğurtlarda başlıca ana aroma bileşeni olarak asetaldehit, aseton, asetoin ve diasetil olup, uçucu asitlerden asetik asit ve bütirik asit tespit edilmiştir.

Imhof ve ark. (119), yoğurt örneklerinde toplam 32 uçucu bileşen belirlediklerini bunlardan sadece 2.3-butandion, 2.3-pentandion, etanol ve propanonun 1 mg/kg miktarına ulaştığını diğer bileşenlerin büyük çoğunluğunun çok düşük miktarlarda (mg/kg) olduğunu bildirmişlerdir. Araştırma sonuçlarında 2.3-pentandion miktarı yapılan çalışma ile benzerlik göstermektedir (Tablo 4.4).

Ott ve ark. (190) farklı izolasyon teknikleri ile yoğurt aroması üzerine etkili olan bileşenler üzerine yaptıkları çalışmada belirledikleri 86 bileşenden 21 tanesinin aroma üzerinde etkili bileşenler olduğu tespit etmişlerdir. Uçucu bileşenlerden 1-nonen-3-on aroma bileşeni ilk kez bu çalışmada tespit edilmiştir. Dimetil sülfid, 2.3-pentadion ve 2.3-bütandion aroma üzerinde etkili bileşenler olduğu saptanmıştır. Benzaldehit bileşeninin aroma üzerinde önemli derecede bir etkiye sahip olmadığı belirtilmiştir. Beş bileşen (1-nonen-3-on, metional, 2-metiltetrahidrotiofan-3-on, 2E-nonenal ve guaiakol) önemli derecede koku değerine sahip olarak yoğurt aromasında ilk kez tespit edilmiştir.

Beshkova ve ark. (43) yoğurtta başlıca uçucu bileşenleri asetaldehit (1415-1734.2 µg/100g), diasetil (165.2-202 µg/100g), asetoin (170-221 µg/100g), aseton (66-77.5 µg/100g), etanol (58 µg/100g) ve 2 bütanon (3.6-3.8 µg/100g) olarak belirlemişlerdir. Yoğurt örneklerinde doymuş uçucu yağ asitlerinden asetik, propiyonik, bütirik, izovalerik, valerik, kaproik, kaprilik ve kaprik asidin kültürlerin ürettiği başlıca bileşenler olduğu belirtilmiştir.

Ott ve ark. (191), yoğurt aroması üzerinde etkili olan bileşenlerden asetaldehiti geleneksel yoğurtta 13 mg/kg, tatlı yoğurtlarda ise 5 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Tatlı yoğurt depolama sürecinde asetaldehit miktarı azalırken, 2,3-bütandion ve 2,3-pentandion'unda artış olduğunu belirtmişlerdir.

Güler ve Park (105), piyasadan temin ettikleri set-tipi Türk yoğurtlarında en baskın uçucu bileşen olarak asetaldehit (50.74 mg/kg) olduğunu bunu aseton, asetoin, diasetil ve etanolün izlediğini belirtmişlerdir.

Eryaka ve Şengül (85), farklı tür sütler kullanarak ürettikleri yoğurtlarda 34 uçucu bileşen olduğu tespit etmişlerdir. Tüm yoğurt örneklerinde belirlenen başlıca bileşenlerin asetaldehit, diasetil ve asetoin olduğunu bildirmişlerdir. Araştırma sonuçları paralellik göstermektedir.

Bazı araştırmacılar asetaldehit oluşumunu öncelikli olarak treonin aldolaz enzimi vasıtasıyla treonin parçalanması sonucu oluştuğunu belirtmişlerdir (178, 260). Ancak araştırma sonuçlarında treonin yüksek tespit edildiği örneklerde asetaldehit içeriğide yüksek tespit edilmiştir. Sonuç olarak yoğurtta tat ve aromadan sorumlu başlıca bileşenlerden olan asetaldehitin oluşumunda kültüre ve gelişim ortamına bağlı olarak farklı metabolik yolların izlenmesi olarak ifade edilebilir.

5.2.4. Yoğurtların Amino Asit İçerikleri

Protein parçalanması sonucu açığa çıkan proteoliz ürünleri yoğurtta tat aroma gelişimini peynirdeki kadar önemli düzeyde etkilememektedir. Ancak proteoliz sonucu açığa çıkan treonin ve metionin gibi bazı amino asitler aroma maddeleri sentezi için başlangıç ürünü olarak kullanılmaktadır (201).

Yoğurtta serbest amino asit miktarı, süt türü, laktasyon dönemi, ısı işlem şiddeti, üretim teknolojisi, bakteri suşu ve depolama koşulları gibi çevresel faktörlerle etkilenir (311). Yoğurtta serbest amino asit içeriği genellikle süttten daha fazladır. Her ne kadar yoğurt bakterileri zayıf proteolitik özellik gösterse de fermentasyon sırasında yoğurtta önemli ölçüde proteolize neden olabilmektedir (144, 163, 201).

Kwak ve ark. (159), yoğurtta acı tatdan sorumlu olarak 8 amino asit (aspartik asit, histidin, arginin, tirozin, valin, fenialanin, lösin, izölösin) tespit etmişlerdir.

Boycheva ve ark. (48), yoğurtlarda 17 amino asit belirlemişlerdir. Yoğurtta başlıca amino asitlerin sırasıyla glutamik asit, prolin ve aspartik asit ve lösin olduğunu

belirtmişlerdir. Araştırmada elde edilen sonuçlara göre tirozin, glutamik asit, prolin ve lisin başlıca amino asitler olarak belirlenmiştir.

Omae ve ar. (187), yoğurtlarda 15 amino asit belirlemişlerdir. Başlıca amino asitler ise glutamik asit, prolin ve alanin olduğunu ifade etmişlerdir. Araştırmada 16 amino asit tespit edilmiştir. Araştırma sonuçlarımıza göre glutamik asit, prolin, tirozin ve lisin miktarı açısından benzerlik göstermektedir.

Şekerli (252) yoğurt örneklerinde 20 serbest amino asitten başlıcalarının prolin, glutamik asit ve aspartik asit olduğunu belirtmişlerdir. Araştırma sonuçları ile uyumludur.

Araştırmamızda 16 serbest amino asit belirlenmiş olup, araştırma sonuçları diğer araştırmacıların (48, 159, 187, 252) çalışmaları ile uyumludur.

5.2.5. Yoğurtların Biyojen Amin İçerikleri

Gıdalarda biyojen aminler, bazı mikroorganizmalarda bulunan amino asit dekarboksilaz aktivitesinin öncül amino asitlere etkisiyle meydana gelmektedir. Bu etki sonucunda histidine, tirozin, triptofan, fenilalanin, lisin, ornitin, arjinin amino asitlerinden sırasıyla; histamin, tiramin, triptamin, feniletilamin, kadeverin, putresin ve agmatin oluşur. Kadeverin, putresin, tiramin ve histamin gıdalarda bozulma indikatörü olarak kullanılan biyojen aminlerdir (37, 46, 139, 245).

Bireylerin bağışıklık sistemine bağlı olmakla birlikte toksik doz; histamin için 10 mg/100 g, tiramin için 80 mg/100 g ve β -feniletilamin için 3 mg/100 g olarak verilmektedir (108). Tiramin için toksik doz ise 100-800 mg/kg olarak bildirilmiştir (230). 8-40, 40-10 ve >100 mg/kg histamin seviyesi sırasıyla hafif, orta ve yoğun zehirlenmelere neden olabilmektedir (36). Gıdalarda bulunan >100 mg/kg histaminin, 100-800 mg/kg tiraminin, >30 mg/kg feniletilaminin ya da alkollü içeceklerde bulunan >2 mg/L histaminin toksikasyona yol açabileceği rapor edilmektedir (108). Bununla beraber, Til ve ark. (277) ratlar üzerinde yaptıkları bir çalışmada, oral olarak alınan bazı biyojen aminlerin neden oldukları akut toksisite dozu tiramin ve kadaverin için >2 000 mg/kg, putresin için 2 000 mg/kg, spermin ve spermidin için 600 mg/kg olarak saptanmıştır. Şu anda, AB ve ABD'de maksimum limiti belirlenen tek biyojen amin histamindir. Avrupa mevzuatında taze balık ve su ürünlerinde histamin seviyesi sırasıyla 200 ppm ve 400 ppm olarak sınırlandırılmıştır. Ayrıca, ABD Gıda ve İlaç

Kurumu balıkta 500 ppm histamine ulaştığında histamin zehirlenme başlaması ile bulaşma olabileceği kabul edilmektedir (308).

Sieber ve Lavanchy (241) tarafından yapılan bir araştırmada ise yoğurtta histamin, putresin ve spermidin tespit edilirken, tiramin, feniletilamin, kadaverin ve spermine rastlanmamıştır. Araştırma sonuçlarına göre yoğurt örneklerinde başta histamin olmak üzere, tiramin, triptamin, β -feniletilamin, kadaverin ve putresin tespit edilmiştir.

Korede yerel marketlerde satışa sunulan pıhtısı karıştırılmış yoğurtlarda yapılan bir çalışmada, histamin temel biyojen amin olup, β -feniletilamin, putresin, spermidin ve spermin tüm örneklerde tespit edilmiştir. Yoğurtlardaki miktarları ise, histamin 0.6-21.2 ($\mu\text{g/ml}$), β -feniletilamin 0.1-5.2 ($\mu\text{g/ml}$), putresin 0-0.6 ($\mu\text{g/ml}$) olarak tespit edilmiş ve toplam biyojen amin miktarı ise 2.5-26.7 ($\mu\text{g/ml}$) olarak belirlenmiştir. Ancak yoğurt örneklerinde tiramin ve triptamin rastlanmamıştır (177).

Bodmer ve ark (46), süt ve ürünlerinde histamin belirlenmesi üzerine yaptıkları çalışmalarında yoğurtlarda sadece 13 mg/kg düzeyinde histamin saptamışlardır. Araştırma sonuçları ile uyumludur.

Yoğurtlarda putresin, histamin, β -feniletilamin tespit edilmiştir (177). Belçikadaki marketlerde yapılan çalışmalarda tüm yoğurt örneklerinde tiamin için 6 mg/kg değer tespit edilmiştir (174).

Yoğurtlarda histamin 0.6-21.2, β -feniletilamin 0.1-5.2, toplam biyojen amin 2.5-26.7 mg/kg olarak bulunmuştur (41). Araştırma sonuçlarında elde edilen histamin değerleri benzerlik göstermektedir.

Tüm biyojen aminler aynı toksik etkiye sahip değildir, histamin, tiramin ve β -feniletilamin bu aminler içinde en fazla toksik etkiye sahip olanlardır (240). Araştırmada elde edilen sonuçlara göre yoğurt örneklerinin biyojen amin değerleri incelendiğinde belirtilen limitlerin altında olduğu tespit edilmiştir

Yoğurt örneklerinin biyojen amin içeriklerini yüksekten düşüğe doğru Kadaverin > β -feniletilamin > triptamin > tiramin > histamin > putresin olarak sıralayabiliriz (Tablo.4.6).

5.3. Süzme Yoğurtların Özellikleri

5.3.1. Süzme Yoğurtların Kimyasal Özellikleri

Süzme yoğurt üretiminde kullanılan yoğurdun inkübasyon sonunun doğru tespiti çok önemlidir. Araştırma çalışmasında inkübasyon işlemi sırasında asitlik pH 4.6-4.7 ulaştığında inkübasyon süresi tamamlanmıştır. İnkübasyon süresi iyi ayarlanmadığı takdirde beklenen kalite ve yapıda süzme yoğurt elde edilememektedir.

Atamer ve ark. (27) süzme yoğurtlarda 3.52 pH, Konar (148) 4.2 pH, Seçkin ve Nergiz (236) 3.67 pH, Musaigera ve ark.(180) 4.1-4.5 pH olarak belirtmişlerdir. Kırdar ve Gün (134)'e göre pH 3.38-3.91, Kırdar ve Gün (135) 3.69, Şahan ve ark. (249) 3.76, Şimşek ve ark. (257) 3.65-4.22 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Araştırma sonucu elde edilen pH değerleri belirtilen araştırma sonuçları ile benzerlik göstermektedir (Tablo 4.7).

Süzme yoğurtlarda asitlik değerleri, Eralp (81)'e göre %2.77, Kayıkcılar (127)'e göre %2.35, Atay (32)'a göre %2.64, Tatlı (273)'e göre %2.58, Uysal (286)'e göre %2.02, Uğur (284)'e göre %2.77, Çağlar ve ark. (60)'e göre %2.44, Kırdar ve Gün (135)'e göre %1.80, Parlak, (208)'e göre %1.31, Yazıcı ve Akgün (306) %1.51-2.19, Şimşek ve ark. (257)'e göre %1.38 olarak belirlenmiştir. Çalışma örneklerinin asitlik değerleri ise Kırdar ve Gün (135), Parlak, (208), Yazıcı ve Akgün (306), Şimşek ve ark. (257) değerleriyle benzer, diğer araştırmacıların değerlerinden ise düşük olduğu görülmektedir (Tablo 4.7).

Verimi yüksek ve kaliteli süzme yoğurt üretimi için, süzülme öncesi yoğurdun kurumadde içeriğinin yüksekliği önemlidir. Kurumadde miktarı arttıkça elde edilen süzme yoğurt miktarı da artmaktadır. Bu çalışmada süzme yoğurt üretiminde kullanılan yoğurtlarda kurumadde artışı yapılmamıştır.

Süzme yoğurt üretiminde temel prensip, yoğurdun serum fazının uzaklaştırılması ve kurumaddeyi yüksek bir ürün eldesidir. Süzülme aşamasında temel olarak gerçek çözelti formundaki laktoz, su ve bazı minarel maddeler yoğurttan uzaklaştırılmakta, buna karşın protein ve yağ değerinde artış meydana gelmektedir (201). Süzülme sırasında yoğurdun suda çözünebilir nitelik gösteren serum proteinleri, laktoz, mineral madde ve vitamin miktarı artmaktadır (201, 202).

Süzülme süresi uzadıkça ürün daha konsantre haline geldiğinden protein oranı artmaktadır. Süzme yoğurt üretimi üzerine yapılan çalışmalarda ortalama kurumadde

miktarını Töral ve ark. (280) %22.74, Atamer ve ark. (27) %19.41, Çağlar ve ark. (60) %32.36, Seçkin, (235) %26.39, Akın (7), %23.35, Özer ve Robinson (199) %23.3, Şimşek ve ark. (257) %17.84-27.72, Kırdar ve Gün (131) %18.00-26.96, Kırdar ve Gün (135) %21.90 olarak bildirmişlerdir. Araştırma da elde edilen kurumadde değerleri yapılan önceki çalışmalarla uyum içersindedir (131, 201, 257).

Süzme yoğurttaki TKM içeriğindeki çeşitliliği özellikle üretimde kullanılan sütün yağ içeriğine ve kimyasal bileşimlerindeki farklılıklara, üretim tekniği, kurumadde standardizasyonu, pastörizasyon sıcaklığı, süzme aşamasında kullanılan baskı tipi, süzme süresi gibi parametrelerin farklı olmasına bağlı olabileceği belirtmektedirler (275).

Süzme yoğurt ile ilgili çalışmaların ortak noktası bu ürünün konsantre bir protein kaynağı olmasıdır. Protein kaynağının hammadde olarak yoğurda göre daha yüksek olması, süzme yoğurtların duyarlılığını arttıran faktörlerden biridir. Özellikle yüksek proteinlerden dolayı artan buffer kapasitesi depolamada gelişen asitliği olumlu yönde etkilemektedir (26). Araştırmada örneklerin protein içeriğinde elde edilen sonuçlar, diğer araştırmaların bulguları ile benzerlik göstermektedir (131, 226, 267).

Süzme yoğurtlarda protein miktarı ile ilgili yapılan çalışmalarda alınan sonuçlar; %13 Eralp (81), %7.31 Yöney (309), %13.31 Atay (32), %14.97, Töral ve ark (280), %12.01 Atamer ve ark. (27), %19.02 Çağlar ve ark. (60), %10.67 Seçkin ve Nergiz (236), %4.46-9.22 Kırdar ve Gün (131), %8.45, Akın (7), %7.75 Özer ve Robinson (199), %9.63 Şahan ve Kaçar (249), %12.55 Kırdar ve Gün (135), %8.02 Şahan ve ark. (250) olarak bildirmişlerdir. Araştırma sonucu elde edilen değerler Yöney (309), Kırdar ve Gün (135); Akın (7); Özer ve Robinson (199)'nın sonuçlarına uyumlu diğer çalışmalardan ise düşük olduğu görülmektedir (Tablo 4.7).

TGK Fermente Süt ürünler Tebliği'nde konsantre fermente süt ürünlerinde fermantasyondan önce veya sonra en az %5.6 protein oranının olması gerektiği belirtilmiştir. Süzme yoğurt örneklerinin protein değerleri Tebliğ' de verilen değere uygundur.

Gıda Maddeleri Tüzüğü'ne göre yoğurtlar ihtiva ettikleri yağ oranına göre 100 gramında en az 5 gram yağ olanlar yağlı, en az 2.5 gram yağ olanlar yarım yağlı, 2.5 gramından daha az yağ içerenler ise yağsız süzme yoğurt olarak tanımlanmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre süzme yoğurt, yağlı süzme yoğurt (%5.85), yarım yağlı süzme yoğurt (%4.55) sınıfına girmektedir.

Yoğurt pıhtısı yağ globüllerinin ve çözülmüş unsurları içerisinde tutan üç boyutlu ağ şeklindedir. Bu yüzden yoğurdun süzülmesi sırasında yağ serumla uzaklaşmayıp yoğurt kitlesinde tutulmaktadır. Bu nedenle süzme yoğurtta yağ oranı set tipi yoğurttan daha yüksek bir yağ değeri içermektedir (217).

Süt bileşenleri arasında en büyük çapa (0.10-10 µm) sahip olan yağdır. Koloidal halde bulunan kazeinler, inorganik tuzlar (10-300 nm) ve serum proteinleri (3-6 nm) ise daha küçüktürler. Bunun yanı sıra proteinlerin yalnızca serum proteinleri fraksiyonu suda çözünebilir nitelik göstermektedir. Ancak süte uygulanan ısı işlem sırasında serum proteinlerinin önemli bir bölümünü (%9-17) oluşturan α-laktalbumin ve β-laktoglobulin, k-kazein ile reaksiyona girerek kompleks oluşturmaktadır. Bu nedenle serumla birlikte uzaklaşan serum proteinleri miktarı azalmaktadır. Dolayısıyla serumda düşük protein ve yağ miktarı anılan nedenler yüzünden olabilmektedir (294).

Süzme yoğurtlarda yağ oranı Atamer ve ark. (30)'a göre %10.31-11.00, Atamer ve ark. (27)'a göre %2.58, Uysal (286)'e göre %7.90, Uğur (284)'e göre %7.59, Çağlar ve ark.(60)'e göre %7.58, Seçkin ve Nergiz (235)'e göre, %11.49, Kırdar ve Gün (135)'e göre %5.53, Parlak (208)'e göre %5.55, Şimşek ve ark. (257)'a göre. %2.00-7.45 olarak belirlenmiştir. Araştırma bulguları Atamer ve ark. (27), Nergiz ve Seçkin (275)'nin sonuçlarından düşük, Kırdar ve Gün (135) ve Parlak (208) sonuçlarından yüksek bulunmuştur.

Süzme yoğurtların yağ oranları; süzme süresi, süzme sıcaklığı, kullanılan hammaddenin yağ oranına, süzme sırasında kullanılan torbanın doku sıklığı, inkübasyon işleminin yapıldığı serpantin tank gibi birçok faktöre bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir. Dolayısıyla araştırma sonuçları ile yapılan çalışmalar arasındaki farklılıkların bu faktörlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Süzme yoğurtlarda laktoz içeriklerini Atamer ve ark, (27) %4.18, Uysal (286) %7.48, Çağlar ve ark. (60) %4.79, Seçkin (235) %3.36, Şahan ve ark.(250) %3.23, Kırdar ve Gün (131) %4.06-8.65, Kırdar ve Gün (135) %3.07 olarak belirlemişlerdir. Çalışma örneklerinin laktoz değerleri, Uysal (286)' ın değerlerinden düşük, diğer çalışmaların süzme yoğurtta belirlediği laktoz değerlerine benzerlik göstermektedir.

Kurumadde bileşenlerinde olduğu gibi, kül miktarı da kurumadde artıkça artmıştır. Süzme yoğurdun kül miktarını Atamer ve ark (26). %0.67, Seçkin (235) %0.82, Eralp (81) %1.10, Kayıkçılar (127) %1.61, Atay (32) %1.43, Töral ve ark (280) %1.39, Uysal (286) %1.62, Uğur (284) %1.10, Çağlar ve ark. (60) %0.98, Seçkin (235) %0.82, Kırdar ve Gün (135) %0.7, Şahan ve ark. (250) %0.76, Şimsek ve ark. (257) %0.92 olarak bildirmişlerdir. Araştırma sonucu elde edilen kül değerleri Eralp (81); Kayıkçılar (127); Atay (32); Töral ve ark (280); Uysal (286); Uğur (284)'un sonuçlarından düşük, diğer çalışmaların sonuçlarıyla uyumlu olduğu belirlenmiştir.

5.3.2. Süzme Yoğurtların Mineral Madde İçerikleri

Sütteki mineral maddelerin sütün fiziksel ve kimyasal özellikleri, besin değeri ve teknoloji yönünden önemli işlevleri bulunmaktadır. Başta kalsiyum, fosfor, magnezyum, sodyum ve potasyum olmak üzere her bir element beslenme fizyolojisi açısından büyük bir öneme sahiptir Bu mineral maddeler ayrıca süt proteinlerinin kimyasal yapılarını stabilize ederler, sütün ısıl işleme karşı direncinde ve bazı süt ürünlerinde aroma oluşumunda önemli rol oynarlar (140).

Süt ürünlerinde, uygulanan ısıl işlem süresi ve sıcaklığı, kurumadde artırımı, kültür ilave edilmesi ve fermantasyon, peynirlerde enzim ilavesi, pıhtılaşma süre ve sıcaklığı, baskılama ve süzme, yıkama, tuzlama v.b. teknolojik işlemler element miktarını etkilemektedir (55, 207). Bunların yanı sıra alet ve ekipmanlarla temas, ürünün bileşimi ve elementlerin kimyasal formları da ürünlerin element miktarını etkileyen faktörlerdir. Bu nedenle süt ve ürünlerinin element içeriği geniş sınırlar arasında değişim göstermektedir (88).

Süzme yoğurtlarda elementlerin miktar dağılımı $K > P > Ca > Na > Mg$ sırasını takip etmiştir Güler (103) çalışmasında birinci sırada P bunu sırasıyla K, Ca, Na ve Mg takip etmiştir. Süzme yoğurtlarda P elementi Ca'dan daha fazla saptanmıştır.

Süzme yoğurtta P içeriğinin belirlendiği çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Rao ve ark. (216) 286 mg/100g, Akın (7) 2 818.89 mg/L, Sarı (231) 112.30-135.45 mg/100g, Güler (103) ise 1 052 ppm olarak bulmuştur. Süzme yoğurtların P içeriği 835.5-1 113.0 mg/kg arasında değişmiştir (Tablo 4.4). Araştırma sonuçları diğer çalışmalardan düşük olup, Sarı(231) ve Güler (103) ile benzerlik göstermektedir.

Magnezyum protein ve nükleik asit metabolizmalarında ve enzim sistemlerinde kofaktör olarak önemli fonksiyonları bulunan bir makro elementtir (140).

Süzme yoğurtların potasyum (K) içeriği 1 195 - 1 259 mg/kg arasında değişmiştir (Tablo 4.4). Potasyum içeriğinin belirlendiği çalışmalarla Rao ve ark. (216) 55mg/100g, Museigera ve ark. (179) 106-124 mg/100g, Sarı (231) 142.81-172.83 g/100g, Güler (103) 1 052 ppm olarak belirlemişlerdir. Süzme yoğurtta elde edilen potasyum değerleri Museigera ve ark. (179) ile benzerlik gösterirken Rao ve ark. (216)'tan yüksek Sarı (231)'nın değerlerine göre de düşük bulunmuştur.

Süzme yoğurtların Na miktarı 291-299.5 mg/kg arasında değişmiştir (Tablo 4.4). Süzme yoğurtlarının Na içeriğinin belirlendiği çalışmalarda Musaigera ve ark. (179) 120-213 mg/100g, Sarı (231) 29.46-41.78 mg/100g, Güler (103) 520 ppm olarak tespit etmişlerdir. Araştırma sonuçları Sarı (231) ile uyumlu olup Musaigera ve ark. (179) ve Güler (103)'den düşük bulunmuştur.

Magnezyumun kas ve sinir iletiminde etkin bir rolü vardır. Bitkisel ve hayvansal yiyeceklerde yeteri kadar magnezyum bulunmasının yanında kuru baklagiller ve yeşil sebzeler magnezyumca zengin besinler arasındadır (70, 72, 73, 140,176). Potasyum vücut sıvılarının ozmotik basıncı ve asit-baz dengesi için gereklidir. Normal diyetlerde vücut 2-4 g potasyum sağlamaktadır (218).

Süzme yoğurtta Mg element içeriğinin belirlenmesinin incelendiği çalışmalarda Akın (7), Mg 153.29 mg/L, Musaigera ve ark. (179), Mg 14.8-17.5 mg/100 g, Sarı (231), Mg 14.77-16.55 mg/100 g, Güler (103), Mg 587 ppm, P ise 1052 ppm olarak bildirmişlerdir. Araştırma sonuçları Akın ve Güler'den düşük, Sarı ve Musaigera'nın değerlerinden yüksek bulunmuştur.

Şanal (251), farklı tür sütlerden üretilen süzme yoğurtlarda element içeriğinin belirlenmesi çalışmasında süzme yoğurtların Ca içeriğini 1060 ppm, Na içeriğini 373 ppm, K içeriğini 1 527 ppm, Mg içeriğini 425 ppm, P içeriğini ise 1 639 ppm olarak bildirmiştir. Süzme yoğurtların P, Ca, Mg, Se ve Zn; yoğurt suyunun ise K, Na ve laktoz bakımından önemli birer kaynak olduğunu bildirmiştir. Süzme yoğurt üretimi sırasında torbada en fazla tutulan elementin P, en az tutulan elementin K olduğunu belirtmiştir. Araştırmada elde edilen değerler anılan verilerle uyum içerisindedir.

5.3.3. Süzme Yoğurtların Aroma Madde İçerikleri

Yoğurdun karakteristik tat ve aroması *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* tarafından sentezlenen laktik asit başta olmak üzere pürivik, oksalik ve süksinik asit gibi uçucu olmayan asitler ile asetaldehit, aseton, diasetil gibi karbonil bileşenlerinden kaynaklanmaktadır (162, 201, 268). Bunların yanı sıra uçucu yağ asitleri gibi bazı uçucu bileşenler (formik, asetik, bütirik veya propiyonik asit) (76, 282) ve ısı uygulama sırasında laktoz, protein ve lipitlerden oluşan aldehitler, ketonlar, alkoller, laktonlar ve sülfür bileşikleri gibi bazı parçalanma ürünler de yoğurdun tat ve aromasında birincil öneme sahiptir (260).

Asetaldehit yoğurdun temel aroma bileşenidir. Asetaldehitin karbonhidrat, protein, lipit ve/veya nükleik asitlerden sentezlenme mekanizmalarından açığa çıkmaktadır. Diasetil bir diğer karbonil bileşenidir ve asetaldehit konsantrasyonu yetersiz olması durumunda dengeli bir tat aromanın oluşması için önemlidir (99, 100).

Asetaldehitin yoğurtta tat aroma üzerindeki belirleyici etkisinin yanı sıra diğer minör aroma bileşenleri (propanon, isobütonal, n-bütonol 2.3- bütillen glikol, propiyonik asit ve bütirik asit) tat dengesinin kurulmasında destekleyici bir rol oynarlar (201, 276).

Yoğurtta tat - aromayı oluşturan 4 temel karbonil bileşenlerinden; asetaldehit, aseton, asetoin, diasetil miktarları incelendiğinde diğer çalışmalarla uyumlu olduğu görülmektedir (Tablo 4.9).

Bu çalışmada da 2.3-pentandion, 2-heptanon ve 2-nonanon gibi sırasıyla 5, 7 ve 9 karbonlu ketonlar tespit edilmiştir. Bu bileşiklerden 2.3-pentandion'un yoğurt aromasının oluşumunda etkili bir diketon olduğu ve izolösin metabolizmasının bir ara ürünü olan α -aseto- α -hidroksibütirattan oluşmuş olabileceği bildirilmektedir (94, 191).

Çalışmamızda tespit edilen limonen ve pinen gibi özellikle turunçgillerde bulunan monoterpenlerin hayvanın yediği otlardan kaynaklanabileceğini düşünülmektedir (57).

Başlıca asetik asit olmak üzere hekzanoik, ve bütirik asit yoğurtlarda en çok tespit edilen yağ asitleri olarak belirtilmiştir. 12 saat süzme süresi uygulayan işletme örneklerinde hekzanoik asit tespit edilememiştir.

Süzme yoğurt örneklerinde 4 temel aroma maddesi dışında ketonlardan 2,3-pentandion, 2-pentanon, 2-heptanon ve 2-nonanon; terpenlerden limonen, α - ve

β -pinen ve p-simen; uçucu yağ asidi olarak asetik, bütanoik (bütirik), hekzanoik (kaproik), asit; aromatik ve alifatik hidrokarbon olarak tolüen ve, heptan belirlemiştir. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar Erkaya (85) ile uyumludur.

5.3.4. Süzme Yoğurtların Amino Asit İçerikleri

Süzme yoğurt üretimi sonunda elde edilen amino asitlerin %49.69'unu esansiyel amino asitlerden treonin, valin, metiyonin izolösin lösin, fenilalanin histidin, lisin ve arginin amino asitleri oluşturmaktadır. Esansiyel amino asitler içinde en fazla kayıp %11.38 ile histidinde olurken, en az kayıp %2.76 ile metiyoninde meydana geldiğini belirtilmiştir. Esansiyel amino asitler içinde ise en fazla kayıp %5.64 ile glisinde olurken en az kayıp %2.24 ile tirozinde meydana geldiğini ifade etmektedir.

Araştırma sonuçlarında süzme yoğurtlarda en yüksek amino asit içeriği tirozin olarak belirlenirken, en düşük ise izolösin ve valin olarak saptanmıştır (Tablo 4.15.)

Aromatik amino asitlerden lösin, fenilalanin, aspartik asit, arginin, prolin ve tirozin miktarları açısından yoğurt örnekleri arasında anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($p < 0.01$). Yüksek fenilalanin içeriğine sahip olan örneklerde tirozin miktarı yüksek belirlenmiş, yüksek tirozin olanlarda ise düşük fenilalanin gözlemlenmiştir.

Glutamik asit, prolin, alanin ve serin gibi amino asitlerin yoğurtta birikmesinin ve diğer amino asitlere göre daha yüksek oranda bulunmasının sebebi *S.thermophilus* ve *L. delbrueckii bulgaricus* bakterilerinin fermantasyon ve gelişim için bu amino asitleri tercih etmemesinden kaynaklanabilir (269).

5.3.5. Süzme Yoğurtların Biyojen Amin İçerikleri

Küçükçetin (158) tarafından Antalya semt pazarından toplanan süzme yoğurtların mikrobiyel kalitesinin belirlendiği ve BA içeriğinin tespit edildiği çalışmada, örnekler triptamin, feniletilamin, putresin, kadaverin, histamin, tiramin, spermidin ve spermin olmak üzere 8 adet BA açısından incelenmiştir. Analiz edilen örneklerdeki triptamin, feniletilamin, putresin, kadaverin, histamin, tiramin ve spermidin miktarlarının en düşük ve en yüksek değerleri sırasıyla ortalama 0-97.92 mg/kg, 0-31.18 mg/kg, 0-162.90 mg/kg, 0- 368.91 mg/kg, 0-119.16 mg/kg, 0-131.14 mg/kg ve 0-18.67 mg/kg arasında tespit edilmiştir.

Örneklerin tamamına yakın bir kısmında (%95) triptamin belirlenmişken, hiç birinde spermin tespit edilmemiştir. Araştırmada elde edilen sonuçlar ile

çalışmamızdaki değerler kıyaslandığında kadeverin sonuçları oldukça yüksek bulunmuştur. Triptamin ve β -feniletilamin değerleri düşük, putresin, histamin ve tiamin değerleri ise daha düşük bulunmuştur.

Sömer (247) dayanıklı yoğurtlar ile ilgili yaptıkları çalışmalarında 5 farklı ilin halk pazarlarından toplanan yoğurt örneklerinin hiç birinde kadaverin, putresin, tiramin ve β -feniletilamin saptanmadığını bildirmiştir. Triptamin yoğurt örneklerinin tümünde tespit edilen tek biyojen amindir. Afyon, Muğla, Isparta, Burdur ve Aydın illerinden toplanan yoğurtların en düşük ve en yüksek triptamin değerleri sırasıyla 2.60-6.80, 2.65-7.45, 1.60-11.20, 1.30-7.10 ve 3.70-5.15 ppm olarak, ortalama değerleri ise sırasıyla 4.91, 5.52, 4.64, 3.33 ve 4.45 ppm olarak tespit edilmiştir. En yüksek triptamin değeri 11.20 ppm ile Isparta ilinden temin edilen yoğurtta, en düşük değer ise 1,30 ppm ile Burdur ilinden alınan örnekte tespit etmiştir. Araştırmada elde edilen sonuçlar Sömer (247)'e göre yüksek bulunmuştur.

Süzme yoğurtların BA içeriklerini yüksekten düşüğe doğru kadaverin> β -feniletilamin>triptamin>histamin>tiramin>putresin olarak sıralanabilir.

Tiramin ve β -feniletilamin gibi BA hipertansiyon krizine ve diyet kaynaklı migrene neden olmaktadır. Histaminin yüksek miktarlarda alımı gıda zehirlenmesine neden olmaktadır. 8-40 mg histamin alımı düşük, 40-100 mg histamine alımı orta, 100 mg'ın üzerinde histamin alımı ise şiddetli bir gıda zehirlenmesine neden olmaktadır (204). Araştırmada süzme yoğurtların biyojen amin sonuçları değerlendirildiğinde toksik etki yapacak sınır değerlere ulaşmadığı görülmektedir.

Süzme yoğurt örneklerinde biyojen amin miktarının düşük olmasının sebepleri arasında; süzme yoğurt üretiminde bekletme süresinin oldukça kısa sürmesi, fermantasyondan önce süte ısıtma işlem uygulanması, kullanılan starter kültürlerin dekarboksilaz enzim aktiviteleri raf ömrünün diğer fermente gıdalardan kısa olması olarak sıralanabilir.

5.4. Yoğurt Suyunun Özellikleri

5.4.1. Yoğurt Suyunun Kimyasal Özellikleri

Kırdar ve Gün (135), farklı zaman periyotlarında (kış ve yaz ayları) farklı mandıralarda üretilen süzme yoğurtlarına ait serum örneklerinin bazı özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, Kış aylarında, serum örneklerinin 3.57-3.78 pH, yaz aylarında ise 3.56-3.72 pH arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Baladura (38), süzme yoğurtların fonksiyonel özelliklerinin artırılmasında bazı diyet liflerinin kullanılması üzerine yaptığı çalışmada süzme yoğurtlardan elde edilen serumlarda pH değerlerini 4.22-4.67 arasında değişmekte olduğunu bildirmiştir.

Kalender (121), farklı oranlarda inülin ilavesinin yağı azaltılmış süzme yoğurt üretimi üzerine etkisini araştırdığı çalışmasında süzme yoğurt yapımında kullanılan yoğurttan süzülen yoğurt sularının pH değerlerini 4.35-4.40 olarak tespit etmiştir. Araştırma bulguları Kalender (121); Baladura (38)' a benzer, Kırdar ve Gün (135)' ün çalışmasından yüksektir (Tablo 4.12).

Araştırma çalışmasında pH değerlerinin yüksek çıkması kullanılan hammaddeden, kullanılan inkübasyonu çıkış pH'sı, süzme işlemi için kullanılan torbaların özelliklerinden, süzme süresi gibi faktörlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Süzme yoğurt üretiminde serum ayrılması üzerine etki eden faktörlerden biri asitlik gelişimidir. Asitlik gelişimi pıhtı büzülmesini artırarak, serumun akışını kolaylaştırır ve dolayısıyla pıhtının demineralize olmasına neden olmaktadır. Asitlik gelişimi ile seruma geçen mineral madde miktarı artmaktadır.

Kırdar ve Gün (136) kış aylarında serum örneklerinin asitlik değerinin %0.74-0.99, yaz aylarında ise %0.77-1.14 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Süzme yoğurtlardan elde edilen serumlarda asitlik değerlerini Baladura (38) %0.20-0.28, arasında, Kalender (121) ise %0.52-0.54 olarak tespit etmişlerdir. Araştırma sonucu elde edilen veriler Baladura (38)'a uygun, Kırdar ve Gün (136) ve Kalender (121) sonuçlarından düşük tespit edilmiştir (Tablo 4.5.).

Süzme yoğurtların kurumadde içeriği, yoğurtların kurumaddeyle doğru orantılı değişim göstermiş olup (Şekil 4.1) torbada tutulma süresi arttıkça kurumaddenin arttığı (daha konsantre hale geldiği) görülmüştür. Seruma geçen kurumadde oranı torbada tutulmanın en fazla olduğu B işletmesinde üretilen yoğurttan

elde edilen yoğurt suyunda %5.19 olarak en az saptanırken, A işletmesinde üretilen yoğurttan elde edilen yoğurt suyunda %5.58 olarak bulunmuştur. Kurumaddenin torbada tutulma süresi arttıkça, seruma geçen kurumadde miktarının azaldığı söylenebilir.

Yapılan çeşitli araştırmalarda yoğurt sularındaki kurumadde oranı Kalender (121)'e göre %6.20-9.06, Baladura (38)'a göre %5.03-8.86, Kırdar ve Gün (136)'e göre %4.78-6.15, Say (233)'e göre %5.24 Seçkin ve Nergiz (236)'e göre %4.2, Atamer ve ark. (29) göre %6.44, Sienkiewicz ve Riedel (242)'e göre %6.58 olarak bulunmuştur. Çalışma örneklerinin kurumadde değerleri, Kalender (121)'in değerlerinden düşük, diğer çalışmaların yoğurt suyunda belirlediği kurumadde değerlerine benzerdir (Şekil 4.1).

Rasic ve Kurman (217), yoğurt pıhtısının 3 boyutlu bir ağ olduğunu ve bu yapının içinde yağ globüllerinin ve çözülmüş bileşikler içeren serumun olduğunu bildirmektedir.

Süzme yoğurtlarda saptanan yağ değerleri ulaşılan kurumadde içeriği ile ilişkilidir. Kurumadde oranı en fazla olan A işletmesinde üretilen süzme yoğurttan elde edilen süzme de yağ oranı %5.85 iken, B işletmesindeki süzmede yağ oranı %4.55 olarak tespit edilmiştir. Yoğurt suyundaki yağ miktarları ise %0.56-0.33 arasında değişmiştir. Araştırma sonuçlarına göre yağın tamamına yakın bölümü torbada tutulmaktadır ve bu sonuçtan yola çıkarak yağ globüllerinin pıhtı yapısı içinde yer aldığı, süzme aşamasında serumla birlikte ortamdan uzaklaşmayıp torbada tutulduğu söylenebilir. Serumdaki yağ değerlerindeki farklılığın kurumadde arttıkça, seruma geçen yağ miktarı azaldığından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Süzme yoğurtlarda yağ oranı Adıgüzel (3) %0.61, Atamer ve ark. (29)'na göre %0.05, Sienkiewicz ve Riedel (242)'e göre %0.08, Seçkin (235)' e göre %0.03, Say (233)'e göre %0.00, Kırdar ve Gün (135)'e göre %0.01-0.09, Baladura (38)'ya göre %0.05, Kalender (121)'e göre %0.00 olarak tespit edilmiştir. Araştırma sonuçları Adıgüzel (3)'a uyumlu, yapılan diğer çalışmalardan yüksek bulunmuştur (Şekil 4.2.).

Rasic ve Kurman (217, 266), protein içeriğindeki artışın su tutma kapasitesini fazlalaştırdığını ve dolayısıyla yoğurtlardan ayrılan serum miktarının azaldığını bildirmişlerdir. Süzme ile ortamdan ayrılan serum, koagüle olmamış proteaz-pepton,

protein olmayan azotlu bileşikler (amino asitler, üre, kreatin) ve diğer çözünmüş bileşikleri içermektedir.

Yoğurtların %5.32 ve %3.55 olan protein miktarları süzülme işleminden sonra süzme yoğurtlarda %6.4 ve %8.6'ya ulaşmıştır (Şekil 4.3). Süzme yoğurtların kurumadde miktarları artıkça protein miktarları artmıştır. Belirtilen sonuçların alınmasında yoğurtların protein miktarlarının etkili olduğu düşünülmektedir. Süzme işlemleri sonunda yoğurtlardaki proteinlerin büyük bir kısmının torbada tutulduğu görülmektedir.

Yoğurt sularının protein miktarlarıyla ilgili çalışmalarda, protein miktarını Tamime ve ark. (264) %0.32, Atamer ve ark. (30) %1.29, Sienkiewicz ve Riedel (243) %0.12, Seçkin ve Nergiz (235) %0.30, Say (233) %0.68, Kırdar ve Gün (135) yaz aylarında %0.18-0.25, kış aylarında ise protein miktarını %0.17-0.44 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Araştırma sonucu elde edilen veriler Atamer ve ark. (29) sonuçlarından düşük, Tamime ve ark. (222), Sienkiewicz ve Riedel (242), Seçkin ve Nergiz (236), Kırdar ve Gün (135)'ün çalışmalarından yüksek, Say (233)'ın sonuçlarıyla uyumludur (Şekil 4.3).

Laktoz suda çözünen bir disakkarittir. Yoğurt üretiminde inkübasyon aşamasında laktozun %20-30 veya daha fazlası laktik aside dönüşmektedir. Süzme işlemi ile birlikte de çok büyük bir oranla seruma geçmektedir. Süzme işlemi sırasında yoğurtların besin öğelerinde meydana gelen kayıpları inceleyen Seçkin (235), genel olarak değerlendirildiğinde en yüksek kaybın laktozda meydana geldiğini bildirmiştir.

Laktoz ve mineral maddelerin büyük bölümü seruma geçmiştir. Serum kurumaddesinin yaklaşık %9'unu protein ve yağ oluştururken geri kalan %91'lik oranı mineral maddeler ve laktoz oluşturmuştur. Diğer bir ifadeyle yağ ve proteinin hemen hemen tamamı torbada tutulmaktadır. Benzer şekilde bazı araştırmacılarda seruma en az geçen yoğurt bileşenlerinin yağ ve protein olduğunu tespit etmişlerdir (29, 236).

Yapılan çalışmalarda laktoz miktarını Pusat (214) %4.7, Tamime ve ark. (264) %5.05, Sienkiewicz ve Riedel (242) %4.53, Nergiz ve Seçkin (181) % 3.32, Seçkin ve Nergiz (236) % 4.95-5.37, Say (233) % 3.86, Kırdar ve Gün (135) kış aylarında %4.41-4.89 yaz aylarında ise %4.17-5.38 arasında değiştiğini bildirmiştir. Çalışmada elde edilen veriler Seçkin ve Nergiz (236), Say (233)' in çalışmalarına uyumlu, diğer çalışmaların belirlediği laktoz değerlerinden düşüktür (Şekil 4.4.). Üretim aşamasında

fermente olmayan laktozun bir kısmı suda gerçek çözelti oluşturduğundan, serumla birlikte ayrılmaktadır. Seçkin (235) süzme işlemi sonucunda yoğurttaki laktozun %63.28 ile %77.64'ünün seruma geçtiğini bildirmiştir.

Erbil (82) farklı süzme sürelerini denedikleri çalışmalarında 8h, 16h, ve 24 h süzme sürelerinde yoğurt sularının kurumadde değerleri sırasıyla %6.52, 6.79 ve 6.99 olarak tespit etmiştir. Araştırma sonuçları bu değerlerden düşük bulunmuştur. Laktoz değerleri ise sırasıyla %5.05, 5.25 ve 5.35 bulunmuştur. Araştırma sonuçları 24 h süzme sonrasındaki değerlerden düşük bulunmuştur.

Araştırma çalışmalarında serumların kül miktarlarını Tamime ve ark. (264) %0.76, Atamer ve ark. (29) %0.78, Sienkiewicz ve Riedel (242) %0.73, Seçkin ve Nergiz (236) %0.50, Say (233) %0.66 olarak tespit etmişlerdir. Araştırma sonucu bulunan değerler araştırmacıların sonuçlarıyla uyumludur (Şekil 4.5.).Seruma geçen kül miktarı torbada tutulma süresi uzadıkça yani asitlik arttıkça artmıştır.

Yoğurt suyunda pH değerini 4.213, Şanal (251) 6.46, Seçkin (235) 3.98 olarak tespit etmişlerdir. Araştırmada elde edilen veriler çalışmalarla uyumludur.

5.4.2. Yoğurt Suyunun Mineral Madde İçerikleri

Süt bileşenleri arasında en büyük çapa (0.10-10 µm) sahip olan yağdır. Koloidal halde bulunan kazeinler, inorganik tuzlar (10-300 nm) ve serum proteinleri (3-6 nm) ise daha küçüktürler. Bunun yanı sıra proteinlerin yalnızca serum proteinleri fraksiyonu suda çözünebilir nitelik göstermektedir. Ancak süte uygulanan ısı işlem sırasında serum proteinlerinin önemli bir bölümünü (%9-17) oluşturan α-laktalbumin ve β-laktoglobulin, k-kazein ile reaksiyona girerek kompleks oluşturmaktadır. Bu nedenle serumla birlikte uzaklaşan serum proteinleri miktarı azalmaktadır. Dolayısıyla protein ve yağ miktarının serumda düşük olması anılan nedenler yüzünden olabilmektedir (294).

Süzme işlemi sırasında yoğurt kompozisyonunda önemli değişiklikler olmaktadır. Suda çözünebilir nitelik gösteren serum proteinleri, laktoz ve çoğu mineral maddeler seruma geçerken, araştırmacılar seruma geçen bileşenlerden mineral maddelerin %50'den fazla oranla en üst sırada yer aldığını ifade etmektedirler (29).

Süzme yoğurt örneklerinde en fazla torbada tutulan elementler P ve Mg olmuştur. Başka bir ifadeyle anılan elementler diğerlerine kıyasla seruma en az oranda geçmişlerdir. İnek sütünden ürettiği süzme yoğurdunda P>K>Ca>Mg>Na sırasında

belirlenmiştir. Bu farklılığa yoğurtların süzülmesi ve bu sıradaki asitlik gelişimi etkili olabilir. Süzme yoğurt üretimi sırasında kuru madde içeriğindeki artışa rağmen Ca, Na ve K elementlerinin miktarı yoğurtlarla karşılaştırıldığında önemli düzeyde azalmıştır. Özellikle P ve Ca elementleri süzme yoğurtlarda farklı bir dağılım eğilimi göstermişlerdir. Yoğurt örneklerinin hepsinde Ca elementi P elementinden fazla belirlenmesine rağmen süzme yoğurtlarda P elementi, Ca'dan daha fazla tespit edilmiştir. Diğer bir ifadeyle torbada en fazla tutulan makro element fosfor olmuştur. Süzülme sırasında serumla birlikte en fazla kayıp K ve Na elementlerinde gözlenmiş ve bunları Ca elementi izlemiştir. Bu sonuçlar, Nergiz ve Seçkin (181) ile De La Fuente ve ark. (68)'nin gözlemlerine benzerlik göstermektedir. Bilindiği gibi potasyum ve sodyum elementlerinin %90'dan fazlası süt ve ürünlerinde serbest formda bulunmakta ve kolaylıkla serumla birlikte ayrılmaktadırlar. Serumlarda yüksek sodyum, potasyum ve kalsiyumun miktarları da bunu doğrulamaktadır.

Sütün normal pH'sında (pH 6.7) çiğ sütte kalsiyumun yaklaşık 2/3'ü kazein miselleri ile ilişkilidir. Ancak yoğurt üretimi sırasında gelişen bakteriyel asidifikasyonla misellerdeki kalsiyum ve fosforda değişimler gözlemlenir. pH'nın 6.7'den 4.0'e düşmesiyle misellerdeki proteinlere bağlı kalsiyum ve fosfor azalır ve serum fazındaki kalsiyum ve fosfor artar (65, 94). Ancak bu azalma pH 6.0 ile 5.8 arasında yavaş olmakta ve daha sonra hızlanmaktadır. pH 5.1'de misellerdeki inorganik fosforun çoğu çözünebilir forma geçerken, kalsiyumun yaklaşık %17'si hala kazein misellerinde bulunmaktadır (94). pH'nın 5'in altına düşmesi kalsiyum fosfatta çözülmelere neden olmaktadır. Dolayısıyla süzme yoğurtlarının pH değerleri 5'in altına düştüğünde hem kalsiyum fosfatta hem de kazeine bağlı kalsiyumda önemli çözümler olduğundan süzme sırasında seruma geçen kalsiyum miktarı önemli düzeyde artmıştır. Fosfor elementinin süzme sırasında en az kayıp göstermesinin nedeni ise anılan elementin kazeine farklı bağlanma şekli ve kimyasal yapısı yüzünden olabilir. Fosfor, yoğurttan pıhtıdan ayrılan elementlerin en düşük oranına sahiptir. Misellerdeki fosfor, kazeinlerin fosfo-serin gruplarına kovalent bağlarla bağlanmaktadır. De La Fuente ve ark. (68) sütteki fosforun %25'inin misellerdeki kazeine kalsiyum fosfat olarak bağlı olduğunu, fakat %25'inin ise kazeinlerle esterleşmiş organik fosfat olarak bulunduğunu belirtmişlerdir. Kalan %50'si ise serbest fosfat iyonları olarak ortamda bulunmaktadır. Yoğurt üretimi sırasında asitlik

gelişimiyle birlikte kazeinlerle esterleşmiş organik fosfat ayrılmamakta ve pıhtıda kalmaktadır. Aynı araştırmacılar asitlik gelişimi ile kazeinlere bağlı kalsiyumun ayrıştığını ve kalsiyumun %96.7-99.1'nin fosforun ise ancak %63.2 ile %77.5'in seruma geçtiğini belirtmişlerdir. Fosfor gibi magnezyum elementinde de süzme sırasındaki kayıp, kalsiyum ile karşılaştırıldığında düşük olmaktadır. Magnezyum elementi de kalsiyum gibi kazeinlerin fosforlaşmamış kısımlarına bağlanmaktadır. Ancak magnezyum çoğunlukla miseller inorganik fosfat ile kombine şekilde bulunduğundan kalsiyuma oranla seruma daha az geçmiş olabileceği düşünülmektedir (292).

Yoğurt bileşenlerinden en fazla oranda mineral maddelerin seruma geçtiği ve bunların insan sağlığı açısından önemli olduğu ifade edilmesine rağmen süzme yoğurttaki elementlerin cins ve miktarını kapsayan detaylı çalışmaya literatürlerde rastlanmamaktadır.

Vücuttaki kalsiyumun yaklaşık %99'u kemik ve dişlerde bulunmakta; geri kalan %1'i ise vücut sıvılarında, sinir, kalp ve kas sisteminde yer almaktadır. Yaşam süresince kemiklerdeki kalsiyum yenilenmektedir. Dolayısıyla sürekli kalsiyum alımına gereksinim duyulmaktadır. Buna ilaveten kalsiyum kanın pıhtılaşmasında, kasların kasılmasında ve kalp fonksiyonunda önemli rol oynamaktadır (73, 138).

Fosfor elementi metabolizma için kilit bir rol oynamakta, protein, yağ ve karbonhidratların yapısında yer almaktadır. Fosfor, insan vücudunda %1 oranında bulunur (73). Kalsiyumla birlikte kemik ve dişlerin yapı maddesidir ve kalsiyumdan sonra vücutta en çok bulunan mineraldir (194, 225).

Potasyum, sinir sistemi yanı sıra kasların kasılmasının kontrolünde önemli olmaktadır. Ayrıca potasyum kan basıncının kontrolünde ve hipertansiyonun önlenmesinde etkili bir elementtir. Magnezyum kemik ve dişlerin yapısında kalsiyum ve fosfor ile birlikte bulunmaktadır (194).

Süzme yoğurt üretimi sırasında yoğurdun kimyasal kompozisyonunda meydana gelen değişimlerin gözlemlendiği bir çalışmada en fazla kaybın laktozda olduğu ve bunu Na, K, Ca ve P elementlerinin izlediği ortaya konmuştur. Bu çalışmada tam yağlı inek sütünden üretilen yoğurdun serumunda sırasıyla Na 38.9 mg/100g; K 96.4 mg/100g; Ca 107 mg/100g; P 77.8 mg/100g belirlenmiştir(181).

Sodyum ile metabolik ilişkisi olan potasyum vücut sıvılarının ozmatik basıncı ve asit-baz dengesi için gereklidir. Genel olarak potasyum ihtiyacının yaklaşık %75'i sütte karşılanabilmektedir (72). Bu durumda süt iyi bir potasyum kaynağı durumundayken, peynir, süzölmüş yoğurttan yapılan serumu ayrılan süt ürünlerinde potasyum serumla birlikte ayrıldığından yetersizliği sözkonusudur (73).

Şanal (251), yoğurt suyundaki makro elementleri Na 441 ppm, K 1822 ppm, Ca 1189 ppm, P 744 ppm, Mg 368 ppm olarak belirlemiştir. Süzme yoğurtlarda elementlerin dağılımı farklılık göstermiştir. Süzme yoğurt örneklerinde en fazla torbada tutulan elementler P ve Mg olmuştur. Başka bir ifadeyle anılan elementler diğerlerine kıyasla seruma en az oranda geçmişlerdir. Elementler miktar bakımından inek süzme yoğurdunda P>K>Ca>Mg>Na sırasında belirlenmiştir.

Şanal (251), süzme yoğurt üretimi sırasında kurumadde içeriğindeki artışa rağmen Ca, Na ve K elementlerinin miktarı yoğurtlarla karşılaştırıldığında önemli düzeyde azaldığını bildirmiştir. Yoğurt örneklerinin hepsinde Ca elementi P elementinden fazla belirlenmesine rağmen torba yoğurtlarda P elementi, Ca'dan daha fazla tespit edilmiştir. Diğer bir ifadeyle torbada en fazla tutulan makro element fosfor olmuştur. Süzölme sırasında serumla birlikte en fazla kayıp K ve Na elementlerinde gözlenmiş ve bunları Ca elementi izlemiştir.

Seçkin ve Nergiz (236), yoğurt sularının sodyum miktarını 481.54-776.30 ppm, ortalama 610.52 ppm, potasyum miktarını 1 433.74-1 616.67 ppm, ortalama 1 506.77 ppm, kalsiyum miktarını 1 223.87-2 242.78 ppm ortalama 1 661.70 ppm, fosfor değerini ise 1 012.10-1 466.15 ppm ortalama 1 218.70 ppm olarak bildirmişlerdir.

Araştırma sonuçlarında bulunan Ca değerleri Şanal (251), Nergiz ve Seçkin (181) Ca değerlerine benzer, K değerleri Seçkin ve Nergiz (181) çalışmasına benzer, Şanal (251) çalışmasından düşük, Nergiz ve Seçkin (181) çalışmasından yüksek, Mg değerleri Şanal (251) çalışmasından düşük, Na değerleri Seçkin ve Nergiz (181) çalışmasından düşük, Şanal (251) çalışmasına benzer, P değerleri Seçkin (235) ve Şanal (251) çalışmasından düşük bulunmuştur (Tablo 4.9).

Kırdar ve ark (136), yoğurt suyunun mineral madde içeriklerinin Ca 934 mg/L, Mg 969 mg/L, K 1 257 mg/L, Na 940 mg/L, P 157 mg/L olarak belirtmişlerdir.

5.4.3. Yoğurt Suyunun Aroma Madde İçerikleri

Yoğurtta tat - aromayı oluşturan 4 temel karbonil bileşenlerinden; asetaldehit, aseton, asetoin, diasetil miktarları incelendiğinde, süzme yoğurtta %11.26 ve %14.29 olarak tespit edilen asetaldehit miktarının yoğurt suyunda %15.08 ve %15.82, süzme yoğurtta %11.55 ve %9.57 olarak tespit edilen aseton miktarının yoğurt suyunda %15.63 ve %9.53, süzme yoğurtta %4.34 ve %4.67 olarak tespit edilen asetoin miktarının yoğurt sularında %5.17 ve %3.77, süzme yoğurtta %8.35 ve %5.08 olarak tespit edilen diasetil miktarının süzme işleminden sonra %8.34 ve %8.95 oranında olduğu görülmektedir (Tablo 4.9).

Yoğurt sularında aroma madde bileşenlerinin miktarları ile ilgili literatür çalışması olmadığından kıyaslama yapılmamıştır.

5.4.4. Yoğurt Suyunun Amino Asit İçerikleri

Süzme yoğurtların üretimi sırasında amino asitlerdeki en fazla kayıp %11.8 ile histidinde, en az kayıp %2.24 ile tirozinde olmuştur. Süzme yoğurt üretimi sırasında elde edilen serumdaki amino asitlerin %49.69'unu esansiyel amino asitlerinden treonin, valin, metiyonin, izolasin, lösin, fenilalanin, histidin, lisin ve arginin amino asitleri oluşturmaktadır. Esansiyel amino asitler içinde en fazla kayıp %11.8 ile histidinde olurken en az kayıp %2.76 ile metiyoninde meydana gelmiştir. Esansiyel olmayan amino asitler içinde ise en fazla kayıp %5.64 ile glisinde olurken, en az kayıp %2.24 ile tirozinde meydana geldiği ifade edilmiştir (181).

5.4.5. Yoğurt Suyunun Biyojen Amin İçerikleri

Araştırmada yoğurt sularının biyojen amin sonuçları değerlendirildiğinde toksik etki yapacak sınır değerlere ulaşmadığı tespit edilmiştir.

Yoğurt sularının BA içeriklerini yüksekte düşüğe doğru sıraladığında kadeverin>feniletilamin>triptamin>histamin>putresin>tiramin olduğu görülmektedir.

Novella-Rodriguez ve ark. (184) PAS üzerinde yaptıkları çalışmalarında histamin 0.28 mg/kg, tiramin 0.65 mg/kg, kadaverin 0.22 mg/kg ve putresin 0.31 mg/kg bulunmuştur. Araştırma sonuçları karşılaştırıldığında yoğurt sularının PAS'na göre daha yüksek değerlere sahip olduğunu söylenebilir. Yoğurt suyunda biyojen amin analizi ile ilgili çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle karşılaştırma PAS ile yapılmıştır.

5.4.6. Yoğurt Suyunun Kirlilik Parametreleri

5.4.6.1. Kimyasal Oksijen İhtiyacı

Süt endüstrisi, yüksek oranda organik madde içeren, biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ₅) ve kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) konsantrasyonları yüksek, kuvvetli karakterde atık sular oluşturmaktadır. Atık sudaki yüksek organik yüke neden olan maddeler ise süttten kaynaklanan karbonhidratlar, proteinler ve yağlardır (74).

Süt ürünleri işleyen fabrikalarda atık suların alıcı ortama doğrudan boşaltılması durumunda KOİ, BOİ₅, yağ-gres ile pH olmak üzere kontrol edilmesi gerekli olan 4 parametre zorunlu kılınmıştır (17). Bunların dışında toplam kurumadde, AKM, çözünen katı madde, çökebilir katı madde, toplam azot, klor, fosfat, kalsiyum ve magnezyum da tespit edilebilir (261, 305).

KOİ, sudaki yükseltgenebilir maddelerin kimyasal yolla oksitlenmeleri için gerekli oksijen miktarıdır. Bir başka deyişle mikroorganizmaların aracılığı olmadan atık bir suyun oksijen ile beslenen kısımlarının oksijen harcaması, yani organik maddelerin yalnızca kimyasal oksidasyonu için gerekli olan oksijen miktarıdır.

Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (SKKY) (17), süt ve süt ürünleri endüstrisi atık sularının alıcı ortama deşarj standartlarını; 2 saatlik kompozit numunede 170 mg/L, 24 saatlik kompozit numunede 160 mg/L olarak bildirmişlerdir. Yapılan çalışmada ürün üretim aşamasında numune alındığından araştırma sonuçlarındaki değerler SKKY'de belirtilen değerlerden oldukça yüksek bulunmuştur.

Yapılan çalışmalarda çeşitli süt işletmelerinin atık sularında, çevre kirliliği açısından önemli parametrelerin incelenmesi ile ilgili pek çok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmaların %90'ı peynir üretimi sonrasında açığa çıkan ve süt teknolojisinde bir atık olan peyniraltı suyuna yöneliktir (137).

Sütçülük atık suları içindeki kirliliği meydana getiren bileşenlerin başında PAS yer almaktadır. PAS özellikle peynir işletmelerinin temel atığıdır. Bunun nedeni peynir üretimi için kullanılan sütün yaklaşık %85 kadarının PAS'a dönüşmesidir (44, 51). Süzme yoğurt üretiminde ise, yoğurdun yaklaşık %33'ü torbada tutulurken, %67'si serum olarak dışarı atılmaktadır. Yoğurt serumunun, peyniraltı suyu gibi besleyici bir değeri vardır. Fakat yoğurt suyunun kirlilik parametreleriyle ilgili detaylı bir literatüre rastlanmamış olup sadece KOİ ile ilgili tek bir çalışma vardır (277). Bu

nedenle araştırma sonucu elde edilen değerlerin kıyaslamaları PAS'na göre yapılmıştır.

Zeytinoğlu, (310), Bursa'da faaliyet gösteren farklı sektörlerdeki atık numunelerinin KOİ (40 000 mg/L) ihtiyacının en yüksek değeri süt ve ürünleri işleyen işletmelerde olduğunu tespit etmiştir.

Yapılan çalışmalarda peynir altı atık sularının kimyasal oksijen ihtiyacını Altunışık ve ark. (11) 18 400- 70 000 mg/L, Öztürk ve ark (203) 2 300-6 500 mg/L, Mawson, (168) 70 000 mg/L, Tanık ve ark., (271), 2 148-5 134 mg/L , Peker (210) 60 000 mg/L, Kavacık ve ark. (125) 61 250 mg/L, Gürtekin (107) 56 000 mg/L, Yazar ve ark. (304) 60 000-80 000 mg/L olarak bildirmişlerdir. Peynir altı sularının konsantrasyonları oldukça yüksektir. Frigon ve ark. (91), yıkama ve reaktörden peyniraltı suyunun deşarj edilebilmesi için gerekli çıkış KOİ değerinin 2 000-4 000 mg/L'e düşmesi gerektiğini bildirmektedir. Araştırma sonucunda elde edilen yoğurt suyu örneklerinin KOİ değerleri peyniraltı suyundan oldukça düşüktür (Tablo 4.17).

Toprak ve ark. (278), süt endüstrisinde temel kirleticilerden birisi olan yoğurt suyunun, içerdiği organik maddeler nedeniyle atık madde bileşimi ve bunların konsantrasyonu ile kirlilik parametrelerini belirledikleri çalışmalarında yoğurt suyu örneklerinin KOİ değerini 38 223 mg/L olarak tespit etmişlerdir. Araştırma sonuçları Toprak ve ark. (278)'a elde ettiği sonuçlardan yüksek bulunmuştur. Bununda hammadde, çiğ sütün özellikleri, süzme yoğurt üretim parametrelerindeki farklılıklardan kaynaklandığını söylenebilir.

5.4.6.2. Askıda Katı Madde Miktarı (AKM)

Toplam katı madde, askıdaki katı maddeler (atık su numunesinin filtrelenmesinden sonra cam elyaftan disk üzerinde kalan katı maddeler) ve çözünmüş katı maddeler olarak iki gruba ayrılır. Kolloid haldeki katı maddeler ise çözünmüş katı maddeler grubunda yer alır (229).

Arıtma işlemlerinin çoğu askıdaki katı maddeleri uzaklaştırmak için uygulanır. Çünkü askıda katı maddeler kanallarda birikimlere neden olur. Ayrıca, yüksek konsantrasyonlarda, kolayca parçalanabilen organik madde içeren atık sular kanallarda anaerobik koşulların oluşumunu hızlandırır. Özellikle ana kanalizasyon borularında hidrojen sülfür gazı çıkışı oluşur. Bu gazın çıkışı, kanalizasyon işçilerine zararlı olduğu için, istenmeyen bir durumdur (189).

Sütçülük atık sularının askıda katı madde içeriği hammadde kalitesi, uygulanan teknolojik işlemler, üretilen ürün çeşidi vb. birçok faktöre bağlıdır. Bu nedenle atık suların katı madde içerikleri arasında büyük farklılıklar gözlenmektedir.

Askıda katılar başlıca, koagüle olmuş süt, teleme, peynir partikülleri, dondurma, yoğurt vb. kalıntılardan oluşmaktadır. Organik olmayan toplam katı unsurlar, organik olmayan uçucu süspanse katıların yaklaşık iki misline eşdeğerdir. Sütte organik olmayan katıların, toplam katı unsurlar içindeki payı yaklaşık %13' dür. Bu nedenle, sütçülük atık sularında, askıda katıların büyük bölümü süt ve ürünleri orjinlidir.

Süt fabrikası atıkları az miktarda AKM içerir. Ancak peynir fabrikası atıklarında askıda bulunan yağ globülleri nedeni ile oran daha da yükselmektedir.

Demirel ve ark. (74), süt endüstrisi atık suyunda yüksek konsantrasyonda AKM miktarının, tek kademeli havasız arıtma sistemlerinin performanslarını (KOİ giderimi, çıkış suyu kalitesi, vs. gibi parametreler bazında) olumsuz şekilde etkilediğini ve bu yüzden iki kademeli havasız arıtma proseslerinin süt endüstrisi atık sularının havasız arıtımı için önemli bir alternatif olarak değerlendirilebileceğini bildirmektedir.

SKKY (17), süt ve süt ürünleri endüstrisi atık sularının kanalizasyon deşarj sınırı değerlerini AKM için 400 mg/L olarak bildirmişlerdir.

Trevor ve Schalkwyk (281), yoğurt işletmelerinin atıklarının özelliklerinin belirlendiği çalışmada toplam katı madde miktarı 2 750 mg/L olarak tespit ederken, AKM tespit edilemediğini bildirmiştir.

Yoğurt suyunun kirlilik parametresi olan AKM ile ilgili literatür çalışması olmadığından kıyaslama peynir altı suyunda bulunan AKM değerleriyle kıyaslama yapılmıştır.

Yapılan çalışmalarda peyniraltı sularının AKM içeriğini Çelik (63) 1 780 mg/L, Gürtekin (107) 2 400 mg/L, Uyum (288) 500 mg/L ve Altunışık ve ark. (12) ise 7 000 mg/L olarak tespit etmişlerdir. Araştırma çalışmasında elde edilen yoğurt suyu örneklerinin AKM değerleri Uyum (288)'un çalışmasındaki peyniraltı suyundan yüksek, Gürtekin (107), Altunışık ve ark. (11) ve Çelik (63)'ın çalışmasından düşüktür (Tablo 4.17.).

Yazıcı ve Dervişoğlu (305), günde 113 398 kg içme sütü işleyen bir fabrika için 24 saatlik AKM miktarı 5 506 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Araştırma bulguları bu değerin ¼'ü kadar olup oldukça düşük bulunmuştur.

Tablo 2.3'de verilen atık su karakterizasyonuna göre AKM miktarı 1 000 mg/L olarak belirtilmiştir. Araştırma sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

5.4.6.3. Yağ-Gres Miktarı

Yağ ile gres genelde birlikte anılır. Yağ ve gres esas olarak aynı maddeden oluşmakla beraber; gres, içindeki yağ ve diğer additifler aynı olmakla beraber bunların dışında ısı ve ezilme gibi yıpranmalara karşı dış mukavemetin artırılması için içine kısmi olarak yoğunluğunu artıracak maddeler katılmaktadır (24).

Yağ ve Gres; serbest veya emülsiyon halinde bulunabilen çok çeşitli maddeler bu grubu oluşturur. Debisi ne olursa olsun, yağ ve gres konsantrasyonu 400 mg/L'den fazla olan atık sular kanalizasyon şebekesine veya alıcı ortama deşarj edilemez. Yüzücü yağ ve gres su üstünde bir film oluşturarak ışık ve oksijen transferini engelleyerek, suda bulunan araçları ve canlıları kirletir. Emülsiyon halinde bulunan yağlar ise balıklar için toksik etkilidir (31).

Yüksek konsantrasyonda yağ ve gres içeren atıklar, kanallarda tabaka oluşmasına neden olur ve pahalı temizleme işlemlerini gerektirir. Ayrıca zamanla kanalizasyonda parçalanarak serbest yağ asitleri oluşturup, beton boruları korozyona uğratar. Gres türü maddelerin tümü, yağ gibi bir görünüme sahiptirler (189).

Anaerobik parçalanmaya özellikle dirençlidirler. Atık su arıtma tesislerinde ön arıtma olarak yağ-gres gibi maddelerin ayrılması işlemleri uygulanmaktadır. Gresin sudaki çözünürlüğü azdır. Bu özelliği atıkların borularda naklini, biyolojik arıtma ünitelerinde parçalanmasını ve alıcı sulara verilmesini karışık bir işlem haline sokar. Ön çökeltim tanklarında köpük halinde ayrılan gresli maddeler, çökelen katı maddelerle birlikte uzaklaştırma ünitelerine sevk edilir. Aksi takdirde kanala, boruya, duvara, pompaya zarar vererek arıtmada problemlere ol açabilir. Mekanik aksamaların rahatça ilerleyebilmesi ve aşınmanın önlenmesi için endüstrilerde kullanılmaktadır (31).

Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (SKKY) (17), süt ve süt ürünleri endüstrisi atık sularının alıcı ortama deşarj standartlarını Yağ-gres için; 2 saatlik kompozit

numunede 60 mg/L, 24 saatlik kompozit numunede 30 mg/L, süt ve süt ürünleri endüstrisi atık sularının kanalizasyon deşarj sınır değerlerini 200 mg/L olarak bildirmişlerdir. Yoğurt sularının yağ gres değerleri SKKY'ne göre oldukça yüksek bulunmuştur.

Bursa'da farklı sanayi kollarında faaliyet gösteren işletmeler üzerine yapılan çalışmada, yağ-gres değerleri en düşük yağ işletmelerinde 7.4 mg/L ve et işletmeleri için 100 mg/L olarak tespit edilmiştir. Süt ve ürünlerinde bu değer 1 793 mg/L olarak bulunmuştur (309). Araştırmada elde edilen sonuçlar Zeytinoğlu(310) sonuçlarından oldukça yüksek bulunmuştur.

Yapılan çalışmalarda peynir altı atık sularının yağ-gres içeriğini Şenol (256) 4 095 mg/L, Konar (148) 25 620 mg/L olarak tespit etmişlerdir. Araştırma çalışmasında elde edilen yoğurt suyu örneklerinin yağ-gres değerleri Şenol (256)' nin çalışmasındaki değerden yüksek, Konak (148)'in çalışmasından düşük tespit edilmiştir (Tablo 4.17).

5.4.6.4. Toplam Fosfor İçeriği

Fosfor, alglerin büyüme faktörüdür. Atıksudaki fosforun en önemli özelliği, biyolojik arıtma yapılmaksızın kimyasal yöntemlerle de uzaklaştırılabilmesidir (31).

Sudaki fosfat konsantrasyonuna bağlı olarak, ötrofikasyon meydana gelebilir. Sadece 1 g fosfat fosforu (PO_4-P) 100 g alg'in gelişimini hızlandırır. Bu algler öldüğü zaman, ayrıştırma işlemleri yaklaşık 150 g'lık bir oksijen ihtiyacı ile sonuçlanır. Başlangıç aşamasındaki ötrofikasyon için kritik konsantrasyonlar akan suda yaklaşık 0.1-0.2 mg/l PO_4-P ve durgun suda yaklaşık 0.005-0.01 mg/l PO_4-P 'dir. Yüzey sularında neden olacağı muhtemel tehlikelerden dolayı, AB Yönergesi 91/271/EEC, fosfat bileşiklerinin alıcı ortama deşarjı için limit değerleri belirtmektedir. Atık su arıtma tesisinin büyüklüğüne bağlı olarak bu değerler 2 mg/L P_{top} (10 000-100 000 PE) ya da 1 mg/L P_{top} (> 100 000 PE)'dir (15, 25).

Atık su örneğinde izin verilen maksimum değerlerde toplam fosfor içeriği 8 mg/L olarak belirtilmektedir. Yapılan çalışmalarda peyniraltı sularının fosfor içeriğini Kavacık ve Topaloğlu (125) 337 mg/L ve Altunışık ve ark. (11) 110-135 mg/L olarak tespit etmişlerdir.

Yoğurt sularında toplam fosfor ile ilgili literatür çalışması olmadığından kıyaslama yapılamamaktadır. PAS'na göre araştırma sonuçları oldukça yüksek bulunmuştur (Tablo 4.17).

5.4.6.5. pH

Süt endüstrisine ait tüm atıklar taze olduklarında zayıf alkali veya nötr özellik gösterir (pH=7,0-8,8). Bu durum kalsiyum, magnezyum, sodyum, potasyum gibi elementlerin, hidroksit karbonatlarının varlığından veya amonyaktan ileri gelmektedir.

Atık suların kanalizasyon şebekesine deşarj yönetmeliğinde, pH değeri 6'dan düşük, 10'dan yüksek olan atık suların kanalizasyon şebekesine veya alıcı ortama verilmesi yasaklanmıştır. pH değeri 10'un üzerinde olan atık sular alüminyum içeren çimentoya etki eder ve evsel atıklardaki bikarbonat ile reaksiyona girerek kanallarda karbonat tabakası oluşmasına neden olur.

Trevor ve Schalkwyk (281), yoğurt işletmelerinin atıklarının özelliklerinin belirlendiği çalışmada pH' yı 6.92 olarak bildirmiştir. Yapılan diğer çalışmalarda yoğurt sularının pH değerini Kırdar ve Gün (135) farklı zaman periyotlarında, kış aylarında 3.57- 3.78, yaz aylarında ise 3.56- 3.72, Baladura (38) 4.22-4.67, Kalender (103) 4.35-4.40 olarak tespit etmiştir. Altunışık ve ark. (11) ise PAS'nda pH 5-9.5 olarak bildirmiştir. Araştırma bulguları Kalender (121); Baladura (38)'a benzer, Kırdar ve Gün (135)' nün çalışmasından yüksek, Trevor ve Schalkwyk (281) ve Altunışık ve ark.(11)'den düşüktür (Tablo 4.6.).

Erbil (82) 8h, 16h ve 24h gibi farklı süzme sürelerini inceledikleri çalışmalarında yoğurt sularının pH değerlerini sırasıyla 4.25, 4.17 ve 4.12 olarak tespit etmiştir. Araştırmada elde edilen bulgular uyumlu çıkmıştır.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışma ile Burdur ilinde farklı süzme yoğurt üretimi yapan iki farklı işletmede gerçekleştirilen farklı süzme süresi uygulanarak elde edilen süzme yoğurt üretimi sırasında açığa çıkan yoğurt sularının bileşim değerleri (toplam kurumadde, yağ, protein, laktoz, kül, titrasyon asitliği ve pH), mineral madde içeriği, aroma bileşenleri, aminoasit değerleri ile biyojen amin ve yoğurt sularının kirlilik parametreleri (KOİ, AKM, yağ-gres, toplam fosfor ve pH) belirlenmiştir.

Yoğurt suyunun kurumadde, yağ, laktoz, protein, kül değerleri sırasıyla %5.19-5.58, %0.75-0.8, %3.72-3.79, %0.56-0.33, %0.61-0.33 arasında değişmiştir. Araştırma sonuçlarına göre torbada tutulma süresi uzadıkça torba yoğurtlarının ve serumlarının % kurumadde değerleri artmış, daha fazla serumun süzüldüğü için süzme yoğurtta randıman düşmüştür.

Süzme yoğurtlarda genel olarak süzülme süresi uzadıkça, laktoz dışındaki tüm kurumadde bileşenlerinde (protein, yağ ve kül) bir artış olmasına karşın laktoz hem fermente olması hem de fermente olmayan kısmının seruma geçmesi nedeniyle azalmıştır.

Süzme işlemi sırasında yoğurt kompozisyonunda önemli değişiklikler olmakta ve suda çözünebilir nitelik gösteren serum proteinleri, laktoz ve çoğu mineral maddeler seruma geçmektedir. Süzme yoğurtların kimyasal kompozisyonunda belirgin farklılık kullanılan hammadde, üretim parametrelerindeki farklılıklar (pastörizasyon sıcaklığı, inkübasyon sıcaklığı, süzülme süresi ve sıcaklığı) yoğurtlarda önemli besin kayıplarının meydana gelmesine sebep olmuştur.

Yoğurt sularında Ca 1 006-1 062.5 mg/kg, Mg 105.5-116 mg/kg, Na 418.5-415.5 mg/kg ve P 478-481 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Süzme süresinin yoğurt sularının mineral madde içerikleri üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$).

Yoğurt sularında toplam 34 uçucu bileşen belirlenmiş olup karbonil bileşenler içerisinde yer alan asetaldehit (%15.0815.82), aseton (%15.63-9.53), diasetil (%8.34-8.95), asetoin (%5.17-3.72) en yüksek tespit edilen aroma bileşenleridir.

Yoğurt sularında 16 adet amino asit belirlenmiştir. Yoğurt sularının amino asit içerikleri arginin, serin, treonin, prolin, lisin, valin, metiyonin, lösin, isolösin, fenilalanin, glisin, alanin, aspartik asit, glutamik asit, histidin ve tirozin olarak tespit

edilmiştir. 12h süzme süresi uygulanarak elde edilen yoğurt sularında amino asitler tirozin > glutamikasit > prolin > histidin > lizin > alanin > treonin > serin > fenilalanin > aspartik asit > glisin > arginin > valin > izolosin > metionin > lösin olarak sıralanmıştır. 24h süzme süresi uygulanarak elde edilen yoğurt sularında amino asitler glutamik asit > tirozin > alanin > lizin > aspartikasit > arginin > prolin > fenilalanin > treonin > glisin > serin > valin > lösin > metionin > izolösün olarak sıralanmıştır. Yoğurt sularında serin, tirozin, lizin, histidin ($p<0.05$), arginin, prolin, lösin, fenilalanin, aspartik asit ve treonin ($p<0.01$) miktarları üzerine farklı süzme sürelerinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Tirozin, glutamik asit ve prolin miktarları en yüksek miktarlarda tespit edilmiştir.

Yoğurt suyunun BA içerikleri tiramin, kadeverin, histamin, triptamin, β -feniletamin, putresin önemli miktarda tespit edilmiştir. Farklı süzme sürelerinin triptamin içeriklerine etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Yoğurt suyunun KOİ 41 019-41 940 mg/L, AKM 1 016-1 293 mg/L, yağ-gres 10 551-9 414 mg/L, toplam fosfor 29.70-22.30 mg/L ve pH ise 3.99-4.23 olarak saptanmıştır. Yoğurt sularındaki toplam fosfor içeriğine süzme süresinin etkisi önemsiz bulunurken ($p>0.05$), yoğurt sularının KOİ, AKM ve yağ-gres üzerine süzme süresinin etkisi $p<0.05$ seviyesinde önemli bulunmuştur.

Yoğurt suları içermiş oldukları besin öğeleri ve kirlilik yüklerinin yüksekliği nedeniyle mutlaka endüstriyel boyutta değerlendirilmelidir. Peyniraltı suyunda olduğu gibi besin maddelerin UF, hiperfilyasyon teknikleri kullanılarak geri kazanılması, mineral maddelerin demineralize edilerek kazanılması beslenme ve ekonomik kayıplar açısından önemlidir.

Çalışma sonucunda elde edilen veriler ışığında kirlilik yükü oldukça yüksek olan yoğurt suyunun peyniraltı suyunda olduğu gibi besin maddeleri geri kazanımı, endüstriyel olarak değerlendirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Konu ile ilgili öneriler aşağıda belirtilmiştir;

- Tarım uygulamalarında baklagiller için önemli bir faktör olan yoğurt suyunun değerlendirilebilir.
- Çiftçinin gübre ihtiyacının kısıtlanıp atık olarak değerlendirilen yoğurt suyunu kullanarak üretim yapması ekonomik anlamda kazanç sağlayacağı düşünülmektedir.

- Arıtmanın zararsız hale getirilmesi, tarımda besin halinde kullanılıp bu zincirin oluşturulması ekonomik kayıpları önleme açısından da önemlidir.
- Atık borsasının kurulması ile bir ürünün atığı diğerinin üretim girdisi, hammadde olacağı düşünülmektedir.
- Yoğurt suyu hidrojen ve karbon kaynağı olarak biogaz enerji üretimi için de önem taşımaktadır.
- Yoğurt suyu içirdiği besin maddelerinin zenginliği açısından gıda katkı maddesi olarak,
- Peynir altı suyunda olduğu gibi, unlu mamül ürünlerinde besin zenginleştiricisi olarak,
- Yoğurttan ayran üretiminde su yerine kullanılarak değerlendirilebilir.
- Bebek mamalarının formülasyonlarında yararlanılabilir.
- Cilt bakım ürünlerinin formülasyonlarında kullanılabilir.

7. KAYNAKLAR

1. **Abd-El Salam MH, El-Alamy AH** (1982): Production and properties of yoghurt and concentrated yoghurt (Labneh) from ultrafiltered recombined milk. Ain Shams University, Cairo, Egypt. *Res. Bull.*, **1803**, 1-11.
2. **Adhikar K, Grün IU, Mustapha A, Fernando LN** (2002): Changes in the profile of organic acids in plain set and stirred yogurts during manufacture and refrigerated storage. *J of Food Qua.*, **25**, 435-451.
3. **Adıgüzel N** (1983): Yoğurt suyunun bazı özellikleri üzerine incelemeler. EÜ Zir Fak., Mezuniyet tezi, Bornova, İzmir.
4. **Ahmed T, Bram K, Fatma EG, Gratze L** (2002): Treatment of anaerobically pre-treated domestic sewage by a rotating biological contactor. *Water Res.*, **36 (1)**, 147-155.
5. **Akalin AS, Kınık Ö, Gönç S** (1998): Yoğurt üretimi ve depolama sırasında organik asitlerin belirlenmesi. *Gıda.*, **23 (1)**, 59-65.
6. **Akın N** (1994): Filtration Methods for Making Turkish Süzme (Thick) Yoğurt. Loughborough University of Technology, A Doctoral Thesis, England.
7. **Akın N** (1999): İnek ve Koyun Sütünden Üretilen Bazı Konsantre Fermente Süt Ürünlerinin Sertliği ve Duyusal Özellikleri. *Türk J. Vet. Ani. Sci.*, 583-590.
8. **Akın N** (2006): Modern Yoğurt Bilimi ve Teknolojisi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Ana Bilim dalı, s: 464.
9. **Akyüz N, Gülümser S** (1987): Kurutun yapılışı ve bileşimi üzerine bir araştırma. *Gıda.*, **12 (3)**, 185-191.
10. **Al-Kanhal HA** (1993): Manufacturing Methods and Quality of Labneh. *Egyptian J Dairy Sci.*, **21 (1)**, 123-131.
11. **Altunışık İ, İleri R, Artık R** (2002): Küçük ve orta ölçekli süt endüstrisi atıksularının arıtılmasında bentonit ve sepiyolit kullanılabilirliği. *SAÜ Fen Bil. i Ens Derg.*, **6(2)**, 65-76.
12. **Alvarez VB, Yazıcı F, Antunes AJ, Michales S** (1998): pH characterization of dairy waste water related to cleaning and processing operations. *Dairy, Food and Env. San.*, **18(10)**, 726-731.
13. **Anonymous** (1982): *Gıda Maddeleri Tüzüğü*, Filiz Ofset Matbaası, Ankara, s: 370.

14. **Anonim** (1983): *Gıda maddeleri muayene ve analiz yöntemleri*, T. C. Tarım ve Köyşleri Bakanlığı Gıda İşleri Genel Müdürlüğü, No: 65, Genel Yayın, Ankara, s: 796.
15. **Anonim** (1986): Water quality-Determination of phosphorus. Part 1: Ammonium molybdate spectrometric method. <https://www.iso.org/standard/13398.html>.
16. **Anonim** (2000): The European Parliament and The Council of The European Union, Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of The Council. *Official Journal of The European Communities.*, **43**, 1-72.
17. **Anonim** (2004): *Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği*, Sayı:19919, Resmi Gazete, s: 13-73.
18. **Anonim** (2006): *Yoğurt Standardı*, TS 1330, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
19. **Anonim** (2009): *Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği*, Tebliğ No: 2009/25, 16.02.2009/27143, Resmi Gazete, Ankara.
20. **Anonymous** (2016): *Ulusal Süt Konseyi*, Dünya ve Türkiye' de Süt Sektör İstatistikleri, s: 37.
21. **Anonim** (2017a): *Türkiye İstatistik Kurumu*, Hayvansal Üretim İstatistikleri, Haber Bülteni.
22. **Anonim** (2017b): Süt işletmelerinde atıklarının değerlendirilmesi ve süt endüstrisinde arıtma. <https://acikders.ankara.edu.tr/mod/resource/view.php?id=2167>
23. **AOAC** (1997): *Official Methods of Analysis*, 15th edition, Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC. USA.
24. **APHA** (2012). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 20th Edition, Washington, DC.
25. **Asperger H** (1977): *Dairy Sci. Abs.*, **39(1)**, 594.
26. **Atamer M, Sezgin E** (1986): Yoğurtlarda Kurumadde Arttırımının Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi. *Gıda.*, **11 (6)**, 327-331.
27. **Atamer M, Sezgin E, Yetişmeyen A** (1988): Torba yoğurtlarının bazı niteliklerinin araştırılması. *Gıda.*, **13 (49)**, 283-288.
28. **Atamer M, Öner Z, Çavuş A** (1989): Chr. hansen yoğurt kültürlerinden yararlanılarak üretilen Set-tipi yoğurtların bazı kalite ölçütlerinin karşılaştırılması. *Gıda.*, **1482**, 99-103.

29. **Atamer M, Yetişmeyen A, Ergül E, Dağhoğlu O, Yıldırım M** (1990): Torba yoğurdu üretiminde kurumadde ve bileşenlerinin torba'da tutulma ve serumdaki kayıpları üzerine bir araştırma. *Gıda.*, **90(1)**, 35-39.
30. **Atamer M, Yıldırım M, Dağhoğlu O** (1993): Set ve süzme yoğurtlarının depolama sürecindeki tat değişimi üzerine asitlik gelişimi, lipoliz, oksidasyon ve proteolizin etkisi. *Tr. J. Vet. Animal Sci.*, **17**, 49-53.
31. **Atamer M** (2005): *Süt Endüstrisinde Sanitasyon*, ISBN:975-482-344-8, No: 1545, Ders kitabı: 498, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın Evi, Ankara, s: 220.
32. **Atay N** (1979): Ege Bölgesindeki Torba Yoğurtlarının Özellikleri ve Bileşimi Üzerine İncelemeler. E.Ü. Ziraat Fakültesi Teknolojisi Bölümü, Diploma Tezi, İzmir.
33. **Atiyeh H** (2006): Wastewater Characteristics. Faculty of Applied Science, Queen's University, Canada.
34. **Avcı S** (2007): Sularda kimyasal oksijen ihtiyacının (KOİ) Belirlenmesi için otomatik analiz sisteminin geliştirilmesi. Hacettepe Üniversitesi Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek lisans tezi, s: 136.
35. **Ayar A, Elgün A, Yazıcı F** (2005): Production of a high nutritional value, aromatised yoghurt with the addition of non-fat wheat germ. *The Australian J Dairy Techno.*, **60(1)**, 14-18.
36. **Ayhan K, Kolsarıcı N, Özkan GA** (1999): The effects of a starter culture on the formation of biogenic amines in Turkish soudjoucks. *Meat Sci.*, **53(3)**, 183-8.
37. **Badmer S, Imark C, Kneubühl M** (1999): Biogenic amines in foods= Histamine and foof processing. *In flam. Res.*, **48**, 296-300.
38. **Baladura E** (2011): Süzme Yoğurtlarının Fonksiyonel Özelliklerinin Arttırılmasında Bazı Diyet Liflerin Kullanılması Üzerine Araştırmalar. Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Manisa, s: 84.
39. **Barrantes E, Tamime AY, Sword AM, Muir DD, Kalab M** (1996): The manufacture of set-type natural yogurt containing different oils-2: rheologicalproperties and microstructure. *Inter. Dairy J.*, **6**, 811-826.

40. **Benaissa F, Kermet-Said H, Moulai Mostefa N** (2014): *Optimization and Kinetic modeling of electrocoagulation treatment of dairywastewater*, Desalination and Water Treatment, Ahead-of-print.
41. **Benkerroum N** (2016): Biogenic amines in Dairy products: Origin, Incidence, and Control Means. *Comprehen. Rev. in Food Sci. and Food Safety.*, **15(4)**, 801-826.
42. **Berruga MI, Jaspe A, San-Rose C** (1997): Selection of yeast strains for lactose hydrolysis in dairy effluents. *Int. Biodeter.Biodeg.*, **40**, 119-123.
43. **Beshkova D, Simova E, Frengova G, Simov Z** (1998): Production of flavour compounds by yogurt starter cultures. *J Ind. Micro. & Biotech.*, **20**, 180–186.
44. **Bhalerao SD, Mulmuley GV, Ananthakrishna SM, Potty VH**, (1988): Waste and Wastewater management in Food Industry. II. Milk and Meat processing. *Indian Food Packer.*, **43(3)**, 35-53.
45. **Bjeldanes LF, Schutz DE, Morris MM** (1978): On the aetiology of scombroid poisoning: Cadaverine potentiation of histamine toxicity in the guinea-pig. *Food Cosmetol. Toxicol.*, **16**, 157-159.
46. **Bodmer S, Imark C, Kneubühl M** (1999): Biogenic amines in foods: histamine and food processing. *Inflamm. Res.*, **48**, 296-300.
47. **Botazzi V, Vescova M** (1969): Carbonyl compounds produced by yoghurt bacteria. *Neth. Milk Dairy J.*, **23**, 71-78
48. **Boycheva S, Mihaylova G, Naydenova N, Dimitrov T** (2012): Amino acid and fatty acid content of yogurt supplemented with walnut and hazelnut pieces. *Trakia J Sci.*, **10(2)**, 17-25.
49. **Cankurt H, Sağdıç O, Yetim H** (2012): *Yoğurt suyunun şalgam suyu üretiminde değerlendirilmesi*. 3. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 10-12 Mayıs, Konya, s: 643.
50. **Caroli S** (1988): The role of ICP spectrometry in human health and environmental protection. *Spectrochim. Acta B.*, **43**, 371-380.
51. **Carvalho F, Prazeres AR, Rivas J** (2013): Cheese whey wastewater: Characterization and treatment. *Sc. the Total Envi.*, **445-446**, 385-396.

52. **Chaves ACS, Fernandez M, Lerayer ALS, Mierau I, Kleerebezem M, Hugenholtz J** (2002): Metabolic engineering of acetaldehyde production by *Streptococcus thermophilus*. *App. and Envir. Micro.*, **68**, 5656–5662.
53. **Chaves ACS, Ruas Madiedo P, Starrenburg M, Hugenholtz J, Lerayer A** (2003): Impact of engineered *Streptococcus thermophilus* strains overexpressing *glya* gene on folic acid and acetaldehyde production in fermented milk. *Brazilian J Micro.*, **34**, 114-117.
54. **Cheng YJ** (1988): Comparison of Dairy Yogurt With Imitation Yogurt Fermented By Different Lactic Culture From Soybean Milk. Graduate Faculty of Texas Tech University, Master Thesis
55. **Coni E, Bocca A, Coppolelli P, Carol S, Cavollucci C, Marunicci MT** (1996): Minor and trace element content in sheep and goat milk and dairy products. *Food Chem.*, **57**, 253-260.
56. **Condurso C, Verzera A, Romeo V, Ziino M, Conte F** (2008): Solid-phase microextraction and gas chromatography mass spectrometry analysis of dairy product volatiles for the determination of shelf-life. *Inter Dairy J.*, **18**, 819-825.
57. **Cristian O** (2010): Characteristics of the untreated wastewater produced by food industry. *Analele Universitatii din Oradea, Fascicula: Protec. Medi.*, **19**, 709-714.
58. **Cumby TR, Brewer AJ, Dimmock SJ** (1999): Dirty water from dairy farms, I: biochemical characteristics, *Biores. Techno.*, **67**, 155-160.
59. **Çağlar A, Çakmakçı S** (1995): *Yoğurdun İnsan Sağlığı ve Beslenmesindeki Rolü ve Önemi*. III. Milli Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu, MPM Yayınları, No:548, s: 205-220.
60. **Çağlar A, Ceylan ZG, Kökosmanlı G** (1997): Torba yoğurtlarının kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine bir araştırma. *Gıda.*, **22 (3)**, 209-215.
61. **Çakıroğlu A** (1997): Ankara Garnizonundaki askeri birliklerde tüketilen yoğurtların kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine bir araştırma. Ank. Üniv. Sağlık Bil. Ens., Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
62. **Çakıroğlu FP** (2003): Yoğurdun Besleyici ve Sağlığı Koruyucu Etkisi. *Gıda.*, **28 (1)**, 101-104.

63. **Çelik A** (2011): Süt endüstrisi atıksularının arıtma alternatifleri. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
64. **Dagher S, Ali A** (1985): Effect of pasteurization, centrifugation and additives on quality of concentrated yoghurt(labneh). *J Food Protec.*, **48**, 300-302.
65. **Dalgleish DG, Law AJR** (1989): pH-induced dissociation of bovine casein micelles. II mineral solubilization and its relation to casein release. *J of Dairy Res.*, **56**, 727-735.
66. **Danalewich JR, Papagiannis TG, Belyea RL, Tumbleson ME, Raskin L** (1998): Characterization of dairy waste streams, current treatment practices, and potential for biological nutrient removal, *Water Res.*, **32 (12)**, 3555-3568.
67. **Deeth HC, Tamime AY** (1981): Yogurt: Nutritive and Therapeutic. *J. Food Prod.*, **44(1)**, 78-86.
68. **De La Fuente MA, Belen C, Juarez M** (1997): Determination of major minerals in dairy products digested in closed vessels using microwave heating. *J Dairy Sci.*, **80**, 806-811.
69. **De La Fuente MA, Montes F, Guerrevo G, Juarez N** (2002): Total and soluble contents of calcium, magnesium, phosphorus and zinc in yogurts. *Food Chem.*, **80**, 573-578.
70. **De Man JM** (1990): *Principles of Food Chemistry*, 2 nd edition, P469, Van Nostrand Reinbold Newyork, USA.
71. **Del Re G, Di Giacomo G, Aloisio L, Terrei M** (1998): RO treatment of wastewaters from dairy industry, *Desalin.*, **119**, 205-206.
72. **Demirci M, Gündüz H** (1994): *Süt Teknoloğünün El Kitabı*, Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Gıda Bilimi ve Teknolojisi Bölümü, İstanbul.
73. **Demirci M** (2005): *Beslenme*, ISBN 975-97146-3-9, İstanbul, s: 297.
74. **Demirel B, Yenigün O, Onay TT** (2005): Anaerobik treatment of dairy wastewaters: a review. *Process Biochem.*, **40**, 2583- 2595.
75. **Donkor ON, Henriksson A, Vasiljevic T, Shah NP** (2007): Rheological properties and sensory characteristics of set-type soy yogurt. *J. Agric. Food Chem.*, **55**, 9868-9876.

76. **Dumant JP, Adda J** (1973): Methode rapide des composes volatils de l'arome des produits laitiers. Application au yoghourt *Lait.*, **53**, 12-22.
77. **Düzgüneş O, Kesici T, Kavuncu O, Gürbüz F** (1987): *Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik Metodları-II)*, Yayın No: 1021, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ankara, s: 381.
78. **Eerola S, Sagues AXR, Lilleberg L, Aalto H** (1997): Biogenic amines in dry sausages during shelflife storage. *Zeitschrift fur Lebens-Unters.und Forsch.*, **205**, 351-355.
79. **El- Samragy YA, Fayed EO, Aly AA, Hagrass AEA** (1988a): Properties of labneh like product manufactured using Enterococcus starter cultures as novel dairy fermentation bacteria. *J Food Protec.*, **51**, 386-390.
80. **El- Samragy YA, Khorshie MA, Abd-Rabou NS, Mahran GA** (1988b): The utilization of buttermilk in the production of yoghurt cheese 'labneh'. *Dairy and Food San.*, **8**, 300-302.
81. **Eralp M** (1953): *Torba Yoğurdu*, Nur Matbaası, Ankara, s: 8.
82. **Erbil F** (1997): Değişik sütlerden üretilen torba yoğurtlarının kalite kriterleri. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek lisans tezi, Bursa, s: 69.
83. **Ercoskun A** (1987): *Gıda Maddeleri Tüzüğü İş Sağlığı ve İşçi Güvenliği Tüzüğü*, Eda Matbaacılık, Ankara.
84. **Erkaya T** (2009): inek, manda, koyun ve keçi sütlerinden üretilen yoğurtların bazı kalite özelliklerinin tespiti ve aroma profillerinin belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, s:118.
85. **Erkaya T, Şengül M** (2011): Comparison of volatile compounds in yoghurts made from cows', buffaloes', ewes'and goats' milks. *Inter.J Dairy Techno.*, **64(2)**, 240-246.
86. **Eroğlu V, Akça L** (1989): *Beşinci Bilimsel ve Teknik Çevre Kongresi*. Çukurova Üniversitesi, Adana s: 523-533.
87. **Ersöz E** (2009): Koyun Sütlerinden Üretilen Torba Yoğurtlarının Özellikleri Üzerine Fenolik Bileşiklerin Etkisi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, s: 92.

88. **Farida MA, Srikumar TS** (2001): Trace elements and their distribution in protein fractions of camel milk in comparison to other commonly consumed milk. *J Dairy Res.*, **68**, 463-469.
89. **Fernandes CF, Shahani KM, Amer MA** (1987): Therapeutic role of dietary lactobacillic fermented dairy products. *FEMS Micro. Rev.*, **46**, 343-356.
90. **Fernandez Garcia E, McGregor JU** (1994): Determination of organic acids during the fermentation and cold storage of yoghurt. *J Dairy Sci.*, **77**, 2934-2939.
91. **Frigon JC, Breton J, Bruneau T, Molett a R, Guiot SR** (2009): The treatment of cheese whey wastewater by sequential anaerobic and aerobic steps in a single digester at pilot scale. *Biores. Techno.*, **100**, 4156-63.
92. **Gambellia L, Manzia P, Panfilik G, Vivantia V, Pizzoferrato L** (1999): Constituents of nutritional relevance in fermented milk products commercialised in Italy. *Food Chem.*, **66**, 353-358.
93. **Garde S, Avila M, Medina M, Nunez M** (2005): Influence of a bacteriocin-producing lactic culture on the volatile compounds, odour and aroma of Hispánico cheese. *Inter. Dairy J.*, **15**, 1034-1043.
94. **Gastaldi E, Lagaude A, Torado De La FB** (1996): Micellar transition state in casein between pH 5.5 and 5.0. *J Food Sci.*, **61**, 59-68.
95. **Gökce R, Con AH, Gursoy O** (2000): Denizli'de yaz ve kış mevsimlerinde üretilen torba yoğurtların kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesinin araştırılması. *Pamuk. Üni. Müh. Bi. Derg.*, **7(1)**, 81-86.
96. **Gönç S, Oktar E** (1973): Hatay Bölgesinde Yapılan Kış Yoğurdunun Teknolojisi ve Kimyasal Bileşimi Üzerine Araştırmalar, *Ege Üni. Zir. Fak. Mec.*, **10 (1)**, 97-110.
97. **Gönç S** (1989): *Yoğurt teknolojisi ve kalite kontrolü; Ekşime hatası, Etkisi ve Alınacak Önlemler*. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu, Milli Produktivite Merkezi Yayınları, No:394, s: 191-209.
98. **Görgün E** (1991): Süt Endüstrisinde Atıksu-Peynir Altı Suyu Karışımlarının Biyolojik Arıtılabilirliği. İTÜ, Fen Bil. Ens., Y. Lisans Tezi.
99. **Groux M** (1973): Etude des composants de la flaveur du yoghourt. *Lait.*, **53**, 146-153.

100. **Guerra-Hernandez EJ, Gareia-Estepa R, Rodriguez I** (1995): Analysis of diasetyl in yoghurt by two new spectrophotometric and fluorimetric methods. *Food Chem.*, **53(3)**, 315-319.
101. **Guillen-Jimenez E, Alvarez-Mateos P, Romero-Guzman F, Pereda-Marin J** (2000): Bio-mineralization of organic matter in dairy wastewater, as affected by pH. The evolution ammonium and phosphates, *Water Res.*, **34 (4)**, 1215-1224.
102. **Güldaş M, Atamer M** (1995): Dayanıklı yoğurt üretiminde, yoğurdun pastörizasyon normu ve depolama sıcaklığının kalite üzerine etkisi. *Gıda*, **20 (5)**, 313-319.
103. **Güler Z** (2007): Levels of 24 Minerals in Local Goat Milk, Its Strained Yoghurt and Salted Yoghurt (Tuzlu Yoğurt). *Small Rum. Res.*, **71**, 130-137.
104. **Güler Z, Taşdelen A, Şenol H, Kerimoğlu N, Temel U** (2009): The determination of volatile compounds in set type yogurts using static headspace gas chromatographic method. *Gıda*, **34(3)**, 137-142.
105. **Güler Z, Park YW** (2011): Characteristics of physico-chemical properties, volatile compounds and free fatty acid profiles of commercial set-type Turkish yoghurts. *Ojas.*, **1(1)**, 1-9.
106. **Günşen U, Anar Ş** (2000): Bursa'da faaliyet gösteren sanayi kuruluşlarının kirletici etkilerinin araştırılması. *S.D.Ü. Tıp Fa. Derg.*, **7(2)**, 43-51.
107. **Gürtekin E** (2011): Koagülasyon/Flokülasyon Prosesiyle Peyniraltı Suyunun Fizikokimyasal Artılabilirliği. Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Elazığ Akü., *J. Sci.*, **11**, 17-22.
108. **Halasz A, Barath A, Simon Sakardi L, Holzapfel W** (1994): Biogenic amines and their production by microorganisms in food. *Trends in Food Sci. and Techno.*, **5**, 42-49.
109. **Hamad AM, Al-Sheikh SS** (1989): Effect of milk solids concentration and draining temperature on the yield and quality of Labneh (concentrated yoğhurt). *J. Cultured Dairy Prod.*, **24**, 25-26.
110. **Harper WJ, Chambers JV** (1978): *Upgrading Dairy Waste Treatment System*. Proc. IDF seminar on Dairy Effluents, Doç. 104, IDF, Brussel, p: 173-175.

111. **Harper WJ, Delaney RAM, Igbeka IA, Parkın ME, Schiffermiller WE, Ross TE, Williams RA** (1979): Strategies for Water and Waste reduction in Dairy Food Plants. EPA 600/2-79.
112. **Hassan AN, Nelson BK** (2012): Invitedreview: Anaerobik fermantation of dairy food wastewater. *J Dairy Sc.*, **95**, 6188-6203.
113. **Herdem A** (2006): Farklı yörelerden toplanan geleneksel yöntemle üretilen yoğurt örneklerinin bazı niteliklerinin belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
114. **Hernandez-Jover T, Izquierdo-Pulido M, Veciana-Nogues MT, Marine-Font A, Vidal-Carou MC** (1997): Biogenic amines and polyamine contents in meat and meat products. *J Agr. Food Chem.*, **45**, 2098-2102.
115. **Hışıl Y** (1968): İzmir piyasasında satılan yoğurtların özellikleri ve gıda maddeleri nizamnamesine göre değerlendirmeleri üzerine çalışmalar. EÜ Zir Fak. Tekn. Böl., Mezuniyet tezi, İzmir.
116. **Hofi MA** (1988): Labneh (Concentrated yogurt) from ultrafiltered milk. *Dairy Ind.*, **2 (1)**, 50-52.
117. **Horzum RA** (2016): Türkiye'nin Yoğurt Atlası, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Hayvansal Ürünler Hijyeni ve Teknolojisi Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Burdur.
118. **Humphreys CC, Plunkett M** (1969): Yourt: Reviev of its manufacture. *Dairy Sci.*, **31(11)**, 607-622.
119. **Imhof R, Glaettli H, Bosset JO** (1995): Volatile organic compounds produced by thermophilic and mesophilic single strain dairy starter cultures. *Lebensm. Wiss. Technol.*, **28**, 78-86.
120. **İzmen ER** (1935): Silivri Yoğurdunun Yapılışı ve Terkibi Hakkında Araştırmalar. Yüksek Ziraat Enstitüsü Çalışmaları No:11, Ankara.
121. **Kalender M** (2014): Farklı oranlarda inülin ilavesinin yağı azaltılmış süzme yoğurt üretimi üzerine etkisi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, s: 90.

122. **Kaminarides S, Stamou P, Massouras T** (2007): Comparison of the characteristics of set type yoghurt made from ovine milk of different fat content. *Inter. J Food Sci. and Techno.*, doi:10.1111/j.1365-2621.2006.01320.x
123. **Kaplan M, Sönmez S** (2000): Belek Özel Çevre Koruma Alanı Akarsularının Kalitelerinin Ve Kirleticilerinin Değerlendirilmesi, *Eko. Çev. Derg.*, **Cilt 9, Sayı 34**, s: 24.
124. **Karadağ D, Köroğlu OE, Özkaya B, Çakmakçı M, Heaven S, Banks C** (2014): A review on fermentative hydrogen production from dairy industry wastewater. *J Chem. Technol. Biotechnol.*, **89**, 1627-1636.
125. **Kavacık B, Topaloğlu B** (2007): *Peyniraltı suyu ve gübre karışımından biyogaz üretimi*. 7. Ulusal çevre mühendisliği kongresi, yaşam çevre teknolojisi, 24-27 Ekim, İzmir.
126. **Kavut R** (1963): Sivas ve Çevresinde Konserve Yoğurtçuluk, (Basılmamış Lisans Bitirme Tezi) Ankara.
127. **Kayıkçılar E** (1971): İzmirde Torba Yoğurdunun Yapılışı Ve Özellikleri Üzerine İncelemeler, Mezuniyet Tezi, Ege Üniversitesi Ziraat Tekn. Böl., İzmir, s: 17.
128. **Kaypak D** (2007): Hatay ilinde geleneksel olarak üretilen tuzlu yoğurtların aroma profillerinin tentatif olarak belirlenmesi. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü Gıda mühendisliği ABD Hatay, s: 52.
129. **Kessler HG** (1981): Food Engineering and dairy technology; verlag, Freiburg, Germany.
130. **Kınık Ö, Akbulut N** (1996): Kalsiyum kaynağı olarak sütün önemi. *Gıda*, **21(3)**, 201-204
131. **Kırdar S, Gün İ** (1999): *Süzme Yoğurt Üretim Teknolojisi Üzerine Bir Araştırma*. 2000' li Yıllarda Gıda Bilimi ve Teknolojisi Kongresi, 18-20 Ekim, İzmir, s: 102.
132. **Kırdar S, Gün İ** (2000): Burdur'da üretilen süzme yoğurtlarının kalite kriterleri üzerine bir araştırma. *S.D.Ü. Fen Bi. Ens. Derg.*, **4**, 103-110.
133. **Kırdar S** (2001): Fermente Süt Ürünlerinin Besleyici ve Terapötik Özellikleri. *S.D.Ü. Fen Bil. Ens. Der.*, **5(2)**, 139-153.
134. **Kırdar S, Gün İ** (2001): Burdur'da üretilen süzme yoğurtlarının üretim teknolojisi üzerine bir araştırma. *Gıda*, **2**, 99-107.

135. **Kırdar S, Gün İ** (2002): Burdur’da tüketilen torba yoğurtlarının fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri. *Gıda.*, **27(1)**, 59-64.
136. **Kırdar S, Gün İ** (2007): Süzme Yoğurt Üretiminde elde edilen Serumun Bazı Özellikleri. *S. D.Ü. Fen Bil. Ens. Derg.*, 26-28.
137. **Kırdar SS** (2008): Süt Endüstrisi ve Çevre Kirliliği. *Süt Ürün. ve Tekno. Derg.*, *Süt Dünyası.*, **12**, 55-56.
138. **Kırdar SS** (2009): Süt kimyası ve biokimyası Ders notları s: 75, (Basılmamıştır).
139. **Kırdar SS** (2013): *Süt teknolojisi Açısından Biyojen Aminlerin Önemi*. SEYES 2013-Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu, 22-23 Mayıs, İzmir, s: 291-296.
140. **Kırdar SS, Ocak E, Köse S** (2013): Mineral and Trace Metal levels of Akçakatık Cheese collected from Mediterranean Region-Turkey. *Asian J Chem.*, **25**, 1643-1646.
141. **Kırdar SS, Toprak G, Güzel E** (2017): Determination of the mineral content in yoghurt whey. *Eur. Inte. J Sci. and Techno.*, **6(3)**, 26-34.
142. **Kirk RS, Sawyer R** (1991): *Pearson’s Composition and Analysis of Foods*, 537, 600, ninth edition, Longman Scientific and Technical UK, p: 680-687.
143. **Kira SC, Maihara VA** (2007): Determination of major and minor elements in dairy products through inductively coupled plasma optical emission spectrometry after wet partial digestion and neutron activation analysis. *Food Chem.*, **100**, 390-395.
144. **Klaenhammer TR** (1995): Genetics of indestinal lactobacilli. *Inter. Dairy J.*, **5**, 1019-1058.
145. **Kneifel W, Ulbert F, Erhard F, Jaros D** (1992): Aroma profiles and sensory properties of yoghurt and yoghurt related products. I. Screening of commercially available starter cultures. *Milchwissenschaft.*, **47**, 362-365.
146. **Koçak C** (1994): *Fermente süt ürünlerinde kalite kontrol: Yoğurt*. 3. Milli Süt Ürünleri Sempozyumu, Mert Matbaası, Ankara, s: 137-144.
147. **Koçak K** (2013): Tüketime sunulan yoğurtlarda bazı katkı maddelerinin (Nişasta, Jelatin, Natamisin) kullanımı ve mikrobiyolojik kalitesinin belirlenmesine yönelik piyasa araştırması. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim dalı, Yüksek Lisans Tezi, s: 96.

148. **Konar A** (1995): *Yoğurda işlenecek sütün ısıtılması ve kaliteli yoğurt üretiminde uygulanabilecek sıcaklık ve sürenin belirlenmesi*, “Yoğurt”. III. Milli Süt ve Süt ürünleri Sempozyumu, Ankara, s: 51-65.
149. **Kourkoutas Y, Bosnea L, Taboukos S, Baras C, Lambrou D, Kanellaki M** (2006): Probiotic cheese production using *Lactobacillus casei* cell immobilized on fruit pieces. *J. Dairy Sci.*, **89**, 1439-1451
150. **Kosikowski F** (1978): *Cheese and Fermented Milk Products*, New York, p: 8-69.
151. **Köse S, Kaklıkkaya N, Koral S, Tufan B, Buruk KC, Aydın B** (2011): Commercial test kits and the determinant of histemine in traditional (ethnic) fish products evaluation against an EU accepted HPLC method.
152. **Kumar P, Mishra HN** (2004): Yoghurt powder. A Review of Process Technology Storage and Utilization. *Food and Biopro. Proces.*, **82**, 133-142.
153. **Kurdal E, Demirci M** (1980): Erzurum ili merkezinde tüketilen yoğurtların bileşimleri üzerine bir araştırma. *Atatürk Üniv. Zir. Fak. Derg.*, **11**, 1-2, Erzurum.
154. **Kurmann JA, Rasic JL, Kroger M** (1992): *Encyclopedia of Fermented Fresh Milk Products*, Van. Nostand Reinhold: New York. ‘Alınmıştır’.
155. **Kurt A, Demirci M, Gündüz HH** (1982): Bir süt ürünü olan pesküten üzerinde araştırmalar. *Ank. Üni. Zir. Fak. Derg.*, **13**, 3-4, 87-94.
156. **Kurt A, Çağlar A** (1988): Peskütenin kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine bir araştırma. *Gıda*, **13(5)**, 341-347.
157. **Kurt A, Gülümser S, Kotancılar G** (1989): Süttozu ve lesitin kullanımının yoğurt kalitesine etkisi. *Gıda*, **14 (5)**, 301-307.
158. **Küçükçetin A** (2008): *Antalya Semt Pazarlarında Satışa Sunulan Süzme Yoğurtların Mikrobiyolojik Özellikleri ile Biyojen Amin İçeriklerinin Belirlenmesi*. Türkiye 10. Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs, Antalya.
159. **Kwak HS, Ahn JJ, Lee KW, Suh DS** (1996): Flavor and sensory attribute in yoghurt fermentation. *Foods and Biotech.*, **5(2)**, 94-98.
160. **Labropoulos AE, Palmer JK, Tao P** (1982): Flavor evaluation and characterization of yogurt as affected by ultra-high temperature and vat processes. *J. Dairy Sci.*, **65**, 191-196.

161. **Lai G, Verma RD** (1989): Dairy waste Treatment methods. *Ind. Dairyman.*, **41(9)**, 469-474.
162. **Law BA** (1981): The formation of aroma flavour compounds in fermented derry products. *Dairy Sci. Abst.*, **43**, 143-154.
163. **Law J, Heandrikman A** (1997): Proteolytic enzymes of lactic acid bacteria. *Anotine Eeuwon.*, **49**, 225-240.
164. **Macciola V, Candela G, De Leonardis A** (2008): Rapid gas-chromatographic method for the determination of diacetyl in milk, fermented milk and butter. *Food Cont.*, **19**, 873–878.
165. **Madler HW, Kalab M** (1983): Microstrucure of yoghurt stabilized with milk proteins. *J Dairy Sci.*, **66(1)**, 430-437.
166. **Marshall VM, Tamime AY** (1997): Starter cultures employed in the manufacture of biofermented milks. *International Journal of Dairy Technology.*, **50**, 35-41.
167. **Masters BK** (1991): Management of dairy waste; a low cost treatment system using phosphorus-adsorbing materials, *Water Sci. and Techno.*, **27**, 159-169.
168. **Mawson AJ** (1994): Bioconversions for whey utilization and waste abatement, *Biores. Techno.*, **47**, 195-203.
169. **Mazzucco E, Goseth F, Babba M, Marengo E, Robotti E, Gennaro MC** (2010): High-Performance Liquid Chromatography-Ultraviolet Detection Method for the Simultaneous Determination of Typical Biogenic Amines and Precursor amino acids. *J. Agric. Food Chem.*, **58 (1)**, 127-134.
170. **Mazzucotelli CA, Durruty I, Kotlar CE, Moreira MR, Ponce AG, Roura SI** (2014): Development of a Microbial Consortium for Dairy Wastewater Treatment. *Biotechn. and Bio. Eng.*, **19**, 221-230.
171. **McSweeney PLH, Sousa MJ** (2000): Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheeses during ripening: A review. *Lait.*, **80**, 293–324.
172. **Mehaia MA, El-Khadragy SM** (1999): Compositional characteristics and sensory evaluation of Labneh made from goat's milk. *Milchwissenschaft.*, **54**, 567-569.
173. **Metin M, Öztürk F** (1995): *Süt İşletmelerinde Sanitasyon (Temizlik ve Dezenfeksiyon)*, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir.

174. **Miclotte L** (2016): *Biogenic amines in food products on the Belgian Market*. Universiteit Gent Food Science and Nutrition Master thests Gerd., p: 139.
175. **Miller DD** (1990): *Minerals in food Chemistry*, 3 rd ed., Marcel Dekker Inc., Newyork USA, p: 617-1069.
176. **Miller GD, Jarvis JK, Mcbean LD** (2000): *Handbook of Dairy Foods ana Nutrition*, Crc Pres, Washington D.C.
177. **Min J, Se Lee SO, Jang A, Lee Mooha ve Kim Y** (2004): Quantitative Analyses of Biogenic amines in Raw Kim and Processed foods of Animal Origin on Korean Domestic Market. *Asian-Aust.J. Anim Sci.*, **17(12)**, 1764-1768.
178. **Molimard P, Spinnler HE** (1996): Compound Involved in the Flavor of Surface Mold-Ripened Cheeses: Origins and Properties. *J Dairy Sci.*, **79**, 169-184.
179. **Musaigera AO, Al-Saad JA, Al-Hooti DS, Khunji ZA** (1997): Chemical composition of fermented dairy products consumed in Bahrain. *Food Chem.*, **61**, No. ½. p: 49-52.
180. **Musaigera AO, Al-Saad JA, Al-Hootib DS, Khunjib ZA** (1998): Chemical Composition of Fermented Dairy Products Consumed in Bahrain. *Food Chem.*, **61**, 49-52.
181. **Nergiz C, Seçkin K** (1998): The losses of nutrients during the production of strained (torba) yoghurt. *Food Chem.*, **61**, 13-16.
182. **Nerin C, Rubio C, Cacho J, Salafranca J** (1998): Parts-per-trillion determination of styrene in yoghurt by purge-and-trap gas chromatography with mass spectrometry detection. *Food Add. and Contam.*, **15(3)**, 346-354
183. **Norbert W** (1983): Schmidtke and Associates Ltd Concentrating Whey by Hyperfiltration at a Small Canadian Cheese Plant, Technology Development Report ESP 4-EP-83-2, Environmental Protection Programs Directorate, Environment Canada.
184. **Novella-Rodriguez S, Veciana-Nogues MT, Roig-Sagues A, Trujillo-Mesa A, Vidal -Carau MC** (2002): Influence of starter and non starter bacteria on the formation of biogenic amines in goat cheese during ripening. *J Dairy Sci.*, **85**, 2471-2478.

185. **Ocak E, Akyüz N** (1998): *Van ve Yöresinde Üretilen Kış Yoğurtlarının Duyusal, Mikrobiyolojik, Fiziksel ve Kimyasal Nitelikleri Üzerine Bir Araştırma*. V. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu, 21-22 Mayıs, Tekirdağ, s: 244-255.
186. **Odlum CA** (1990): *Reducing the BOD level from a dairy processing plant*. Int. Dairy Cong. Proc., 23rd, Montreal, Canada.
187. **Omae M, Maeyame Y, Nishimura T** (2008): Sensory properties and taste compounds of fermented milk produced by *Lactococcus lactis* and *Streptococcus thermophilus*. *Food Sci. Techno. Res.*, **14(2)**, 183–189.
188. **O’Neil JM, Kleyn DH, Hare LB** (1979): Consistency And Compositional Characteristics Of Commercial Yogurts. *J Dairy Sci.*, **71**, 120-128.
189. **Orhon D, Artan N** (1984): Endüstriyel Atıksuların Kontrol ve Kısıtlama Esasları. Projesi-Süt ve Süt Ürünleri Endüstrisi, İTÜ Çevre ve Şehircilik Uygulama Araştırma Merkezi.
190. **Ott A, Fay LB, Chaintreau A** (1997): Determination and origin of the aroma impact compounds of yogurt flavor. *J. Agric. Food Chem.*, **45**, 850-858.
191. **Ott A, Germond JE, Baumgartner M, Chaintreau A** (1999): Aroma comparisons of traditional and mild yogurts: headspace gas chromatography quantification of volatiles and origin of α -diketones. *J. Agri. and Food Chem.*, **47**, 2379–2385.
192. **Ott A, Germond JE, Chaintreau A** (2000): Origin of acetaldehyde during milk fermentation using ^{13}C -labeled precursors. *J. Agric. Food Chem.*, **48**, 1512-1517.
193. **Oysun G** (1990): Süt ve Ürünlerinin Diyetetik ve tıroapatik özellikleri. *Gıda.*, **15(5)**, 299-304
194. **Oysun G** (1991): *Süt Ürünlerinde Analiz Yöntemleri*, 504, E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, Bornova, İzmir.
195. **Öz K** (1990): Konya’da tüketime sunulan yoğurtların kalitesi. Selçuk Üniv Sağlık Bilimleri Enst Besin Hijyeni ve Teknolojisi ABD YL Tezi, Konya, 40 s.
196. **Özdemir S, Gökalp HY, Zorba Ö** (1995): *Yoğurdun Muhafaza Teknikleri*, Yayın no: 548, Milli Prodüktivite Merkezi, s: 166-177.
197. **Özer BH** (1999): Konsantre yoğurt jelinin oluşumunda etkili faktörler. II-Hidroforik interaksyonların rolü. *Gıda.*, **24**, 253-259.

198. **Özer B** (1997): Rheological Properties of Labneh (Concentrated Yoghurt), Doktora tezi, The University of Reading, Reading, UK.
199. **Özer BH, Robinson RK** (1999): The behaviour of starter cultures in concentrated yoghurt (labneh) produced by different techniques. *Lebensm.-Wiss.U.-Technol.*, **32**, 391-395.
200. **Özer B** (2001): Konsantre yoğurt jelinin oluşumunda etkili faktörler. I.Tiol/disülfid ara değişim reaksiyonlarının rolü. *Gıda.*, **26 (5)**, 353-358.
201. **Özer B** (2006): *Yoğurt Bilimi ve Teknolojisi*. Sidas Medya Ltd. Şti., Çankaya-İzmir.
202. **Özrenk E** (2004): *Kurutulmuş ve Koyulaştırılmış Yoğurtlar*. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, Van. 23-24 Eylül 2004.
203. **Öztürk I, Ubay G, Demir I** (1993): Hybrid up now anaerobic sludge blanket reactor. treatment of dairy effluent (HUASBR). *Water Sci. and Techno.*, **28 (2)**, 77-81.
204. **Pala A, Sponza D** (1994): Bir Süt Endüstrisi Atıksularının Karakterizasyonu ve Arıtma Sisteminin İncelenmesi. *Su Kirl. Kont. Derg.*, **4(3)**, 14-17
205. **Parente E, Martuscelli M, Gadrini F, Grieco S, Crudele MA, Suzzi G** (2001): Evolution of Microbial Populations and Biogenic Amine Production in Dry Sausages Produced in Southern Italy. *J Applied Micr.*, **90**, 882-891.
206. **Park YW** (1994): Nutrient and mineral composition of commercial US goat milk yogurts. *Small Rum. Res.*, **13**, 63-70.
207. **Park YW** (2000): Comparison of mineral and cholesterol composition of different commercial goat milk products manufactured in USA. *Small Rum. Res.*, **37**, 115-124.
208. **Parlak Y** (2002): Koruyucu Kültür Kullanımının Süzme (Torba) Yoğurdun Bazı Niteliklerine Etkisi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
209. **Passeggi M, Lopez I, Borzacconi L** (2009): Integrated anaerobic treatment of dairy industrial wastewater and sludge. *Water Sc. and Techn.*, **59(3)**, 501-506.
210. **Peker İ** (2007): *Çevre Mühendisliği Kimyası*, ISBN: 9755114955, Birsen Yayınevi, İstanbul.

211. **Pesta G, Meyer-Pittroff R, Russ W** (2007): Utilization of Whey. Part 10. Utilization of By-Products and Treatment of Waste in the Food Industry. (Editors Oreopoulou, V., Russ, W.) Springer Science+Business Media, LLC, 233 Spring Street, New York, NY 10013, USA.
212. **Pintado AIE, Pinho O, Ferreira IMPLVO, Pintado MME, Gomes AMP, Malcata FX** (2008): Microbiological, biochemical and biogenic amine profiles of Terrincho cheese manufactured in several dairy farms. *Inter. Dairy J.*, **18(6)**, 631-640.
213. **Prazeres AR, Carvalho F, Rivas J** (2012): Cheese whey management. *J Envi. Manag.*, **110**, 48-68.
214. **Pusat C** (1984): Yoğurt Suyunun Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Üzerine Bir Araştırma, Mezuniyet Tezi, E. Ü. Zir. Fak. Tarım Ürünleri Tekn. Böl. Süt Bil. Ve Tekn. Anabilim Dalı, İzmir.
215. **Quach ML, Chen XD, Stevenson RJ** (1999): Headspace sampling of whey protein concentrate solutions using solid-phase microextraction. *Food Res. Inter.*, **31 (5)**, 371-379.
216. **Rao DR, Alhajali A, Chawan CB** (1987): Nutritional, sensory and microbiological qualities of labneh made from goat milk and cow milk. *J Food Sci.*, **52**, 1228-1230.
217. **Rasic JL, Kurman JA** (1978): *Yoghurt*. Technical Dairy Publishing House, Copenhagen, Denmark. p: 1-466
218. **Renner E, Saldamlı İ** (1983): Beslenme Açısından Fermente Süt Ürünleri. *Gıda*, **8(6)**, 297-311.
219. **Renner E** (1991): Dictionary of Milk and Dairying. Printing Pustet Rosenberg, Germany, 384 p.
220. **Robinson RK, Tamime AY, Chubb LW** (1977): *The Milk Ind.*, 4, 4-6.
221. **Rosenthal I, Juven BJ, Gordin S, Jubran N** (1980): Characteristics of concentrated yoğurt (Labneh) produced in Israel. *J. Dairy Sci.*, **63**, 1826-1828.
222. **Saint-Eve A, Juteau A, Atlan S, Martin N, Souchon I** (2006): Complex viscosity induced by protein composition variation influences the aroma release of flavored stirred yogurt. *J. Agric. Food Chem.*, **54**, 3997-4004.

223. **Saint-Eve A, Kora EP, Martin N** (2003): Impact of the olfactory quality and chemical complexity of the flavouring agent on the texture of low fat stirred yogurts assessed by three different sensory methodologies. **Food Quality and Preference.**, doi: 10.1016/j. foodqual. 2003.09.002.
224. **Saint-Eve A, Levy C, Le Moigne M, Ducruet V, Souchon I** (2008): Quality changes in yogurt during storage in different packaging materials. *Food Chem.*, **110**, 285–293.
225. **Saldamlı İ, Uygun Ü** (1998): *Gıda Katkı Maddeleri*. Editör: Saldamlı İ. Gıda Kimyası Ankara, s: 487-522.
226. **Salji JP, Sawaya WN, Ayaz M** (1983): The yoğurt industry in the central province of saudi Arabia. *Cult. Dairy Prod.*, **18(4)**, 14-18.
227. **Salji JP, Sawaya WN, Ayaz M, Mashhadi A** (1987a): The Dairly Industry in the Eastern, Northem and Southwestern Provinces of Saudi Arabia. *Milchwissenschaft.*, **42(5)**, 201-293.
228. **Salji JP, Sawaya WN, Ayaz M, Mashhadi A** (1987b): Production, Processing and Quality Assesment of Dairy Products in the Western Province of Saudi Arabia. *Milchwissenschaft.*, **42(1)**, 27-31.
229. **Samsunlu A** (1999): *Çevre Mühendisligi Kimyası*, 4. Baskı, Sam-Çevre Teknolojileri Merkezi Yayınları, istanbul.
230. **Santos SMH** (1996): Biogenic amines: Their importance in foods. *Inter. J Food Micro.*, **29**, 213-231.
231. **Sarı H** (2005): Süzme yoğurt üretiminde bazı besin ve mineral madde kayıpları üzerine bir araştırma, Selçuk Üniv. Fen Bilimleri, Enst Gıda Müh ABD YL Tezi, Konya, s: 64.
232. **Sarkar B, Chakrabarti PP, Vijaykumar A, Kale V** (2005): Wastewater treatment in dairy industriespossibility of reuse. *Desalination.*, **195**, 141-152.
233. **Say D** (2001): İnek ve Keçi Sütlerinden Üretilen Tuzlu Yoğurtların Özellikleri ve Bu Özelliklere Depolama Koşullarının Etkisi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Adana, s: 109.
234. **Schlichtherle Cerny H, Oberholzer D** (2007): *Comparison of aroma compounds of mild and traditional acidic yogurts using SPME-GC-O-MS*. 5th

- NIZO Dairy Conference - Prospects for Flavour Formation and Perception
Papendal (NL), June, p: 13-15.
235. **Seçkin AK** (1996): Süzme Yoğurt Üretimi Sırasında Yoğurttaki Besin Ögelerinde Meydana Gelen Kayıplar Üzerine Araştırmalar, Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Manisa.
236. **Seçkin AK, Nergiz C** (1995): *Geleneksel Yöntemle Üretilen Süzme Yoğurtlarının Kimyasal Kompozisyonu*. Gıda Mühendisliği III. Ulusal Sempozyumu, 22-23 Eylül, Ankara, s: 398-403.
237. **Sezgin E, Bektaş S** (1988): Trabzon'da satılan sokak sütlerinin bazı nitelikleri üzerine araştırmalar. *Gıda*, **13(6)**, 399-408.
238. **Sezgin E, Koçak C** (1982): Ankara'da Satılan Sokak Sütlerinin Bazı Nitelikleri Üzerine Araştırmalar. *Gıda*, **7(6)**, 281-287.
239. **Shahani NK, Chandan RC** (1979): Nutritional and healthful aspects of cultured and culture-containing clairy foods. *J. Dairy Sci.*, **62**, 1685- 1694
240. **Shalaby AR** (1996): Significance of biogenic amines to food safety and human health. *Food Res. Inter.*, **29(7)**, 675-690.
241. **Sieber R, Lavanchy P** (1990): Gehalt an biogene aminen in milchprodukten und in käse. *Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmit. und Hygiene.*, **81**, 82-105.
242. **Sienkiewicz T, Riedel CL** (1990): *Whey and Whey Utilization*, Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen- Buer (Germany), p: 379.
243. **Smit G, Smit BA, Engels WJM** (2005): Flavour formation by lactic acid bacteria and biochemical flavour profiling of cheese products. *FEMS Micro. Rev.*, **29**, 591-610.
244. **Stelious K, Emmanuel A** (2004): Characteristics of set type yoghurt made from caprine or ovine milk and mixtures of the two. *Int. J Food Sci. and Techno.*, **39**, 319-324.
245. **Stratton JE, Hutkins RV, Taylor SL** (1991): Biogenic amines in cheese and other fermented foods: A review. *J Food Prote.*, **54(6)**, 460-470.
246. **Sömer VF, Başyigit Kılıç G** (2012): *Süzme yoğurtların mikrobiyolojik, fizikokimyasal özelliklerinin ve biyojen amin içeriklerinin belirlenmesi*. 3. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 10-12 Mayıs, Konya, s: 480.

247. **Sömer FV** (2013): Dayanıklı yoğurtların mikrobiyolojik, fizikokimyasal özelliklerinin ve biyojenamin içeriklerinin belirlenmesi. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Burdur, s: 102.
248. **Şahan N, Kaçar A** (2001): Torba Yoğurtların Mikrobiyolojik ve Kimyasal Özellikleri,12. Biyoteknoloji Kongresi, 17-21 Eylül 2001, Ayvalık, Balıkesir, s: 51-54.
249. **Şahan N, Kaçar A** (2002): *Farklı asitlikteki yoğurtlardan torba yoğurdu üretimi sırasında seruma geçen besin öğeleri*. Türkiye 7. Gıda Kongresi, Ankara, s: 759-766.
250. **Şahan N, Güven M, Kaçar A** (2004): Farklı Asitliklerdeki Yoğurtlardan Torba Yoğurdu Üretimi ve Natamisin Raf Ömrü Üzerine Etkisi. *Çukurova Üniv. Zir. Fak. Böl. Gıda Derg.*, **1**, 9-15.
251. **Şanal H** (2007): Farklı tür sütlerden üretilen torba (süzme) yoğurtlarda element içeriğinin belirlenmesi. Mustafa Kemal Üniv. Fen Bilimleri Enst Gıda Müh ABD YL Tezi, Hatay, s: 66.
252. **Şekerli YE** (2013): Farklı sıcaklık normları ve yoğurt kültürleri uygulanan sütlerden üretilen yoğurtlarda kimyasal niteliklerin belirlenmesi. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği ABD, s: 156.
253. **Şenel E** (2006): Bazı Üretim Parametrelerinin Yoğurttan Üretilen Yayık Tereyağının Nitelikleri Üzerine Etkisi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst. Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
254. **Şenel A, Atamer M, Gursoy A, Oztekin FS** (2011): Changes in some properties of strained (Suzme) goat's yoghurt during storage. *Small Rumin. Res.*, **99**, 171-177.
255. **Şengül F, Müezzinoğlu A** (1997): *Çevre Mühendisliği Kimyası*, 4. Baskı, 3. Baskı D.E.Ü. Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi, İzmir.
256. **Şenol E** (1997): Süt ve süt ürünleri endüstrisi atık sularının arıtılabilirliği üzerine bir çalışma. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
257. **Şimşek B, Gün İ, Çelebi M** (2010): Isparta Yöresinde Üretilen Süzme Yoğurtların Protein Profilleri ve Bunların Kimyasal Özelliklerle İlişkisi. *Yüz. Yıl Üni. Tarım Bil. Derg.*, **20 (3)**, 208-213.

258. **Şişman IE** (2009): Sürülebilir Aromalandırılmış Süzme Yoğurt Üretimi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Konya, s: 86.
259. **Tamime AY** (1978): Concentrated yoghurt “Labneh”- A potential new dairy spread. *The Milk Industry.*, **80(3)**, 4-5.
260. **Tamime AY, Deeth HC** (1980): *Yoghurt: Technology and biochemistry*, Peramon pres ltd., Headington Hill Hall, Oxford, England, p: 431.
261. **Tamime AY, Crawford RJM** (1984): The microbiological quality of yoghurt cheese (known in the Lebanon as Labneh Anbaris) after one year storage at 20 °C Egyptian. *J.Dairy Sci.*, **12**, 299-312.
262. **Tamime AY, Robinson RK** (1985): *Yoghurt Sciences and Technology*, I, T Ed. Weaton and Co. Ltd., England, p: 209-213.
263. **Tamime AY, Robinson RK** (1988): Fermented Milks and Their Future Trends. Part II. Technological Aspects. *J Dairy Res.*, **55 (2)**, 281-307.
264. **Tamime AY, Davies G, Chegade AS, Mahdi HA** (1989): The Production of Labneh by Ultrafiltration: A New Technology. *J The Soci. of Dairy Techno.*, **42**, 35-39.
265. **Tamime AY, Davies G, Chegade AS, Mahdi HA** (1990): The Effect of Processing Temperatures on the Quality of Labneh Made by Ultrafiltration. *J The Soci. of Dairy Techno.*, **44**, 99-103.
266. **Tamime AY, Davies G, Chegade AS, Mahdi HA** (1990b): Microstructure and Firmness of Labneh (high solids yoghurt) Made from Cow’s, Goat’s and Sheep’s milks by a Traditional Method or by Ultrafiltration. *Food Structure.*, **10**, 37-44.
267. **Tamime AY, Kalab M, Davies G, Mahdi HA** (1991): Microstructure and Firmness of Labneh (high solid yoghurt) Made From Cow’s Goat’s and Sheep’s Milks by a Traditional Method or by Ultrafiltration. *Food Structure.*, **10**, 37-44.
268. **Tamime AY, Robinson RK** (1999): *Yoghurt Science and Technology*, Woodhead Publishing, London, p: 619.
269. **Tamime AY, Robinson RK** (2001): *Yogurt science and technology*, CRC Press, New York, USA.
270. **Tamime AY, Robinson RK** (2007): *Tamime and Robinson's Yoghurt: Science and Technology*, Woodhead Publishing Ltd, Cambridge, p: 348-467.

271. **Tanık A, Genveli EA, Ekdal A** (2002): Chemical treatability of dairy wastewater. *Envi. Manag. and Health.*, **13(2)**, 163-174.
272. **Tassoni A, Germana MA, Bagni N** (2004): Free and conjugated polyamine content in citrus sinensis osbeck, cultivar brasilino N.L. 92, a navel orange, at different maturation stages. *Food Chem.*, **87**, 537-541.
273. **Tatlı F** (1984): Süzme (Torba) Yoğurtlarının Yapılısı ve Özellikleri Üzerine Araştırmalar, Mezuniyet Tezi, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, İzmir.
274. **Telli N, Tekinşen KK, Nizamlıoğlu M, Bayar N, Köseoğlu İE** (2009): *Konya'da Üretilen Süzme (Torba) Yoğurtların Bazı Mikrobiyolojik Ve Kimyasal Özellikleri*. 3.Ulusal Veteriner Gıda Hijyeni Kongresi, 14-16 Mayıs 2009, Bursa, s: 4.
275. **Tekinsen KK, Bayar N** (2008): Geleneksel ürün süzme (torba) yoğurdu. *Süt Dünyası Süt Ürün. ve Tekno. Derg.*, 54-57.
276. **Thornhill PJ, Cogan T** (1984): Use of gas-liquid chromatography to determine the end products of growth of lactic acid bacteria. *Applied and Environmental Micro.*, **47**, 1240-1254.
277. **Til HP, Falke HE, Prinsen MK, Willems MI** (1997): Acute and subacute toxicity of tyramine, spermidine, spermin, putresine and cadaverine in rats. *Food and Chem. Tox.*, **35(3/4)**, 337-348.
278. **Toprak G, Kırdar SS, Güzel E** (2015): *Yoğurt Suyunun Çevre Kirliliği Açısından Kirlilik Parametrelerinin Belirlenmesi*. 27. Ulusal Kimya Kongresi, 23-28 Ağustos 2015, Çanakkale, s: 801.
279. **Toso B, Procida G, Stefanon B** (2002): Determination of volatile compounds in cows'milk using headspace GC-MS. *J Dairy Res.*, **69**, 569-577
280. **Töral AR, Tekbıyık L, İldes Z** (1985): Denizli ve Bölgesi Torba Yoğurtları Üzerine Kimyasal ve Teknolojik Araştırmalar. *Pendik Vet. Enst. Derg.*, **17 (1-2)**, 23-24.
281. **Trevor JB, Schalkwyk CV** (2006): *Treatment of Dairy Processing Wastewaters*, Taylor and Francis Group, s: 1-28.

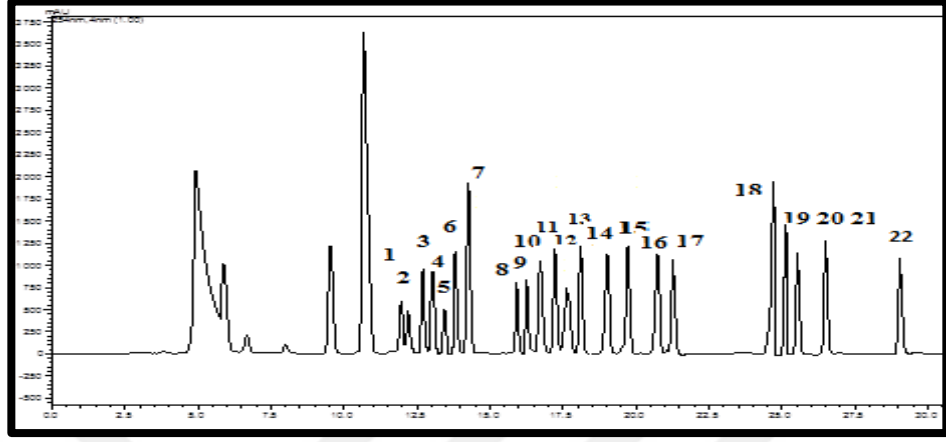
282. **Turcic M, Rasic J, Canic V** (1964): Influence of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus bulgaricus* culture on volatile acids content in the flavour components of yoghurt. *Milchwissenschaft.*, **24**, 277-281.
283. **TSE** (1994): *TS 1018 Çiğ İnek Sütü Standardı*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, s: 15.
284. **Uğur A** (1994): Torba Yoğurtların Yapılışı ve Özellikleri Üzerine Araştırmalar. Mezuniyet Tezi. Ege Üniv. Zir. Fak. Süt Tekn. Bölümü, İzmir.
285. **Uraz T, Güneş T, Sezgin E, Koçak C, Atamer M, Alpar O, Yetişmeyen A** (1981): *Süt ve Mamülleri Teknolojisi*, SEGEM Yayın No: 103, s: 291.
286. **Uysal HR** (1993): Vakum ve Ultrafiltrasyonla Koyulaştırılan Sütlerden Torba Yoğurdu Yapımı ve Klasik Yöntemle Karşılaştırılması Üzerine Araştırmalar. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Bornova, İzmir.
287. **Uysal H, Kınık Ö, Kesenaş H, Akbulut N** (2003): Düşük kalorili torba yoğurdu üretiminde Simplese® 100 kullanımı üzerine bir araştırma. *Gıda.*, **28** (2), 189-194.
288. **Uyum S** (2011): Peyniraltı atıksularının anaerobik hibrit reaktör/aerobik sürekli karıştırmalı tank reaktör sistemlerinde arıtılabilirliğinin incelenmesi. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
289. **Üçüncü M** (2008): *A'dan Z'ye Peynir Teknolojisi*, cilt II., Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir, s: 691.
290. **Xanthopoulos V, Picque D, Basit N, Boquien CY, Corrieu G** (1994): Methods for the determination of aroma compounds in dairy products: a comparative study. *J Dairy Res.*, **61**, 289-297.
291. **Vahcic N, Hruskar M** (2000): Slovenian Fermented Milk with Probiotics. Zb. Biotehniške Fak. Üniv., Ljubljani, Kmetijstvo, Zootehnika, <http://www.bfro.unilj.si/zoo/publikacije/> zbornik/PDF/76-2000-2-41-46.
292. **Van Hooydonk, A CM, Hagedoorn HG, Boerrigter IJ** (1986): pH-induced physico-chemical changes of casein micelles in milk and their effect on renneting. 1. Effect of acidification on physico-chemical properties. *Nether. Milk and Dairy J.*, **40**, 281-296.

293. **Veinoglou B, Anifantakis E, Stiakakis I** (1978): *Production of strained yoğurt from UF cow's milk*. Int. Dairy Congress, IE 831.
294. **Walstra P, Jenness R** (1984): *Dairy Chemistry and Physics*, John Wiley and Sons, ABD.
295. **Wendorff WL** (2001): *Treatment of dairy wastes*. Ed(s): Marth EH, Steele JL, Marcel Dekker Inc. In Applied dairy Microbiology, 2nd edition, Newyork, p: 681-704
296. **Yalçın S** (1985): Yoğurtta Aroma Ve Lezzet Bileşiklerinin Oluşumu. *Atatürk Üni. Vet. Fak. Derg.*, **32 (2)**, 237-249.
297. **Yalçınkaya S, Ayar A, Elgün A** (2003): Bugday Ruseymi ve Fitaz İlavisiyle Besin Değeri Yüksek Yoğurt Üretimi. *S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi.*, **17(32)**, 57-63.
298. **Yaman M, Durak M, Bakidere S** (2005): Comparison of dry, wet, and microwave ashing methods for the determination of Al, Zn, and Fe in yoghurt samples by atomicabsorption spectrometry. *Spectroscopy Letters.*, **38**, 405-417.
299. **Yamani MI, Abu-Jauber MM** (1994): Yeast flora of labneh produced by in-bag straining of cow milk set yoghurt. *J Dairy Sci.*, **77**, 3558-3564.
300. **Yaygın H** (1970): Tulum yoğurdu. *Ege Üni. Ziraat Fakültesi Dergisi.*, **7**, 25-34.
301. **Yaygın H** (1981): Yoğurdun Beslenme Değeri ve Sağlıkla İlgili Özellikleri. *Gıda Teknolojisi Derneği Gıda Dergisi.*, **6(5)**, 17-22 .
302. **Yaygın H, Kırdar S** (1993): Laktoz İntolerans ve Süt Alerjisi. *Hasad.*, **8(93)**, 20-23.
303. **Yaygın H** (1999): *Yoğurt Teknolojisi*, Baskı No:75, Akdeniz Üniversitesi, Antalya, s: 331.
304. **Yazar E, Cırık K, Çınar Ö** (2011): Pilot Ölçekli Mezofilik Kesikli Anaerobik Reaktörde Peynir Altı Suyu Arıtımı ve Biyogaz Üretimi. *KSU Mühendislik Bilimleri Dergisi.*, **14(3)**, 21-27
305. **Yazıcı F, Dervişoğlu M** (2003): Süt Endüstrisinde atık ve atıksu yönetimi. *Gıda.*, **28(5)**, 497-504.
306. **Yazıcı F, Akgun A** (2004): Effect Of Some Protein Based Fat Replacers On Physical, Chemical, Textural And Sensory Properties Of Strained Yoghurt. *J Food Eng.*, **62**, 245–254.

307. **Yeganehzad S, Mazaheri-Tehrani M, Shahidi F** (2007): Studying microbial, physiochemical and sensory properties of directly concentrated probiotic yoghurt. *African J Micro. Res.*, **2(8)**, 366-369.
308. **Yeh CY, Lin Sj, Hwang D** (2006): Biogenic amines, histamine and label of dressed fried fish meat products in Taiwan. *Food Control*, **17(6)**, 423-428.
309. **Yöney Z** (1965): *Konserve Yogurtlarının İşlenişi ve Dayanıklılığı Üzerine Teknolojik Araştırmalar*, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara, s: 63.
310. **Zeytinoğlu E** (1993): Bursa Bölgesi gıda sanayi atık sularının çevre kirliliğine etkileri. Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, s: 51.
311. **Zourarı A, Accolas JPR, Desmazeaud MS** (1992): Metabolism and biochemical characteristics of yogurt bacteria. *A review, Lait.*, **72**, 1-34.

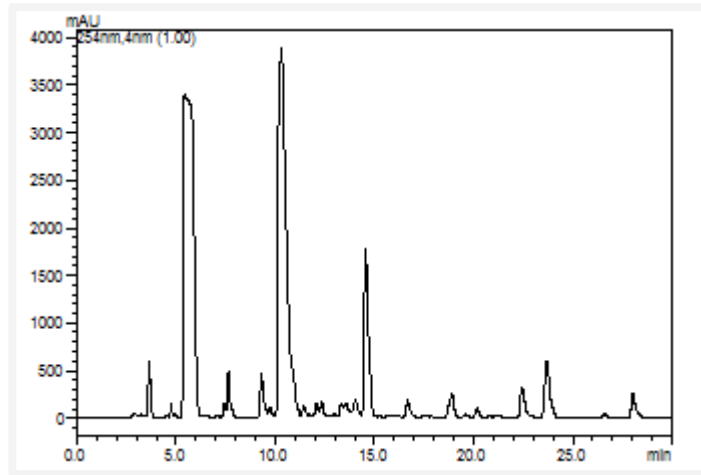
8. EKLER

Ek-1- Amino asit ve biyojen amin kromotogramları

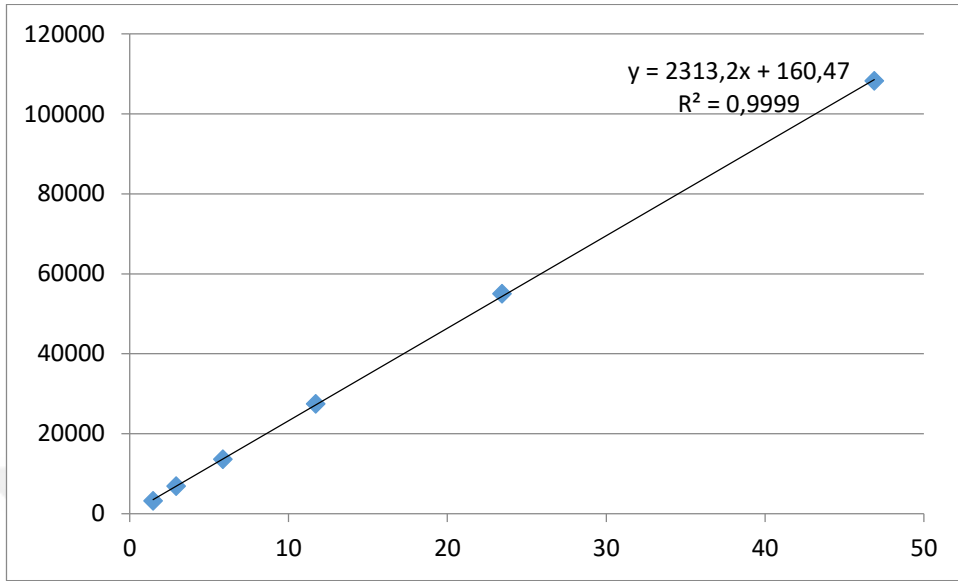


- 1- Arginine; 2- Serine; 3- Threoline; 4-Lycine; 5-Pyroline; 6-Tyrosine; 7- Thriptamine; 8-Valine; 9-Methionine; 10- Cadaverine; 11-Putrescine; 12- Leucine; 13-Isoleucine; 14-Fenil Alanine; 15-Glycine; 16-Histamine; 17- Alanine; 18-Aspertik asit; 19-Tyramine; 20-Glutamic acid; 21-Histidine; 22- Fenil Etil Amin

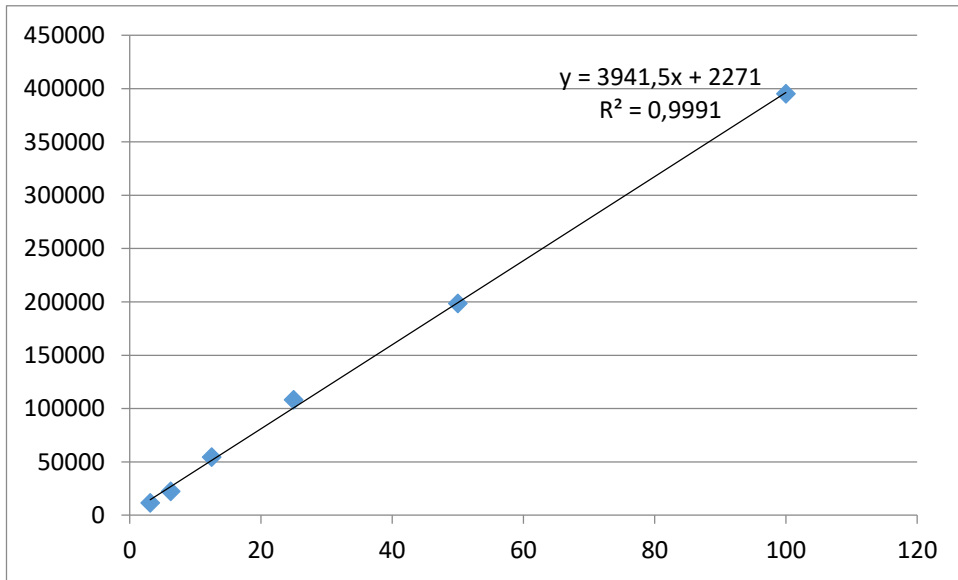
Numune kromatogramı



Ek-2- Cadaverine standardına ait kalibrasyon grafiği



Ek-3. Standart kromatogramı



9. ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Raziye Aslı KESER



Doğum Yeri ve Yılı : Dinar / 16.08.1988

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

Uyruğu : TC

Telefon No : 0539 560 83 73

Elektronik Posta : aslhorzum@gmail.com

İletişim Adresi : 23 Nisan Mahallesi 241.sokak
Burcu sitesi B Blok No:9 kat:1
Nilüfer -BURSA

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl (Mesleki Deneyim):

1-Boyacıoğulları Ömür Süt Süt ve Süt Ürünleri Fabrikası Tire/İzmir

2-HSBC Operasyon Merkezi İzmir

Bilimsel Faaliyetler

- 1- **Keser, A.R.**, Kırdar S.S., **2018**. A study on some physical and chemical properties of concentrated yoghurt whey as an industrial waste. ICENS 2018 4th International Conference Engineering and Natural Science 2-5 May, Kiev-Ukraine.(Sözlü sunu)
- 2- **Keser, A.R.**, Kırdar S.S., **2018**. Traditional yogurts in Turkey. ICENS 2018 4th International Conference Engineering and Natural Science 2-5 May, Kiev-Ukraine.(Sözlü sunu)

- 3- Genç, D.G., Kırdar, S.S., **Keser, A.R.2018**. Determination of mineral content of Butter milk ICENS 2018 4th International Conference Engineering and Natural Science 2-5 May, Kiev-Ukraine.(Poster sunu)
- 4- Kırdar, S.S., **Keser, A.R., 2017**. Long-life yoghurt types in Turkey. 4th North and East European Congress on Food NEEFOOD 2017 Congress.10-13 September 2017, Kaunas, Lithuania, 79s.(Poster sunu)
- 5- **Keser, R.A.**, Kırdar, S.S., **2017**. Determination of some properties and nutrient losses of strained yoghurt whey as an industrial waste. 3th ASM International congress of agriculture and Environment 16-18 November, Antalya (Sözlü sunu).
- 6- **Horzum, A.R.**, Kırdar, S.S. **2017**. Silivri Yoğurdu.1.Ulusal Sütçülük Kongresi, 25-26 Mayıs 2017, Ankara, 77s.(Poster sunu)

