ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PEYNİRALTI SUYU VE YAYIKALTINDAN ELDE EDİLEN KREMALARDAN ÜRETİLEN TEREYAĞLARIN NİTELİKLERİ

Damla SERT

SÜT TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2022

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

PEYNİRALTI SUYU VE YAYIKLTINDAN ELDE EDİLEN KREMALARDAN ÜRETİLEN TEREYAĞLARIN NİTELİKLERİ

Damla SERT

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Süt Teknolojisi Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ebru ŞENEL ÖZKAN

Peyniraltı suyu ve yayıkaltı, peynir ve tereyağı üretimi esnasında büyük miktarlarda açığa çıkan besleyici niteliği yüksek süt endüstrisi artıklarıdır. Peyniraltı suyu ve yayıkaltı bileşim yönünden zengin olmaları, üretim esnasında büyük miktarlarda açığa çıkmaları, bu artıkları değerlendirilmesi gereken önemli bir hammadde haline getirmektedir. Peyniraltı suyu ve yayıkaltı belirli oranlarda kalıntı süt yağı içermektedir. Bu sıvıların yağ içerikleri düşük düzeyde olmasına karşın ayrılan artıkların miktarının büyük olmasından dolayı önemli bir süt yağı kaybı oluşmaktadır. Bu noktadan hareketle bu tez çalışmasında süt endüstrisinin önemli artıklarından olan peyniraltı suyu ve yayıkaltının değerlendirilmesi, yağın geri kazanımı ve katma değeri yüksek ürün üretimi hedeflenmiştir. Bu amaçla tez kapsamında peyniraltı suyu kreması, yayıkaltı kreması, ekşi (olgunlaştırılmış) krema, taze (olgunlaştırılmamış) kremadan üretilen tereyağların su oranı, yağ içeriği, serum pH değeri, titrasyon asitliği, protein içeriği, asit değeri, peroksit sayısı, serbest yağ asitleri, uçucu bileşenleri, tekstür özellikleri ile duyusal nitelikleri depolamanın 1., 30. ve 60. günlerinde incelenmiştir. Üretilen tereyağı örnekleri depolama süresi boyunca 4 °C sıcaklıkta muhafaza edilmiştir. Elde edilen analiz sonuçlarına göre peyniraltı suyu tereyağı ve yayıkaltı tereyağlarının, serum pH değeri, asit değeri, serbest yağ asitleri miktarı ve uçucu bileşenler yönünden kontrol örnekleri olan taze ve ekşi krema tereyağları ile aralarında önemli farklılıklar olduğu ve 60 günlük depolama süresi boyunca kontrol örneklerine kıyasla daha az değişim meydana geldiği belirlenmiştir. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre peyniraltı suyu tereyağı ve yayıkaltı tereyağı koku, görünüş, lezzet ve yapı özellikleri bakımından kontrol örnekleri ile aralarında önemli farklılıklar olduğu, ancak lezzet ve genel kabul edilebilirlik özellikleri yönünden daha düşük puan aldıkları saptanmıştır.

Ocak 2022, 85 sayfa

Anahtar Kelimeler: Peyniraltı suyu tereyağı, yayıkaltı tereyağı, duyusal özellikler, lipoliz, uçucu bileşenler

ABSTRACT

Master Thesis

PROPERTIES OF BUTTERS PRODUCED FROM CREAMS OBTAINED FROM WHEY AND BUTTERMILK

Damla SERT

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Dairy Technology

Supervisor: Prof. Dr. Ebru ŞENEL ÖZKAN

Whey and buttermilk are highly nutritious dairy industry residues released in large quantities during the production of cheese and butter. Both wastes serve as raw material in food industry. Whey and buttermilk contain certain amounts of residual milk fat. Although the fat content of these liquids is low, a significant loss of milk fat occurs due to the large amount of separated residues. The aim of this study was to utilize whey and buttermilk, to recover fat content and to produce high added value dairy products. For this purpose, water ratio, fat content, serum pH value, titration acidity, protein content, acid value, peroxide value, free fatty acids, volatile compounds, texture properties and sensory properties for butter produced from whey cream, buttermilk cream, sour (matured) cream and fresh (unmatured) cream were investigated during 1st, 30th and 60th days of storage period. The butter samples were stored for 60 days at 4 °C. Butter produced from whey and buttermilk present a significant difference in terms of serum pH value, acid value, free fatty acids concentration and volatile components compared to the control samples (sour and fresh cream butters). Less changes occurred in their chemical properties during the storage period. Sensory evaluation indicated that there are significant differences between butter produced from whey and buttermilk and the control samples in terms of odor, flavor, general appearance and texture. The scores from the sensory assessment for butter produced from whey and buttermilk were lower for taste and general acceptability compared to the control samples.

January 2022, 85 pages

Key Words: Whey butter, butter produced from buttermilk, sensorial properties, lipolysis, volatile compounds

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca bana yol gösteren, değerli bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım danışman hocam Prof. Dr. Ebru Şenel Özkan'a (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Anabilim Dalı), tez çalışmamdan elde edilen verilerin istatistik değerlendirmesindeki önemli desteğinden dolayı Prof. Dr. Mustafa Muhip Özkan'a (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Biyometri ve Genetik Anabilim Dalı), çalışmam süresince yardımlarıyla bana destek olan Araş. Gör. Canan Altınay Uysal (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Anabilim Dalı) ve doktora öğrencisi Marwa Haddar'a (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Anabilim Dalı) ve maddi, manevi her konuda bana destek olarak her zaman yanımda olan sevgili aileme en içten duygularımla teşekkür ederim.

Ayrıca tez çalışmamın gerçekleşmesinde 2210-D Sanayiye Yönelik Lisasüstü Burs Programı kapsamınında desteğinden dolayı TÜBİTAK'a ve hammadde kremaların teminini sağlayan Enka Süt A.Ş.' ye (Konya) ile Atatürk Orman Çiftliği Süt Fabrikasına (Ankara) teşekkür ederim.

Damla SERT
Ankara, Ocak 2022

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI

ETİK.....Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

ÖZET.....**ii**

ABSTRACT.....**iiii**

TEŞEKKÜR.....**ivv**

SİMGELER DİZİNİ.....**viii**

ŞEKİLLER DİZİNİ.....**ix**

ÇİZELGELER DİZİNİ.....**x**

1. GİRİŞ.....**1**

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ.....**4**

2.1 Peyniraltı Suyu.....**4**

2.2 Yayıkaltı.....**9**

3. MATERYAL VE YÖNTEM.....**12**

3.1 Materyal.....**12**

3.1.1 Krema.....**12**

3.1.2 Starter kültür.....**12**

3.2 Yöntem.....**12**

3.2.1 Tereyağı üretimi.....**12**

3.3 Uygulanan Analizler.....**15**

3.3.1 Hammadde krema analizleri.....**15**

3.3.1.1 Kurumadde oranı.....**15**

3.3.1.2 Yağ oranı.....**15**

3.3.1.3 Protein oranı.....**15**

3.3.1.4 Serum pH değeri.....**15**

3.3.1.5 Titrasyon asitliği.....**16**

3.3.1.6 Uçucu bileşen analizi.....**16**

3.3.2 Tereyağı analizleri.....**16**

3.3.2.1 Su oranı.....**16**

3.3.2.2 Yağ oranı.....**16**

3.3.2.3 Protein oranı.....**17**

3.3.2.4 Serum pH değeri 17
3.3.2.5 Titrasyon asitliği 17
3.3.2.6 Asit değeri 17
3.3.2.7 Serbest yağ asitleri kompozisyonu 18
3.3.2.8 Peroksit değeri 20
3.3.2.9 Uçucu bileşen analizi 21
3.3.2.10 Tekstür analizi 22
3.3.2.11 Duyusal değerlendirme 22
3.3.3 İstatistiksel analizler 24
4. ARAŞTIRMA BULGULARI 25
4.1 Hammadde Kremalara Ait Bulgular ve Tartışma 25
4.2 Tereyağı Örneklerine Ait Bulgular ve Tartışma 28
4.2.1 Su oranı, yağ içeriği, protein içeriği 29
4.2.2 Serum pH değeri 30
4.2.3 Titrasyon asitliği 32
4.2.4 Asit değeri 34
4.2.5 Peroksit değeri 36
4.2.6 Serbest yağ asitleri kompozisyonu 37
4.2.6.1 Bütirik asit (C4:0) 39
4.2.6.2 Kaproik asit (C6:0) 40
4.2.6.3 Kaprilik asit (C8:0) 41
4.2.6.4 Kaprik asit (C10:0) 42
4.2.6.5 Laurik asit (C12:0) 43
4.2.6.6 Miristik asit (C14:0) 43
4.2.6.7 Palmitik asit (C16:0) 45
4.2.6.8 Stearik asit (C18:0) 46
4.2.6.9 Oleik asit (C18:1) 47
4.2.7 Tekstür (Sertlik) değeri 48
4.2.8 Uçucu bileşenler 49
4.2.9 Duyusal değerlendirme 59
4.2.9.1 Kontrolden farklılık testi 59
4.2.9.1.1 Koku 59

4.2.9.1.2 Görünüş **60**
4.2.9.1.3 Lezzet **61**
4.2.9.1.4 Yapı **62**
4.2.9.2 Puanlama testi **63**
4.2.9.2.1 Koku **65**
4.2.9.2.2 Görünüş **66**
4.2.9.2.3 Lezzet **67**
4.2.9.2.4 Yapı **68**
4.2.9.2.5 Genel kabuledilebilirlik **69**
5. SONUÇ VE ÖNERİLER **70**
KAYNAKLAR **74**
ÖZGEÇMİŞ **82**

SİMGELER DİZİNİ

A	Alfa
B	Beta
µl	Mikrolitre
ml	Mililitre
°SH	Soxhlet Henkel
U	Unit
%	Yüzde

Kısaltmalar

AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
Dk	Dakika
Fe^{+3}	Demir
$FeCl_3.6H_2O$	Demir Klorit
Gal	Galon
GC	Gaz Kromotografisi
GC-MS	Gaz Kromotografisi-Kütle Spektrometresi
H_2SO_4	Sülfirik asit
HCl	Hidroklorik asit
Kg	Kilogram
KOH	Potasyum Hidroksit
L	Litre
M	Molarite
Mg	Miligram
N	Normalite
Na_2SO_4	Sodyum Sülfat
NaCl	Sodyum Klorür
Nm	Nanometre
Ppm	Milyonda bir kısım
Rpm	Dakikada devir sayısı
SPME	Katı faz mikro ekstraksiyon
SYA	Serbest yağ asitleri
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Tereyağı üretimi 14
Şekil 4.1 Tereyağı örneklerinin depolama süresince koku özelliği bakımından değişimi 65
Şekil 4.2 Tereyağı örneklerinin depolama süresince görünüş özelliği bakımından değişimi 66
Şekil 4.3 Tereyağı örneklerinin depolama süresince lezzet özelliği bakımından değişimi 67
Şekil 4.4 Tereyağı örneklerinin depolama süresince yapı özelliği bakımından değişimi 68
Şekil 4.5 Tereyağı örneklerinin depolama süresince genel kabul edilebilirilik özelliği bakımından değişimi 69

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Peyniraltı suyunun genel bileşimi 4
Çizelge 2.2 Yayıkaltının genel bileşimi 10
Çizelge 3.1 Kontrolden farklılık testi skalası 23
Çizelge 3.2 Puanlama testi skalası 23
Çizelge 4.1 Tereyağı üretiminde hammadde olarak kullanılan kremaların özellikleri .25
Çizelge 4.2 Hammadde kremalara ait uçucu bileşenlerin miktarı 27
Çizelge 4.3 Tereyağı örneklerinin su, yağ ve protein oranları 29
Çizelge 4.4 Tereyağı örneklerinin serum pH değerleri 30
Çizelge 4.5 Tereyağı örneklerinin titrasyon asitliği değerleri 32
Çizelge 4.6 Tereyağı örneklerinin asit değerleri 34
Çizelge 4.7 Tereyağı örneklerinin peroksit değerleri 36
Çizelge 4.8 Tereyağı örneklerinin serbest yağ asitleri miktarlarının molekül büyüklüğüne göre dağılımı 38
Çizelge 4.9 Tereyağı örneklerinin bütirik asit ($C_{4:0}$) miktarları 39
Çizelge 4.10 Tereyağı örneklerinin kaproik asit ($C_{6:0}$) miktarları 40
Çizelge 4.11 Tereyağı örneklerinin kaprilik asit ($C_{8:0}$) miktarları 41
Çizelge 4.12 Tereyağı örneklerinin kaprik asit ($C_{10:0}$) miktarları 42
Çizelge 4.13 Tereyağı örneklerinin laurik asit ($C_{12:0}$) miktarları 43
Çizelge 4.14 Tereyağı örneklerinin miristik asit ($C_{14:0}$) miktarları 44
Çizelge 4.15 Tereyağı örneklerinin palmitik asit ($C_{16:0}$) miktarları 45
Çizelge 4.16 Tereyağı örneklerinin stearik asit ($C_{18:0}$) miktarları 46
Çizelge 4.17 Tereyağı örneklerinin oleik asit ($C_{18:1}$) miktarları 47
Çizelge 4.18 Tereyağı örneklerinin sertlik değerleri 48
Çizelge 4.19 Tereyağı örneklerinde tespit edilen asit grubuna ait uçucu bileşenlerin miktarları 50
Çizelge 4.20 Tereyağı örneklerinde tespit edilen aester grubuna ait uçucu bileşenlerin miktarları 52
Çizelge 4.21 Tereyağı örneklerinde tespit edilen hidrokarbon grubuna ait uçucu bileşenlerin miktarları 53

Çizelge 4.22 Tereyağı örneklerinde tespit edilen keton grubuna ait uçucu bileşenlerin miktarları 54
Çizelge 4.23 Tereyağı örneklerinde tespit edilen aldehit grubuna ait uçucu bileşenlerin miktarları 55
Çizelge 4.24 Tereyağı örneklerinde tespit edilen alkol grubuna ait uçucu bileşenlerin miktarları 57
Çizelge 4.25 Tereyağı örnekleri ile kontrol örnekleri arasındaki koku yönünden farklılık testi sonuçları 59
Çizelge 4.26 Tereyağı örnekleri ile kontrol örnekleri arasındaki görünüş yönünden farklılık testi sonuçları 60
Çizelge 4.27 Tereyağı örnekleri ile kontrol örnekleri arasındaki lezzet yönünden farklılık testi sonuçları 61
Çizelge 4.28 Tereyağı örnekleri ile kontrol örnekleri arasındaki yapı yönünden farklılık testi sonuçları 62
Çizelge 4.29 Tereyağı örneklerinin puanlama testi sonuçları 64

1. GİRİŞ

Ülkemizde gıda endüstrisi içerisinde süt ve süt ürünleri üretimi büyük bir paya sahiptir. Türkiye'de 2019 TÜİK verilerine göre 22.960.379 ton çiğ süt üretilmiştir (Anonim 2019). Üretilen toplam sütün 1.540.121 tonu içme sütü üretiminde, geri kalan miktar ise yoğurt, peynir, tereyağı, ayran, dondurma, kaymak gibi çeşitli süt ürünlerinin üretiminde kullanılmıştır. Peyniraltı suyu ve yayıkaltı bilindiği üzere sırasıyla peynir ve tereyağı üretimi esnasında büyük miktarlarda açığa çıkan süt endüstrisi artıklarıdır.

Türkiye'de üretilen sütün önemli bir bölümü peynir üretiminde kullanılmaktadır. Ülkemizdeki peynir üretim miktarının 2019 TÜİK verilerine göre 699.603 ton olduğu bildirilmiştir (Anonim 2019). Peynir üretiminde randımanın üretilen peynir çeşidine bağlı olarak %10-20 arasında değiştiği dolayısıyla peynire işlenen sütün %80-90'ı kadarı peyniraltı suyu olarak ayrıldığı görülmektedir. Ortalama %15 randıman üzerinden hesaplama yapıldığında 2019 yılında üretilen 699.603 ton peynir 4.664.000 ton çiğ sütten üretilmiştir. Dolayısıyla üretim esnasında kullanılan bu sütün yaklaşık 3.964.400 tonu peyniraltı suyu olarak ayrılmıştır. Peyniraltı suyunun yağ içeriği yaklaşık %0.9'dur. Dolayısıyla 2019 TÜİK verileri dikkate alındığında artık olarak ayrılan peyniraltı suyuna geçen süt yağı yaklaşık 35.680 ton kadardır. Ülkemizde tereyağı üretimi 73.656 ton/yıl olduğuna göre, peynir üretiminde açığa çıkan süt yağı miktarı Türkiye'deki yıllık tereyağı üretiminin önemli bir miktarını oluşturacak potansiyele sahip olduğu görülmektedir (Kosikowski 1979, Sienkiewicz ve Riedel 1990, Yüksel vd. 2019). Peynir üretiminde artakalan peyniraltı suyunun bir bölümü hayvan besleme, tarım, gıdalarda katkı maddesi, süt ve süt ürünleri, et ve et ürünleri, içecek üretimi gibi birçok alanda değerlendirilmekte ve geri kalan bölüm ise değerlendirmeden atık haline getirilmektedir (Yüksel vd. 2019).

Yayıkaltı ise, tereyağı üretiminde geriye kalan besin değeri yüksek bir yan üründür. Tereyağı üretiminde yayıklama işleminden sonra kremanın emülsiyon yapısı bozularak tereyağı granülleri oluşmakta ve sıvı faz olarak da yayıkaltı ayrılmaktadır. Yayıkaltı, tereyağı üretiminde kullanılan kremanın yağ dışında suda çözünen bileşenlerinin büyük bir kısmını bünyesinde barındırmaktadır. Yayıkaltı, süt proteini, laktoz ve mineraller gibi

suda çözünür tüm krema bileşenlerini bünyesinde içermektedir. Ayrıca, yayıklama sırasında parçalanan ve çoğunlukla yayıkaltına geçen süt yağı globül membran (MFGM) bileşenlerini de içermektedir (Corredig ve Dalgleish 1997, Morin vd. 2007). Tereyağı üretiminden artakalan yayıkaltının büyük bir bölümü atık olarak kanalizasyonlara atılırken, az bir bölümü ise hayvan besleme, süt ve süt ürünleri, fırıncılık ürünleri, gıda katkı maddesi ve fonksiyonel ürünlerin üretiminde kullanılabilmektedir (Doğan vd. 1998, Morin vd. 2006, Akyüz 2010).

Türkiye'deki tereyağı üretimi 2019 TÜİK verilerine göre 73.656 ton/yıldır (Anonim 2019). Her 100 kg tereyağı üretiminde 166 kg yayıkaltı açığa çıkmaktadır. Bu bilgiler doğrultusunda yıllık tereyağı üretiminde yaklaşık olarak 122.227 ton yayıkaltı açığa çıkmaktadır ve ayrılan yayıkaltı yaklaşık olarak %0.1 yağ içerdiğine göre yayıkaltına geçen yağ miktarı yaklaşık olarak 122,27 tondur (Küçük 2013, Madenci vd. 2013).

Peyniraltı suyu ve yayıkaltının bileşim yönünden zengin olması ve üretim esnasında büyük miktarda açığa çıkmaları, bu artıkları değerlendirilmesi gereken önemli bir hammadde haline getirmektedir. Türkiye'de 2019 yılı verilerine göre 73.656 ton tereyağı üretildiği ve aynı yıl verilerine göre ülkemizdeki tereyağı ihracatı 527.526 kg, ithalatın ise 10.131.245 kg olduğu bildirilmiştir. Dolayısıyla ülkemizdeki tereyağı ithalatının ihracattan yaklaşık 19 kat daha fazla olduğu görülmektedir. 2019 yılında ithal edilen tereyağı miktarı, yıllık üretilen tereyağı miktarının yaklaşık %14'ü kadardır ve bu ithalatın parasal değeri 35.464.240 dolardır (Anonim 2019). Peyniraltı suyu ve yayıkaltından yağın geri kazanımı ve tereyağı üretiminde kullanılması ile ülkemizde ithal edilen tereyağı miktarı kadar veya daha fazlasının sağlanabilmesi mümkündür. Dolayısıyla ülkemizde tereyağı üretiminin arttırılmasına yönelik daha çok çalışma yapılması ve hammadde potansiyeli olan kaynakların ortaya konması oldukça önemlidir.

Sütçülük artıklarından olan peyniraltı suyu ve yayıkaltı, birçok şekillerde değerlendirilip, çeşitli endüstri kollarında yararlanılan bir ürün haline gelmiştir. Peyniraltı suyu ve yayıkaltının özellikle protein ve laktoz içeriğinden yararlanarak geri kazanımı ve bu bileşenlerden katma değerli yeni ürünlerin üretimi ile ilgili literatürde yerli ve yabancı birçok çalışma yer almaktadır. Daha önce de belirtildiği gibi peyniraltı suyu ve yayıkaltı

belirli oranlarda kalıntı süt yağı içermektedir. Peyniraltı suyu özellikle yağsız peyniraltı suyu tozu veya konsantratının üretilmesi amacıyla krema seperatörlerinde kalan yağı çekilerek yağsız peyniraltı suyu elde edilmektedir. Bu işlem sonunda peyniraltı suyu kreması diğer bir adıyla "zırvatka" elde edilir. Günümüzde peyniraltı suyundan elde edilen peyniraltı suyu kreması, tereyağı üretiminde temel hammadde olarak kullanılmamaktadır. Söz konusu ayrılan peyniraltı suyu kreması inek sütü kreması ile karıştırılarak çeşitli süt ürünlerinin üretiminde krema ilavesi şeklinde ve ağırlıklı olarak sadeyağ üretiminde kullanılmaktadır. Söz konusu süt endüstrisi artıklarının yağ içerikleri düşük düzeyde olmasına karşın ayrılan artıkların miktarının büyük olmasından dolayı önemli miktarlarda süt yağı kaybına neden olmaktadır. Sektör ile yapılan görüşmelerden peyniraltı suyunun özellikle yağsız peyniraltı suyu tozu şekline değerlendirilmesi sırasında yağın separasyonla genel olarak geri kazanımı sağlanırken yayıkaltına geçen yağın, çoğunlukla geri kazanımı sağlanmamakta ve atık olarak kanalizasyona verilmektedir. Peyniraltı suyu ve yayıkaltındaki yağın tereyağı üretiminde değerlendirilmesi ile katma değeri yüksek ürün üretimi hem ülkemizde tereyağı ithalatının azaltılması ve diğer ülkelere ihracatın arttırılması hem de bu artıkların çevreye verdiği zararın ortadan kaldırılması, çevrenin koruması ve ekonomik açıdan büyük önem arz etmektedir.

Hammadde niteliği tüm süt ürünlerinde olduğu gibi, tereyağı üretiminde de elde edilecek ürünün fiziksel, kimyasal ve duyusal özelliklerini etkileyen en önemli faktördür. Kullanılan hammadde kremanın süt yağ asidi kompozisyonu, yağ globüllerinin yapısı ve boyutları gibi faktörler tereyağının fiziksel özelliklerini, süt yağ asidi kompozisyonu, kremanın asitliği, kimyasal bileşimi gibi faktörler tat-aroma bileşenlerini dolayısıyla duyusal niteliklerini doğrudan etkilemektedir. Peyniraltı suyu ve yayıkaltı kullanılarak elde edilen kremaların yağ globüllerinin yapısı ve boyutları, yağ asitleri kompozisyonu gibi bazı özellikleri endüstriyel tereyağı üretimde kullanılan kremalara göre farklılık gösterebilmektedir. Bu farklılıklar peyniraltı suyu kreması ve yayıkaltı kremasından üretilen tereyağların fiziksel, kimyasal ve duyusal özellikleri ile raf ömrü üzerine etkilidir.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Peyniraltı Suyu

Türk Gıda Kodeksi peynir tebliğine göre peyniraltı suyu, peynir üretiminde pıhtı kesme işleminin sonrasında pıhtıdan uzaklaşan ve teleme dışında kalan yeşile benzer sarı renkteki sıvı olarak ifade edilmektedir (Anonim 2015). Peyniraltı suyu toplam süt kurumaddesinin yaklaşık yarısını bünyesinde bulunduran besleyici niteliği yüksek bir sıvıdır. Peynir üretimi esnasında kullanılan sütün yaklaşık %80-90'ı peyniraltı suyu olarak ayrılmaktadır. Peyniraltı suyu geleneksel olarak sütün kendi haline bırakılarak ekşitilmesi ile veya asit ilave edilerek pıhtılaşması sonucu ekşi peyniraltı suyu veya asit peyniraltı suyu olarak ya da sütün enzim ile pıhtılaştırılması sonucunda pıhtının süzülmesiyle açığa çıkan tatlı peyniraltı suyu veya maya peyniraltı suyu olarak çeşitli yöntemlerle elde edilebilmektedir (Üçüncü 2005). Sütün peynire işlenmesine, kullanılan sütün bileşim özelliklerine ve uygulanan teknolojiye göre peyniraltı suyunun bileşimi ve özellikleri değişkenlik gösterebilmektedir. Peyniraltı suyunun genel olarak bileşimi Çizelge 2.1'de verilmiştir.

Çizelge 2.1 Peyniraltı suyunun genel bileşimi (Yüksel vd. 2019)

Bileşenler	%
Su	93.3
Kuru madde	6.7
Yağ	0.9
Protein	0.9
Laktoz	4.4
Kül	0.5

Peyniraltı suyu laktoferrin, laktoperoksidaz gibi bileşenleri bünyesinde barındırmaktadır. İlaveten biyolojik değeri yüksek peyniraltı suyu proteinlerini ve esansiyel aminoasitleri içermektedir. Önemli düzeyde lösin, izolösin ve valin gibi aminoasitleri içermesi insan sağlığı üzerine son derece yararlı olabileceği belirtilmektedir. Yüksek miktarda serum protein içeriğine sahip peyniraltı suyu antioksidan, antibakteriyel, antihipertansif, antitümör, antiviral ve hipolipidemik özelliklerinin de olduğu belirtilmektedir. Özellikle

peyniraltı suyunun astım, kolit, bazı kanser türleri, bağışıklık sistemi düşüklüğü, yüksek tansiyon, kan şeker seviyesi, kas zayıflığı, hepatit ve kron hastalığı gibi birçok hastalık üzerinde önemli derecede etkili olduğu tespit edilmiştir (Yerlikaya vd. 2010).

Peyniraltı suyu ilk keşfedildiği dönemlerde tedavi amaçlı kullanılmıştır. Yakın zamana kadar gelişmiş ülkelerde bile peyniraltı suyu gerektiği gibi değerlendirilememiştir. Gelişen teknoloji ile birlikte bu alanda yapılan çalışmalarla peyniraltı suyunun yeni kullanım alanları ortaya çıkmış ve peyniraltı suyu kullanılarak yeni ürünlerin geliştirilmesi ve üretimi sağlanmıştır. Artık olarak ayrılan peyniraltı suyunun bir bölümü, mysost, ricotta, lor gibi çeşitli peynirlerin üretiminde; çoğunlukla çeşitli yöntemlerle konsantrat veya toz haline getirilerek gıda endüstrisinde yoğurt, bebek maması, dondurma, sucuk, salam, sosis ve unlu mamüllerin üretiminde; çeşitli serum protein izolatlarının ve serum proteini konsantratlarının üretiminde; yüksek laktoz içeriğinden dolayı laktoz, laktoz şurubu ve laktik asit üretiminde; çeşitli içeceklerin üretiminde; peyniraltı suyuna belirli mikroorganizma suşları ilave edilerek vitamin B12'nin üretilmesinde; biyogaz üretiminde; yenilebilir ambalaj materyallerinin üretilmesinde; yüksek fonksiyonel özelliklerinden dolayı gıdanın birçok dalında, bazı farmasötik ve endüstriyel ürünlerin üretiminde kullanılmaktadır. Elde edilen peyniraltı suyunun kalan önemli bir bölümü ise işletme olanaksızlıkları, taşıma ve depolama problemleri, bilgi eksikliği gibi çeşitli nedenlerden dolayı değerlendirilmemekte ve hiçbir arıtma işlemi uygulanmadan atık haline getirilmektedir. Peyniraltı suyunun değerlendirilmeden atık haline getirilmesi ciddi çevre kirliliğine sebep olmaktadır (Kurt ve Gülümser 1988, İnal ve Ergün 1990, Bilgin vd. 2006, Üçüncü 2005, Sözer ve Yaldız 2006, Seydim vd. 2007, Yerlikaya vd. 2010).

Çevre kirlilik düzeyinin belirlenmesinde biyolojik oksijen ihtiyacı (BOI) şeklinde ifade edilen bir değerden yararlanılmaktadır. Biyolojik oksijen ihtiyacı aerobik mikroorganizmaların, organik maddeleri parçalamaları için ihtiyaç duydukları oksijen miktarıdır (mg O_2/l) (Atamer 2013). Peyniraltı suyunun içermiş olduğu organik maddeler temel kirlenme kaynağıdır ve peyniraltı suyunun biyolojik oksijen Ihtiyacı (BOI) 39000-48000 ppm arasında değişmektedir. Peyniraltı suyunun içermiş olduğu organik maddeler sudaki çözünmüş oksijen seviyesini düşürmekte ve böylelikle canlı yaşamı üzerinde

ölümcül etkilere sebep olabilmektedir. Örneğin; 8 ton peyniraltı suyunu atık olan kanalizasyona veren bir işletme, 8 bin nüfüslu bir şehrin yapabileceği oranda çevre kirliliğine sebebiyet verebileceği belirtilmektedir (Metin 1983, Yalçın vd. 1994, Üçüncü 2005). Bu nedenle peyniraltı suyunun atık haline getirilmeyip farklı çalışma kollarında değerlendirilmesi çevre ve ekonomik açıdan büyük bir önem taşımaktadır.

Sektör ile yapılan görüşmelere göre yağsız peyniraltı suyu tozu üretimi amacıyla peyniraltı suyundan santrifüj separasyon ile kalıntı yağ ayrılmaktadır. Bu işlem sonunda peyniraltı suyu kreması "zırvatka" elde edilmektedir. Peyniraltı suyu kremasının, doymamış yağ asitleri, sfingomyelin ve müsin gibi süt yağ globül membranından kaynaklanan biyoaktif bileşikler yönünden tatlı kremadan daha fazla fonksiyonel özellik gösterdiği bildirilmiştir. Yapılan çalışmalar sfingomyelinin kanseri önlemeye ve var olan kanserli hücrelerinin büyümesini kontrol etmeye yardımcı olabildiğini göstermiştir (Parodi 1999, Jinjarak vd. 2006). Peyniraltı suyu kremasının fonksiyonel bileşenlerini içermesi nedeniyle hem beslenme açısından hem de katma değeri yüksek bir ürün olarak değerlendirilmesi ülke ekonomisi açısından önemlidir. Peyniraltı suyundan yağın geri kazanımına yönelik literatürde yerli ve yabancı sınırlı sayıda çalışma yer almaktadır. Peyniraltı suyu tereyağına ilişkin çalışmalar aşağıda sunulmuştur.

Yapılan bir çalışmada, peyniraltı suyu kreması, tatlı krema ve kültürlenmiş (ekşi) kremalardan tuzsuz formda tereyağı üretilmiş ve aynı örneklerden bir grupta ayrıca ticari olarak temin edilmiştir ve her iki grupta bazı fiziksel (sertlik ve renk), kimyasal (protein, yağ, laktoz, pH, kurumadde ve kül) ve duyusal (tanımlayıcı analiz, farklılık ve beğeni testi) yönden nitelikleri üretimden sonra birinci günde incelenmiştir. Ancak tereyağı örneklerinin depolama süresince söz konusu özelliklerindeki değişim incelenmemiştir. Çalışmada peyniraltı suyu tereyağının diğer tereyağı örneklerine göre daha yumuşak bir tekstüre ve duyusal olarak diğer tereyağlarına göre daha aromatik ve yüksek asidik kokuya sahip olduğu belirlenmiştir. Tüm tereyağı örnekleri arasında incelenen özellikler bakımından önemli farklılıklar saptanmamıştır. Araştırmacılar tarafından peyniraltı suyu kremasının tereyağı üretiminde hammadde olarak kullanılabilme potasiyeline sahip olabileceği belirtilmiştir (Jinjarak vd. 2006).

Aly (2009) tarafından yapılan bir çalışmada ise, Mozzarella peyniri üretiminde kullanılan sütten elde edilen krema, Mozzarella peyniri üretiminden arta kalan peyniraltı suyundan elde edilen Peyniraltı suyu kreması, Ras peyniri üretiminde kullanılan sütten elde edilen krema ve Ras peyniri üretiminden arta kalan peyniraltı suyundan elde edilen Peyniraltı suyu kreması olmak üzere 4 farklı krema elde edilmiştir. Söz konusu bu kremalar yayıklanmış ve Ras peyniri üretiminde kullanılan sütten üretilen krema tereyağı, Ras peyniri üretiminden arta kalan peyniraltı suyundan üretilen peyniraltı suyu tereyağı, Mozzarella üretiminde kullanılan sütten üretilen krema tereyağı, Mozzarella üretiminden arta kalan peyniraltı suyundan üretilen peyniraltı suyu tereyağı olmak üzere 4 farklı tereyağı üretilmiştir. Krema tereyağlarının ve Mozzarella peyniraltı suyundan üretilen peyniraltı suyu tereyağının üretiminde %2 oranında tuz kullanılmıştır. Elde edilen tereyağı örneklerinin yağ oranı, tuz oranı, nem içeriği, yağsız kurumadde içeriği ve yağ asiti miktarları, tekstürel ve duyusal özellikleri belirlenmiştir. Tüm tereyağı örneklerinin yağ, tuz, nem ve yağsız kurumadde miktarlarının benzer olduğu bulunmuştur. Peyniraltı suyu tereyağlarında kısa zincirli yağ asitlerinin krema tereyağlarına göre miktarının yüksek olduğu, tüm tereyağı örneklerinin orta zincirli ve uzun zincirli yağ asiti miktarlarında önemli bir farklılık olmadığı belirlenmiştir. Yapılan duyusal değerlendirmede peyniraltı suyundan üretilen tereyağı örneklerinin krema tereyağlarına göre daha yüksek lezzet puanına sahip oldukları, yapı ve tekstür olarak krema tereyağlarına göre daha yumuşak ve sürülebilir nitelikte ayrıca krema tereyağlarına göre daha sarı renkte oldukları belirlenmiştir. Yapılan tekstür analizi sonucuna göre peynir altı suyu tereyağlarının krema tereyağlarına kıyasla daha düşük sertlik ve yapışkanlık özelliği gösterdiği belirlenmiştir.

Yapılan bir başka çalışmada ise, peyniraltı suyu tereyağının doymamış yağ asitleri konsantrasyonunun yüksek olması nedeniyle meydana gelebilecek oksidasyon reaksiyonlarının daha yüksek olduğunu ve bu oksidasyonun söz konusu ürünün raf ömrünü kısalttığı savunulmuştur. Bu amaçla Cheddar peyniri üretimi esnasında açığa çıkan peyniraltı suyu, krema seperatöründen geçirilerek %25,8 yağ içeren peyniraltı suyu kreması elde edilmiş ve bu kremalardan tereyağı üretilmiştir. Üretilen peyniraltı suyu tereyağına antioksidan özelliğe sahip etanolik badem kabuğu ekstresi 100 ppm (T1), 200 ppm (T2), 300 ppm (T3) ve 400 ppm (T4) konsantrasyonlarında ilave edilerek örnekler

soğutma sıcaklığında (6 ± 1 °C) depolanmış ve kimyasal değişimler 45 gün ara ile incelenmiştir. Badem kabuğu ekstresinin 400 ppm düzeyinde eklendiği tereyağı örneklerinin düşük peroksit değeri gösterdiği saptanmıştır. İlaveten 400 ppm düzeyinde peyniraltı suyu tereyağına ilavesi ile tereyağının kimyasal ve duyusal nitelikleri bakımından 90 gün boyunca korunabileceği belirtilmiştir (Nadeem vd. 2014).

Peyniraltı suyu tereyağı ve krema tereyağlarının incelendiği bir başka çalışmada, tereyağı örneklerinin titrasyon asitliği, su, yağ, yağsız kuru madde ve tuz miktarları, Hunter Lab renk değerleri, serbest yağ asitleri ve yağ asidi profilleri araştırılmıştır. Çalışma sonunda peyniraltı suyu tereyağlarının krema tereyağlarına göre daha yüksek titrasyon asitliği, serbest yağ asitliği, su miktarı ve tuz miktarı tespit edilmiştir. Hunter Lab renk değerlerine göre peyniraltı suyu tereyağlarının krema tereyağlarına kıyasla daha parlak ve beyaza yakın olduğu saptanmıştır. Ayrıca peyniraltı suyu tereyağlarının krema tereyağlarına göre palmitik asit, oleik asit, miristik asit ve stearik asit miktarlarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Kasapçopur 2016).

Peyniraltı suyu tereyağı ve krema tereyağlarının bu uçucu bileşiklerinin araştırıldığı bir çalışmada peyniraltı suyu ve krema tereyağlarındaki uçucu bileşiklerin miktarları ve dağılımları arasında önemli farklılıklar bulunmuştur. Özellikle peyniraltı suyundan elde edilen tereyağı örneklerinde krema tereyağından üretilen örneklere göre daha yüksek miktarda uçucu bileşen tespit edilmiştir. Peyniraltı suyu tereyağı, krema tereyağlarına kıyasla daha fazla miktarda hidrokarbonlar ve terpenler, daha az miktarda asitler, ketonlar ve furanlar içerdiği belirlenmiştir. Sadece peyniraltı suyu tereyağında tanımlanan uçucu bileşiklerin 1,8-sineol, linalool, metal karvakrol, dekanoik asit, 1-nonanol, 2-nonanol, 2-undekanol, 2-etilhekzil asetat, metal decanoate, etil decanoate, 3-oktanon, 2- tridekanon, 2,5-dimetilfuran, 2-metil-5-etilfuran ve furfural olduğu belirtilmiştir. Peyniraltı suyu tereyağı ve krema tereyağının arasındaki muhtemel farklılıkların kremaların elde edildiği hammadde peyniraltı suyu ve sütlerin farklı kimyasal kompozisyonları ve uygulanan tereyağı metodundaki farklılıklar olduğu belirtilmiştir (Abubaker 2019).

Kasapçopur vd. (2021) tarafından yapılan bir çalışmada peyniraltı suyu bileşimindeki farklılıkların peyniraltı suyu tereyağının fizikokimyasal özellikleri üzerine etkileri

incelenmiştir. Bu amaçla Uşak, Adana, Burdur ve Konya illerinden 4 farklı peyniraltı suyu temin edilmiştir. Temin edilen peyniraltı suyuları salamura beyaz peynir, kaşar peyniri ve lor peyniri üretiminden arta kalan karışımlardan oluşmaktadır. Peyniraltı suyu tereyağlarıyla karşılaştırmalı olarak incelemek amacıyla yerel marketlerdeki 2 farklı markadan tuzsuz taze tereyağı temin edilmiştir. Temin edilen peyniraltı sularına 80-85 °C'de 15-20 sn ısıl işlem uygulanmıştır. Daha sonra birçok kez seperatörden geçirilerek %45-50 yağ içeren kremalar elde edilmiştir. Elde edilen kremalara 90 °C'de 15-20 sn ısıl işlem uygulanmış ve 8 °C'ye soğumaları sağlanmış ve 3 saat kristalizasyon uygulanarak işlem sonunda 10 °C'de yayıklanmıştır. Yayıklanan peyniraltı suyu tereyağları elde malakse edilmiş, alüminyum folyoya sarılmış ve 4 °C'de poşetlerde vakumlanmıştır. Farklı illerden temin edilerek üretilen peyniraltı suyu tereyağlarının titrasyon asitliklerinin 0,43-0,55 %LA, asit değerlerinin 0,75-0,90 mg KOH/g, nem içeriklerinin %17,33-19,05, protein oranlarının %0,31-0,36, peroksit değerlerinin 1,08-1,50 mek O_2/kg, tuz oranlarının %0,10-0,23, iyot sayılarının 35,90-36,09 g I_2/ 100 g, sabunlaşma sayılarının 225,10-225,27 mg KOH/g aralıklarında değiştiği belirlenmiştir. Peyniraltı suyu tereyağlarının protein içeriklerinin market tereyağlarına göre daha düşük olduğu, titrasyon asitliği asit değeri ve peroksit değerlerinin kontrol örneklerine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ek olarak peyniraltı suyu tereyağlarının toplam karotenoid miktarının 1,88-2,21 mg/kg, toplam tokoferol miktarının 27,02-27,33 mg/kg, toplam mineral madde içeriğinin 283,32-485,53 mg/kg aralığında değiştiği ve peyniraltı suyu tereyağlarının market tereyağlarına göre bu özellikler bakımından daha düşük değerlere sahip olduğu saptanmıştır. Yapılan renk analizi sonucuna göre peyniraltı suyu tereyağlarının market tereyağlarına göre daha sarı ve daha mat olduğu bildirilmiştir.

2.2 Yayıkaltı

Tereyağı üretiminde, kremadan yağ ayrılması sonucu elde edilen yayıkaltı, büyük oranda süt yağsız kurumadde içeriğine sahip sulu fazdır. Endüstriyel ölçekte tereyağı üretiminde hammadde olarak genellikle krema kullanılmakta, geleneksel olarak bazı bölgelerde ise yoğurttan tereyağı üretimi yapılmaktadır. Hammadde olarak krema kullanarak yapılan üretimlerde artakalan yayıkaltı kremanın suda çözünen süt proteini, süt yağı, laktoz ve mineraller gibi tüm bileşiklerini içrmektedir. Ayrıca yayıklama esnasında süt yağ globül membran materyalleri (MFGM) önemli miktarda yayıkaltına geçmektedir ve buna bağlı

olarak yayıkaltı yüksek oranda fosfolipid içeriğine sahiptir (Mulder ve Walstra 1974, Corredig ve Dalgleish 1997, Şenel 2006). Tam yağlı süt ve yayıkaltının fosfolipid içeriklerinin kıyaslandığı bir çalışmada tam yağlı sütte fosfolipid konsantrasyonu 0,12 mg/g, yayıkaltında 0,89 mg/g olarak saptanmıştır. Yayıkaltının fosfolipid içeriğin tam yağlı süte göre 7 kat daha fazla olduğu belirlenmiştir (Elling vd. 1996).

Fosfolipidler emülsifiye edici özelliğinden dolayı gıda endüstrisinde fonksiyonel bir bileşen olarak kullanılmaktadır. Fosfolipidlerin emülifiye edici özelliğine ek olarak yüksek biyolojik aktiviteye sahiplerdir. Bu konuyla ilgili yapılan bazı çalışmalar fosfolipidlerin antikarsinojenik potansiyeli olduğunu özellikle kolon kanserine karşı olumlu etkileri olduğunu, ayrıca bakteriyel toksinlere karşı koruyucu olduğunu göstermiştir. (Dillehayet vd. 1994, Schmelz vd. 1996, Elling vd. 1996, Schmelz vd. 1998, Rueda vd. 1998, Sprong vd. 2002).

Yayıkaltı tereyağı üretiminde kullanılan kremanın yağ dışında suda çözünen bileşenlerinin büyük bir kısmını bünyesinde barındırmaktadır. Yayıkaltının bileşimi hammadde özelliklerine göre değişiklik gösterebilmektedir. Genel olarak hammadde özellikleri ile ilgili değerler Çizelge 2.2'de verilmiştir.

Çizelge 2.2 Yayıkaltının genel bileşimi (Madenci vd. 2013)

Bileşenler	%
Protein	3.5
Laktoz	5.1
Kül	0.8
Yağ	0.1

Tereyağı üretimi esnasında yüksek miktarda açığa çıkan yayıkaltı; bir kısmı hayvan beslemede, çökelek, kurut gibi peynirlerin üretiminde, koyulaştırılıp kurutularak yayıkaltı tozu üretiminde, bebek maması ve çeşitli çorba, bisküvi, kraker, kek yapımında, yüksek fosfolipid içeriği nedeniyle fonksiyonel ürünlerin üretiminde kullanılabilmekte, kalan büyük miktardaki bir diğer bölümü ise herhangi bir arıtma işleminden geçirilmeden ve

değerlendirilmeden atık haline getirilmektedir (Doğan vd., 1998; Morin vd., 2006; Akyüz, 2010). Söz konusu durum yayıkaltının yüksek organik madde içeriği nedeniyle canlı yaşamı ve çevre üzerine olumsuz etkilere neden olabilmektedir.

Süt endüstrisinin önemli artıklarından biri olan yayıkaltının yağ içeriğinin geri kazanımıyla ilgili literatürde bir çalışma bulunmamaktadır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Krema

Tez çalışmasında peyniraltı suyu kreması, yayıkaltı kreması Enka Süt A.Ş.'den, süt kreması Atatürk Orman Çiftliği'nden temin edilmiştir.

3.1.2 Starter kültür

Çalışmada ekşi krema üretiminde DVS kültür miktarı 50 U olan *Lactococcus lactis subsp. Cremoris, Leuconostoc, Lactococcus lactis subsp. Lactis, Lactococcus lactis subsp. lactis biovar diacetylactis* içeren ticari CHN-11 DVS (Chr. Hansen Boege Alle 10-12 2970 DK-2970 Hoersholm Denmark) mezofilik aromatik tereyağı kültürü kullanılmıştır.

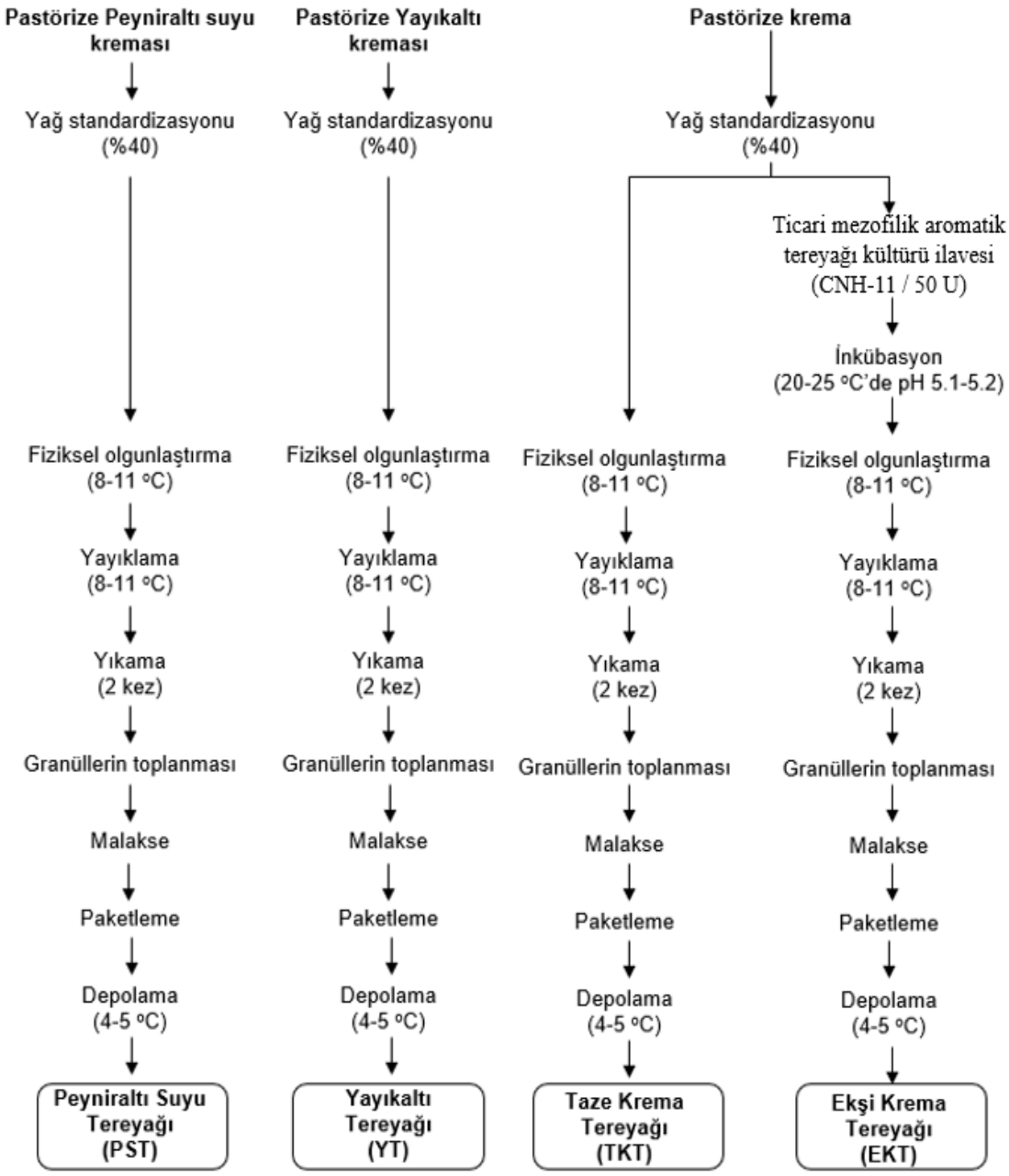
3.2 Yöntem

3.2.1 Tereyağı üretimi

Tüm tereyağı örneklerinin üretimi Atamer (2013)'e göre Şekil 3.1'de belirtildiği gibi yapılmıştır. Üretimde kullanılan hammadde kremaların yağ içeriklerinin farklı olması nedeniyle tüm krema örnekleri yağ oranı %40 olarak şekilde su ile standardize edilmiştir. Daha sonra ekşi krema örneklerine kültür ilavesi yapılarak biyolojik olgunlaşma işlemini takiben tüm krema örnekleri 8-11 °C'de 16 saat fiziksel olgunlaşmaya bırakılmıştır. Ekşi krema tereyağı üretiminde krema örneğine 20-25 °C'de rekonstitüe süt içerisinde aktifleştirilmiş ticari CHN-11 mezofilik aromatik tereyağı kültürü ilave edilmiş (50 U CHN-11 DVS ticari kültür 500 L/130 gal kadar kremanın fermantasyonunda yeterlidir) ve kremanın asitliği pH 5.1-5.2'ya kadar 20-25 °C'de inkübasyona bırakılmıştır. İzleyen aşamada ekşi krema örneği hızlı bir şekilde yayıklama sıcaklığına (8-11 °C) soğutularak yaklaşık 16 saat fiziksel olgunlaşma sağlanmıştır. Tereyağı üretiminde kullanılacak olan pastörize peyniraltı suyu kreması (PSK), pastörize yayıkaltı kreması (YK), pastörize taze

krema (TK) ve pastörize ekşi krema (EK) örnekleri 8-11 °C'de yayıklanmıştır. Yayıklama esnasında sıcaklık belirli aralıklarla kontrol edilmiş ve sıcaklık artışı var ise buz ilave edilerek belirtilen yayıklama sıcaklığında stabil kalması sağlanmıştır. Tereyağı granüllerinin oluşumunu takiben yayıklama işlemi sonlandırılmıştır. Yayıklama işlemi PSK ve YK örneklerinde yaklaşık 10 dakika, TK örneğinde 40 dakika, EK örneğinde ise 20 dakikada içerisinde tamamlanmıştır. Yayıklama işleminden sonra yayıkaltı ortamdan uzaklaştırılmış ve elde edilen tereyağı granülleri 2 kez su ile yıkanmıştır. Daha sonra tereyağı granülleri yüzeyden toplanmış ve 12-14 °C'de malakse (yoğurma) işlemi tereyağının su içeriği en fazla %16 olacak şekilde uygulanmıştır. İzleyen aşamada su kontrolü yapılarak uygun olan tereyağı örnekleri 500 g'lık polipropilen ambalaj materyali ile ambalajlanmış ve 60 gün buzdolabı sıcaklığında (4-5 °C) depolanmıştır.

Peyniraltı suyu kreması, yayıkaltı kreması, taze (olgunlaştırılmamış) krema ve ekşi (olgunlaştırılmış) kremadan üretilen tereyağların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (su oranı, yağ içeriği, serum pH değeri, asit değeri, peroksit değeri, titrasyon asitliği, uçucu bileşenleri, serbest yağ asitleri, protein içeriği, tekstürel özellikleri) ile duyusal nitelikleri depolamanın 1., 30. ve 60. günlerinde karşılaştırılarak olarak incelenmiştir.



Şekil 3.1 Tereyağı üretimi

3.3 Uygulanan Analizler

3.3.1 Hammadde krema analizleri

3.3.1.1 Kurumadde oranı

Krema örneklerinin kurumadde oranı Gravimetrik yöntem ile belirlenmiş ve % kurumadde olarak hesaplanmıştır (Anonim 2002).

3.3.1.2 Yağ oranı

Krema örneklerinin yağ oranı Gerber yöntemi kullanılarak % yağ olarak belirlenmiştir (Anonim 1995).

3.3.1.3 Protein oranı

Krema örneklerinin protein oranı Mikro kjeldahl yöntemi ile belirlenmiştir. Aşağıdaki formülden yararlanarak toplam azot ve % protein değeri hesaplanmıştır (Hayaloğlu vd. 2011).

$$\text{Toplam Azot} = \frac{1.4 \times \text{Safriyat} \times \text{Normalite (HCl)}}{\text{Örnek miktarı (g)}}$$

$$\% \text{ Protein} = \text{Toplam Azot} \times 6.38$$

3.3.1.4 Serum pH değeri

Bir miktar krema örneğinden (yaklaşık 40 g) kalın cam tüplere konularak 40 °C'yi geçmeyen su banyosunda bekletilmiş ve tüpün üst kısmında biriken saf süt yağı ayrılarak altta kalan serum kısmında pH metre (Eutech, Cyberscan pH 300) ile ölçüm yapılmıştır (Şenel 2006).

3.3.1.5 Titrasyon asitliği

Titrasyon yöntemiyle belirlenerek Soxhelet-Henkel (°SH) cinsinden hesaplama yapılmıştır (Anonim 1995).

$$\% \text{ Laktik Asit} = \frac{\text{Safriyat x Normalite (NaOH) x 0.09}}{\text{Örnek miktarı (g)}}$$

$$°SH = \% \text{ Laktik Asit} / 0.0225$$

3.3.1.6 Uçucu bileşen analizi

Hammadde krema örneklerinde uçucu bileşenlerin ekstraksiyonu Katı Faz Mikro Ekstraksiyon (SPME) yöntemiyle sağlanmıştır. Ekstrakte edilen örneklerin gaz kromatografisi sistemine enjeksiyonları ile alıkonma zamanlarının belirlenmesi ve kütle spektrometresinde uçucu bileşenlerin tanımlanması Whetstine vd. (2003)'e göre yapılmıştır. Uçucu bileşenlerin belirlenmesinde kullanılan yöntem detaylı olarak 3.2.2.9'da sunulmuştur.

3.3.2 Tereyağı analizleri

3.3.2.1 Su oranı

Gravimetrik yöntem ile belirlenmiş, % su içeriği olarak hesaplanmıştır. Örneklerde su oranı sadece depolamanın 1. gününde belirlenmiştir.

3.3.2.2 Yağ oranı

Gerber yöntemi ile % yağ olarak belirlenmiştir (Anonim 1995). Örneklerde sadece depolamanın 1. günü saptanmıştır.

3.3.2.3 Protein oranı

Mikro kjeldahl yöntemi ile belirlenmiştir. Aşağıdaki formülden yararlanarak toplam azot ve % protein değeri hesaplanmıştır (Hayaloğlu vd. 2011). Örneklerde sadece depolamanın 1. günü saptanmıştır.

$$\text{Toplam Azot} = \frac{1.4 \text{ x Safriyat x Normalite (HCl)}}{\text{Örnek miktarı (g)}}$$

$$\% \text{ Protein} = \text{Toplam Azot x } 6.38$$

3.3.2.4 Serum pH değeri

Bir miktar tereyağı örneği (yaklaşık 40 g) kalın cam tüplere konularak 40 °C'ye ulaşmayan su banyosunda bekletilmiş ve tüpün üst kısmında toplanan saf süt yağı ayrılarak altta kalan serum kısmında pH metre (Eutech, Cyberscan pH 300) ile ölçüm yapılmıştır (Şenel 2006).

3.3.2.5 Titrasyon asitliği

Titrasyon yöntemiyle belirlenerek Soxhelet-Henkel (°SH) cinsinden hesaplanmıştır (Anonim 1995).

$$\% \text{ Laktik Asit} = \frac{\text{Safriyat x Normalite (NaOH) x } 0.09}{\text{Örnek miktarı (g)}}$$

$$°\text{SH} = \% \text{ Laktik Asit} / 0.0225$$

3.3.2.6 Asit değeri

Lipoliz tereyağının raf ömrünü belirleyen en önemli biyokimyasal reaksiyonlardan biridir. Tereyağlarında meydana gelen lipolizin derecesi "asit değeri" ile ifade edilmektedir. Asit değeri, belirli miktar saf süt yağındaki toplam serbest yağ asitlerini nötralize etmek için gerekli sodyum veya potasyum hidroksit'in mg, mek, veya milimol

olarak miktarıdır. Tereyağı örneklerinde asit değeri saf süt yağında Downey (1975)'e göre belirlenmiştir. Bu amaçla, belirli miktarda (yaklaşık 30 g) tereyağı örnekleri 40 °C'yi geçmeyen su banyosunda bekletilerek tamamen eridikten sonra kaba filtre kağıdından süzülerek saf süt yağı ayrılmıştır. Sonrasında ayrılan saf süt yağından 1 g tartılmış ve üzerine örnek miktarının 10 katı kadar (10 ml) 1:1 dietileter/etanol karışımından ilave edilmiştir. Daha sonra 0,1 ml fenolfitaleyn damlatılarak etanol ile hazırlanan 0.1 N KOH ile titre edilmiştir. Aşağıda verilen formül ile örneklerin asit değerleri hesaplanmıştır.

$$\text{Asit Değeri (mg KOH/g yağ)} = \frac{\text{Safriyat x Normalite (KOH) x 56.1}}{\text{Örnek miktarı (g)}}$$

3.3.2.7 Serbest yağ asitleri kompozisyonu

Lipoliz sonucu trigliseridlerden serbest hale gelen serbest yağ asitleri ve miktarlarının belirlenmesi lipolizin şeklini ve düzeyini daha detaylı olarak açıklamaktadır. Tereyağlarında serbest yağ asitleri kompozisyonu Deeth vd. (1983) önerdiği yöntem ile belirlenmiştir. Yöntem, örnek içerisindeki serbest yağ asitlerini, lipit ve proteinlerden izole edildikten sonra kapilar gaz kromotografisi ile kantitatif olarak belirlenmesidir. Ekstraksiyon 2 aşamalı olarak gerçekleştirilmektedir. Birinci aşamada tüm lipitlerle birlikte serbest yağ asitleri H_2SO_4 ve hexan/dietileter çözeltisi içerisinde çözündürülmüştür. İkinci aşamada ise, serbest yağ asitleri deaktive olmuş nötral alüminyum oksit üzerinde tutularak trigliseridlerden, daha sonra eterle hazırlanmış formik asit çözeltisi ile santrifüj edilerek alüminyum oksitten ayrılması sağlanmıştır. Son olarak elde edilen ekstrakt gaz kromografi cihazına belirli miktarda enjekte edilerek tereyağındaki serbest yağ asitlerinin cinsi ve miktarı belirlenmiştir. Analiz basamakları aşağıda belirtilen şekilde gerçekleştirilmiştir.

Serbest yağ asitlerinin ekstaksiyonu: Nötral aktivitesi 1 olan alüminyum oksitin deaktivasyonunda her örnek için ayrı 1 g nötral alüminyum oksit tartılmış ve her 1 g alüminyum oksit için 50 µL saf su eklenerek cam baget ile karışması sağlanmıştır. Ağzı kapatılarak 2 saat karanlık bir ortamda bekletilmiştir. Homojen hale getirilen tereyağı örneklerinden 50 ml'lik şilifli erlenlere 1.5 g hassas tartım yapılmıştır. Tereyağı örnekleri

içerisine 2.5 g Na_2SO_4, 5 ml internal standart (200 ppm heptanoik asit, C_7) 300 µl 4 N H_2SO_4 eklendikten sonra 1 dakika vorteks ile karıştırılmıştır. Sonrasında hazırlanan örneklerin her birine 5 ml hekzan eklenerek tekrar 1 dakika vorteks yardımıyla karıştırılmıştır. İşlem sonunda şilifli erlenlerin ağız kısmı parafilm yardımıyla iyice kapatılarak örnekler 1 saat süreyle bekletilmiştir.

Bio-Rad ekstraksiyon kolonlarına deaktive olmuş alüminyum oksitten 1'er gram hassas olarak tartılmıştır. Her Bio-Rad ekstraksiyon kolonu 5 ml hekzan-dietileter (1:1) çözeltisi ile yıkanmıştır. İçerisinde yaklaşık 0.5 ml hekzan-dietileter çözeltisi kalacak şekilde kolonlar cam test tüpü üzerine konulmuştur. Sonrasında 1 saat süreyle bekletilmiş örneklerin berrak kısmı kolon içerisine aktarılmış ve iki kez kolon içerisinden geçmesi sağlanmıştır. İşlem sonunda kolonlara 5 psi basınçta hava uygulanarak kurutulmuştur. Ekstraksiyon kolonları içerisinde kurumuş alüminyum oksit santrifüj tüpüne aktarılmış ve üzerine 2 ml %6'lık eter ile hazırlanmış formik asit eklenerek 200 rpm'de 10 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonunda tüp içerisindeki berrak kısım pasteur pipeti yardımıyla viallere hızlı bir şekilde aktarılmıştır. Hazırlanan örnekler, gaz kromotografisine enjekte edilene kadar -18˚C'de bekletilmiştir.

Serbest yağ asitleri kompozisyonunun gaz kromotografisi ile belirlenmesi: Tereyağı örneklerinin serbest yağ asitleri kompozisyonu Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü Enstrümental Analiz Laboratuvarında bulunan Gaz Kromotografi (GC) cihazında (Agilent 6890 Plus) belirlenmiştir. Analizde, Agilent-HP-FFAP kolon kullanılmıştır. Elektronik basınç kontrolörlü (EPC) Inlet Split 1/10 modunda enjeksiyon sıcaklığı 250˚C, enjeksiyon hacmi 5 µL çalışılmıştır. Taşıyıcı gaz N_2, kolon akış hızı 2 ml/dk'dır. Alev iyonlaştırıcı dedektörü (FID) sıcaklığı 260 ˚C, hidrojen akış 33 ml/dk, kuru hava akış 370 ml/dk, azot akış 30 ml/dk'dır. Kolon fırın sıcaklığı 120 ˚C'de başlamış, 200 ˚C'de 3 dk, 205 ˚C'de 2 dk, 210˚ C'de 2 dk, 215 ˚C'de 3 dk olmak üzere toplam 35 dakika ısı programı uygulanmıştır.

Standart kalibrasyon eğrisinin çizilmesi ve örneklerin hesaplanması: Serbest yağ asitleri 200 ppm, 400 ppm ve 600 ppm konsantrasyonlarında standart miks karışımları hazırlanmıştır. İlk olarak 25 ml hacmindeki balon jojelere deaktive olmuş alüminyum

oksit'ten 1'er g tartılmıştır. Üzerine yağ asitlerinin likit formda olanlarından 5-10 ve 15 µL, katı formda olanlarından 0.005-0.0100 ve 0.0150 g tartılarak hacimleri %6'lık eterle hazırlanmış formik asit ile 25 ml'ye tamamlanmıştır. Her bir balon jojede, örnek hazırlama işlemleri sırasında örneklere ilave edilen miktar kadar (200 ppm) internal standart (C7) eklenmiştir. Üç ayrı konsantrasyonda hazırlanan standart miksler, örneklerle aynı analiz koşullarında cihaza enjekte edilerek, standart kalibrasyon eğrisi çizilmiştir. Hesaplamada standart eğrinin eğimi kullanılarak örneklerdeki serbest yağ asitlerinin miktarı ppm cinsinden hesaplanmıştır. Hesaplamada iç standart hesaplama modu (ISTD) seçilerek, cihaz yazılımı (HP Chenstation, ABD) tarafından otomatik olarak gerçekleştirilmiştir.

3.3.2.8 Peroksit değeri

Tereyağlarında meydana gelen lipid oksidasyonunun derecesi peroksit değeri ile belirlenmiştir. Bu amaçla asit değeri analizinde belirtildiği şekilde ayrılmış saf süt yağında peroksit değeri Downey (1975)'e göre yapılmıştır. Şilifli tüplere yaklaşık 0.1 g saf süt yağı tartılmış, üzerine 10 ml kloroform-metanol çözeltisi, 0.3 ml amonyum tiyosiyanat ve 0.3 ml taze hazırlanmış demir klorit çözeltisi ilave edilmiştir. Tüpler vorteks yardımıyla karıştırıldıktan sonra renk değişimi için karanlık bir ortamda 10 dakika boyunca bekletilmiştir. Daha sonra 505 nm dalga boyunda spektrofotometrede ölçüm yapılmıştır.

Kalibrasyon eğrisinin çizimi: 193.6 mg $FeCl_3.6H_2O$ belirli miktar 0.05 N HCl asit ile çözündürülüp hacim aynı çözelti ile 100 ml'ye tamamlanarak standart stok çözelti hazırlanmıştır. Hazırlanan bu çözeltinin her 0.1 ml'sinde 40 µg Fe^{+3} bulunmaktadır. Bu standart çözeltiden şilifli tüplere 0.01-0.1 ml arasında değişen konsantrasyonlarda tartılmıştır. Üzerine 10 ml kloroform-metanol (70:30), 0.3 ml amonyum tiyosiyanat çözeltisi aktarıldıktan sonra renk gelişimi için 10 dk karanlık bir ortamda bekletilmiştir. Daha sonra UV spektrofotometresinde (PerkinElmer Lambda 25, Singapore) 505 nm'de okuma yapılmıştır. Fe^{+3} konsantrasyonlarına karşılık gelen absorbans değeri baz alınarak kalibrasyon eğrisi çizilmiştir. Çizilen kalibrasyon eğrisinin tan α değeri 0.025 olarak bulunmuştur. Aşağıdaki formül kullanılarak örneklerin peroksit değeri hesaplanmıştır.

$$F = \frac{\text{Absorbans}}{\tan \alpha}$$

$$\text{Peroksit değeri (mek } O_2 \text{ / kg yağ)} = \frac{F}{m \times 55.85}$$

F: Okunan absorbans değerinin standart kurvede yerine konularak karşılık gelen demir miktarı (µg)

m: Analizde kullanılan saf süt yağ miktarı (g)

55.85: Demir klorürün molekük ağırlığı (g/mol)

3.3.2.9 Uçucu bileşen analizi

Tereyağı örneklerinde uçucu bileşenler, gaz kromatografisi sistemine enjeksiyonları ile kütle spektrometresinde uçucu bileşenlerin belirlenmesi ve tutulma zamanlarının saptanması Whetstine vd. (2003)'nin önerdiği metoda göre yapılmıştır. Tereyağı örneklerinde uçucu bileşenlerin ekstraksiyonu Katı Faz Mikro Ekstraksiyon (SPME) yöntemiyle sağlanmıştır. Örnekler 40 ml hacmindeki viallere tartılıp üzerine 1 gr NaCl ve 81 ppm 10 µl internal standart [eşit miktarda 2 metil 3- heptanon (nötral /bazik bileşikler için) ve 2-metil pentanoik asit (asidik bileşikler için)] eklenmiş ve sıkıca kapatılan vialler enjekte edilinceye kadar – 18 °C'de derin dondurucuda bekletilmiştir. Örneklerin yer aldığı vialler gaz kromotografisi cihazına ekjekte edilmeden önce SPME düzeneğinde 40°C'de 30 dakika blok ısıtıcı sistemde (Reacti Term) bekletilmiştir. Daha sonra 50/30 µm Divinylbenzene/Carboxen/Polydimethylsiloxane (DVB/CAR/PDMS) fiber viallere takılarak aynı sıcaklıkta uçucu bileşenlerin absorbsiyonunu sağlamak amacıyla 30 dakika bekletilmiştir.

Üzerinde alev iyonlaşma dedektörü ve kütle spektrometresi bulunan Agilent marka GC 7890 A gaz kromatografisinde J&W DB-WAX, (30 m, 250 µm, 0.25 µm) kolonda uçucu bileşenlerin ayrımı yapılmış ve GC5975 C MSD kütle spektrometresinde de tanımlanmıştır.

SPME yöntemi ile fiber üzerine adsorbe olan uçucu bileşenlerin fiberden enjeksiyon bloğuna desorpsiyonu manuel olarak spitless modunda yapılmıştır.

Uçucu Bileşenlerin Tanımlanması ve Miktarlarının Belirlenmesi: Tereyağı örneklerindeki uçucu bileşenlerin saptanmasında kütle spektrometresinde bulunan NIST/Flavournet kütüphanelerinde tarama yapılmıştır. Söz konusu uçucu bileşenlerin miktarları, örneklerin ekstraksiyonu esnasında kullanılan iç (internal) standardın ve uçucu bileşenlerin gaz kromatografisinde elde edilen alanları kullanılarak aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Avşar vd. 2009).

$$\text{Relatif miktar } (\mu g/kg) = \frac{(\text{Uçucu madde alanı} \times \text{iç standardın miktarı})}{\text{İç standardın alanı}} \times \text{Düzeltme faktörü}$$

3.3.2.10 Tekstür analizi

Tereyağı örneklerinin tekstür analizi TA.TX plus Texture Analyser (Stable Microsystems Ltd. Godalming, UK) cihazı kullanılarak yapılmıştır. Tereyağı örnekleri ambalaj içerisinde buzdolabında muhafaza edilmiş, analizden önce 3×3 boyutlarında kesilerek buzdolabı sıcaklığında analiz edilmiştir. Analizde 5 kg'lık load cell kullanılmış ve 'Butter Cutter' probun tereyağı örneklerine daldırılıp 20 mm derinliğe ulaşması ile firmness/sıkılık özelliği belirlenmiştir (Rønholt vd. 2014).

3.3.2.11 Duyusal değerlendirme

Tereyağı örneklerinin duyusal değerlendirme analizi Süt Teknolojisi Bölümü öğretim üyeleri, araştırma görevlisi ve lisansüstü öğrencilerden oluşan 25-45 yaş aralığında, duyusal değerlendirme konusunda yaklaşık 20 saat eğitimli 1 erkek ve 6 kadından oluşan 7 kişilik panelist grup tarafından gerçekleştirilmiştir. Duyusal değerlendirmede panelistlerden kontrolden farklılık testi ve puanlama testi olmak üzere iki ayrı test ile örnekleri değerlendirmeleri istenmiştir. Tüm panelistlere tereyağı örnekleri buzdolabından çıkarıldıktan sonra 10 dk içerisinde oda sıcaklığında sunulmuş ve su ile tuzsuz kraker eşliğinde değerlendirmeleri istenmiştir. Duyusal değerlendirmede yararlanılan panel değerlendirme formu Ek 1.'de verilmiştir. Kontrolden farklılık ve puanlama testi ile ilgili detaylar aşağıda sunulmuştur.

Kontrolden Farklılık Testi: Peyniraltı suyu tereyağı ve yayıkaltı tereyağı örnekleri ile kontrol örnekleri (taze tereyağı ve ekşi tereyağı örnekleri) arasında duyusal farklılıklar olup olmadığını ortaya koymak, ayrıca farklılık var ise bu farklılığının boyutunu belirlemek amacıyla uygulanmıştır. Bu amaçla iki kontrol örneği ile farklılık testi uygulanmıştır. Peyniraltı suyu tereyağı (PST), yayıkaltı tereyağı (YT) hem taze krema tereyağı ile hem de ekşi tereyağı ile koku, görünüş, lezzet, yapı bakımından ayrı ayrı panelistler tarafından değerlendirilmiş ve örnekler arasındaki farklılıklar aşağıdaki Çizelge 3.1'de sunulan skalaya (Altuğ Onoğur ve Elmacı 2015) göre derecelendirilmiştir.

Çizelge 3.1 Kontrolden farklılık testi skalası

Derece	**İfade**
1	Fark yok
2	Çok hafif fark var
3	Fark var
4	Büyük fark var
5	Çok büyük fark var

Puanlama Testi: Tereyağı örneklerinin duyusal değerlendirilmesinde Çizelge 3.2'de sunulan puan skalası (Altuğ Onoğur ve Elmacı 2015) kullanılarak örnekler koku, görünüş, lezzet, yapı ve genel kabul edilebilirlik yönünden 10 tam puan üzerinden depolama süresi boyunca değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.2 Puanlama testi skalası

Puan	**Tanım**
10	Mükemmel
9	Çok iyi
8	İyi
7	Oldukça iyi
6	Orta üstü
5	Orta
4	Orta altı
3	Sınırda
2	Kötü
1	Aşırı kötü

3.3.3 İstatistiksel analizler

Elde edilen sonuçlar Kocabaş vd. (2013)'na göre iki faktörlü ve bir faktörü tekrarlanan ölçümlü deneme deseni değerlendirilmiş ve istatistik olarak grup ortalamaları arasındaki farklılıkların değerlendirilmesinde de Duncan testi yapılmıştır.

• Krema örnekleri ve tereyağı örneklerinin sadece depolamanın 1. gününde yapılan kurumadde içeriği, su oranı, yağ değeri, protein analizlerine ilişkin veriler tesadüf parselleri deneme düzeninde incelenmiştir.

• Depolama günlerini içine alan titrasyon asitliği, serum pH değeri, asit değeri, peroksit değeri, serbest yağ asitleri, tekstürel özellikleri ve duyusal değerlendirme analizlerinde ise tekrarlanan ölçümlü deneme deseninde yapılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 Hammadde Kremalara Ait Bulgular ve Tartışma

Araştırmada hammadde olarak yararlanılan kremaların bazı özelliklerine ait ortalama değerleri ve standart hataları Çizelge 4.1'de sunulmuştur.

Çizelge 4.1 Tereyağı üretiminde hammadde olarak kullanılan kremaların özellikleri (n=3)

Örnek	Kurumadde (%)	Yağ (%)	Protein (%)	Titrasyon Asitliği (SH°)	Serum pH Değeri
	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$
PSK	71.90 ± 1.73	68.70 ± 2.72	1.32 ± 0.12	7.18 ± 1.74 ^{a*}	4.60±0.19 ^{b**}
YK	75.56 ± 2.51	71.67 ± 0.67	1.87 ± 0.36	3.92 ± 0.90 ^{ab*}	5.16± 0.09 ^{b**}
TK	72.26 ± 1.69	66.83 ± 2.68	0.97 ± 0.08	1,93 ± 0.25 ^{b*}	6.18± 0.31 ^{a**}
EK	72.36 ± 1.60	66.83 ± 2.68	1.19 ± 0.15	7.13 ± 0.60 ^{a*}	4.77± 0.22 ^{b**}

**Grup ortalamaları arasında fark istatistik olarak P<0.01 düzeyinde önemlidir. Farklı gruplar harfle üssel olarak gösterilmiştir.
*Grup ortalamaları aasındaki fark istatistik olarak P<0.05 düzeyinde önemlidir. Farklı gruplar harfle üssel olarak gösterilmiştir.
PSK: Peyniraltı suyu kreması; YK: Yayıkaltı kreması; TK: Taze krema; EK: Ekşi krema.

Tereyağı üretiminde kullanılan PSK (peyniraltı suyu kreması), YK (yayıkaltı kreması), TK (taze krema) ve EK (ekşi krema) kurumadde değerleri sırasıyla %71.90, %75.56, %72.26, %72.36 olarak belirlenmiştir. Hammadde kremaların kurumadde değerlerindeki farklılık istatistik olarak önemli bulunmamıştır (P>0.05).

PSK, YK, TK ve EK örneklerinin yağ değerlerinin %66.83-71.67 arasında olduğu belirlenmiştir. Kremaların yağ içeriklerindeki farklılık istatistik olarak önemli bulunmamıştır (P>0.05). Krema örneklerinin yağ içerikleri Türk Gıda Kodeksi Krema ve Kaymak Tebliği (Anonim 2003), dikkate alınarak incelendiğinde örneklerin tamamının 'tam yağlı krema' sınıfına dahil olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.1 incelendiğinde hammadde krema örneklerinin protein değerleri %0.97-1.87 arasında tespit edilmiştir. Kremaların protein değerleri arasındaki farklılık istatistik olarak

önemsiz bulunmuştur (P>0.05).

PSK, YK, TK ve EK örneklerinin örneklerinin serum pH değerleri sırasıyla %4.60, %5.16, %6.18, %4.77 olduğu belirlenmiştir. TK örneğinin serum pH değeri ile diğer kremaların serum pH değerleri (PSK, YK, EK) arasındaki farklılık istatistik olarak önemli bulunmuştur (P<0.01). Süt proteinleri izoelektrik noktada yani 4.6 pH'da pıhtılaşmaktadır (Koçak 2015). Dolayısıyla peynir üretiminden artakalan peyniraltı suyunun pH değeri 4.6 pH'nın altındadır. Buna bağlı olarak peyniraltı suyundan elde edilen krema da düşük pH değerine sahiptir. Tereyağı üretiminde ise, kremalarda istenilen tat-aromanın sağlanabilmesi amacıyla biyolojik olgunlaştırma aşamasında starter kültür ilave edilmektedir. Dolayısıyla starter kültürün aktivitesine bağlı asitlik gelişmekte pH değerleri azalmaktadır. Ekşi kremalar ile tereyağı üretiminde artakalan yayıkaltı ve bu yayıkaltından elde edilen yayıkaltı kremalarının da pH değerlerinin düşük olması söz konusu belirtilen nedenlerden kaynaklanmaktadır.

Çizelge 4.1'e göre hammadde kremaların titrasyon asitliği değerleri sırasıyla 7.18, 3.92, 1.93 ve 7.13 SH° olarak saptanmıştır. TK örneği ile diğer krema örneklerinin titrasyon asitliği değerleri arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur (P<0.05). Örnekler arasındaki bu farklılık yukarıda açıklanan sebeplerden dolayı hammadde kremaların yayıklama esnasındaki pH değerlerindeki farklılıktan kaynaklanmaktadır.

Çizelge 4.2 Hammadde kremalara ait uçucu bileşenlerin miktarı (mg/kg) (n=3)

Uçucu Bileşenler	**PSK**	**YK**	**TK**	**EK**
Bütirik asit	216.48±95.76	147.93±69.86	213.57±54.13	195.91±75.08
Hekzanoik asit	31.06±17.48	143.95±48.67	69.72	392.56±202.29
Oktanoik asit	45.1±10.67	29.32±14.66	42.38	-
Asetik asit	17.65	25.8	-	100.81±21.51
Hekzanoik asit, etil ester	21.18±8.93	-	-	-
Oktanoik asit, etil ester	22.58	4.48	-	-
2- Heptanon	47.11±23.81	18.47	149.43	-
2-Nonanon	92.12	30.41±4.48	28.67	83.67±30.30
Stiren	199.32	3.95	-	-
2-Undekanone	6.24	2.00	-	10.02±5.79
Asetoin	18.35	134.35±98.80	107.02±81.82	867.98±196.52
1-Bütanol, 3-metil	60.95±37.89	109.02±35.33	37.66	8.23±4.75
1-Bütanol, 2-metil	48.57	-	-	-
Fenol	-	-	-	118.33±68.31
Etanol	53.22±15.85	43.34	-	334.37±39.43
Furfuril alkol	-	-	-	166.73±87.63
TOPLAM (mg/kg)	**879,93**	**693,02**	**648.45**	**2278.61**

PSK: Peyniraltı suyu kreması; YK: Yayıkaltı kreması; TK: Taze krema; EK: Ekşi krema.
"-": belirlenemedi.

Çizelge 4.2'ye göre tereyağı üretiminde kullanılan hammadde kremaların uçucu bileşenleri incelendiğinde, peyniraltı suyu kremasında toplam 14 adet uçucu bileşen tespit edilmiştir. Bu bileşenlerin içerisinde en yüksek miktara sahip olanların bütirik asit (216.48 mg/kg), stiren (199.32 mg/kg), 2-nonanon (92.12 mg/kg), 1-bütanol, 3-metil (60.95 mg/kg), etanol (53.22 mg/kg), 2-heptanon (47.11 mg/kg), 1-bütanol, 2-metil (48.57 mg/kg) olduğu belirlenmiştir.

Yayıkaltı kremasında 12 adet uçucu bileşen tespit edilmiştir. Bu bileşenlerin içerisinde en yüksek miktara sahip olanların bütirik asit (147.93 mg/kg), hekzanoik asit (143.95 mg/kg), asetoin (134.35 mg/kg), 1-bütanol, 3-metil (109.02 mg/kg) olduğu tespit edilmiştir.

Taze kremada 7 adet uçucu bileşen tespit edilmiştir. Bu bileşenlerin içerisinde en yüksek miktara sahip olanlar bütirik asit (213.57 mg/kg), 2-heptanon (149.43 mg/kg), asetoin (107.02 mg/kg) olarak belirlenmiştir.

Ekşi kremada ise, 10 adet uçucu bileşen tespit edilmiştir. Bu bileşenlerin içerisinde en yüksek miktara sahip olanların asetoin (867.98 mg/kg), hekzanoik asit (392.56 mg/kg), etanol (334.37 mg/kg), bütirik asit (195.91 mg/kg) olduğu belirlenmiştir.

Tereyağı üretiminde kullanılan hammadde kremanın özellikleri tereyağının uçucu bileşen kompozisyonu ve miktarına dolayısıyla tat-aroma özellikleri üzerine doğrudan etkilidir. Bugüne kadar tereyağının aroma bileşenlerinin belirlenmesine yönelik yapılan çalışmalar kullanılan hammadde kremalarda değil, direkt olarak son ürün olan tereyağların aroma bileşenlerinin belirlenmesine yönelik olarak yoğunlaşmıştır.

Kremalarda aroma bileşenleri üzerine yapılan bir çalışmada, 4 farklı krema örneğinde 35 adet aroma bileşeni tespit edilmiş ve bu bileşenlerden diasetil, 2-pentanon, 2-heptanon, 3-hidroksi-2-bütanon, dimetil sülfit, 2-nonanon, asetik asit, furfural, bütanoik asitin krema için önemli aroma bileşenleri olduğu belirlenmiştir (Pionnier ve Hugelshofer 2006).

Yapılan bir başka çalışmada ise kremanın özelliklerinin, krema üretiminde kullanılan sütün bileşim özelliklerine bağlı olarak değişkenlik gösterdiğini ve kremanın tat-aromasında γ-dekalakton, δ-dekalakton, δ-dodekalakton, (Z)-4-heptenal, (E,E)-2,4-nonandienal'ın önemli olduğu bildirilmiştir (Cadwallader ve Singh 2009).

4.2 Tereyağı Örneklerine Ait Bulgular ve Tartışma

Bu bölümde hammadde peyniraltı suyu kreması, yayıkaltı kreması, taze krema ve ekşi kremadan üretilen tereyağların depolama süresindeki (1., 30. ve 60. gün) özellikleri belirtilmiştir. PST, YT, TKT ve EKT örneklerinin su oranı, yağ oranı ve protein oranları yalnızca depolamanın 1. gününde belirlenmiştir.

4.2.1 Su oranı, yağ içeriği, protein içeriği

Tereyağı örneklerinin su, yağ ve protein oranlarına ait ortalama değerleri ve standart hataları Çizelge 4.3'de verilmiştir

Çizelge 4.3 Tereyağı örneklerinin su, yağ ve protein oranları (%) (n=3)

Örnek	Su oranı (%)	Yağ oranı (%)	Protein oranı (%)
	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$
PST	11.06 ± 0.77	85.92 ± 0.68	1.16 ± 0.21 ^{c**}
YT	11.88 ± 0.34	84.50 ± 0.29	2.31 ± 0.20 ^{b**}
TKT	13.01 ± 1.17	84.42 ± 1.04	1.14 ± 0.13 ^{c**}
EKT	14.21 ± 1.74	81.83 ± 1.83	3.49 ± 0.13 ^{a**}

**Grup ortalamaları arasında fark istatistik olarak P<0.01 düzeyinde önemlidir. Farklı gruplar harfle üssel olarak gösterilmiştir.
PST: Peyniraltı suyu tereyağı; YT: Yayıkaltı tereyağı; TKT: Taze krema tereyağı; EKT: Ekşi krema tereyağı

Farklı hammaddeler kullanılarak üretilen tereyağı örnekleri "Tereyağı, Diğer Süt Yağı Esaslı Sürülebilir Ürünler ve Sadeyağ Tebliği (Anonim 2005)'ne" uygun olarak en az %80 yağ ve en fazla %16 su içerecek şekilde üretilmiştir.

Tereyağı örneklerinin % su oranı ürünlerin kimyasal ve tekstürel özelliklerine etki eden önemli bir parametredir. Tereyağında su içeriğinin artması, yağ içeriğinin azalması, sürülebilme özelliğini arttırmasına karşın, meydana gelen kimyasal reaksiyonlarda artışa sebebiyet vermekte, depolama esnasında sızıntılı su kusuru ve dalgalı renk bozukluğuna neden olabilmektedir (Atamer 2013). Analiz sonuçlarına göre % su içerikleri PST, YT, TKT ve EKT örnekleri için sırasıyla %11.06, %11.88, %13.01, %14.21 olarak belirlenmiştir. Örneklerin su oranları arasındaki farklılık istatistik olarak önemsiz bulunmuştur (P>0.05).

PST, YT, TKT ve EKT örneklerinin yağ oranları sırasıyla %85.92, %84.50, %84.42, %81.83 olarak belirlenmiştir. Tereyağlarının % yağ değerleri arasındaki farklılık istatistik olarak önemsizdir (P>0.05).

Yapılan bir çalışmada peyniraltı suyundan üretilen tereyağların su oranları %18.83-20.61, krema tereyağlarında ise bu değerin %15.20-15.43 arasında değiştiği belirlenmiştir. Ek olarak bu çalışmada peyniraltı suyundan elde edilen tereyağların yağ oranları %78.23-79.97, krema tereyağlarında ise %82.70-82.97 arasında değiştiği saptanmıştır (Kasapçopur 2016).

Tereyağı örneklerinin protein oranları sırasıyla %1.16, %2.31, %1.14 ve %3.49 olarak belirlenmiştir. Protein içeriği en yüksek EKT (%3.49) örneğinde saptanmıştır, bunu YT (%2.31) izlemiştir, en düşük protein içeriği ise TKT (%1.14) ve PST (%1.16) örneklerinde saptanmıştır. Tereyağı örneklerinin % protein değerleri arasındaki bu farklılık istatistik olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$). PST ve TKT örnekleri ile YT ve EKT örneklerinin protein içerikleri arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir ($P<0.01$). Peyniraltı suyu ve yayıkaltının genel bileşimine bakıldığı zaman % protein içerikleri sırasıyla %0.9, %3.5 olarak verilmiştir. (Madenci vd. 2013, Yüksel vd. 2019). PST ve YT örneklerinin protein içerikleri arasındaki bu farklılığın kullanılan hammaddeden ve hammaddenin elde edildiği üretim yönteminin farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.2.2 Serum pH değeri

Tereyağı örneklerinin serum pH değerlerine ait ortalama değerleri ve standart hataları Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4 Tereyağı örneklerinin serum pH değerleri (n=3)

Örnekler	Değerler			
	1.Gün	30.Gün	60.Gün	Ortalama
	$\bar{X} \pm S_X$	$\bar{X} \pm S_X$	$\bar{X} \pm S_X$	$\bar{X} \pm S_X$
PST	5.94 ± 0.41	5.91 ± 0.42	5.81 ± 0.43	5.86 ± 0.04 ^{b**}
YT	6.63 ± 0.19	6.63 ± 0.22	6.50 ± 0.15	6.59 ± 0.04 ^{a**}
TKT	7.15 ± 0.10 ^{a**}	6.57 ± 0.21 ^{a**}	6.24 ± 0.44 ^{b**}	6.65 ± 0.27 ^{a**}
EKT	5.17 ± 0.12 ^{a**}	5.14 ± 0.08 ^{a**}	4.90 ± 0.10^{b**}	5.07 ± 0.09 ^{a**}

**Grup ortalamaları arasında fark istatistik olarak $P<0.01$ düzeyinde önemlidir. Farklı gruplar harfle üssel olarak gösterilmiştir.
**Aynı satır üzerinde yer alan depolama süresindeki farklılık istatistik olarak $P<0.01$ düzeyinde önemlidir. Farklı gruplar harfle üssel olarak gösterilmiştir.
PST: Peyniraltı suyu tereyağı; YT: Yayıkaltı tereyağı; TKT: Taze krema tereyağı; EKT: Ekşi krema tereyağı

Üretim esnasında kullanılan hammadde peyniraltı suyu, yayıkaltı, taze ve ekşi kremaların serum pH değerleri (Çizelge 4.1) sırasıyla 4.60, 5.16, 6.18, 4.77'dir. Çizelge 4.4 incelendiğinde PST, YT, TKT ve EKT örneklerinin depolamanın 1. günü serum pH değeri sırasıyla 5.94, 6.63, 7.15, 5.17 olarak bulunmuştur. Tereyağı örneklerinin serum pH değerleri krema örneklerinin serum pH değerlerine kıyasla artış meydana geldiği belirlenmiştir.

Süt ve ürünlerinde asitliğe neden olan unsurlar serum kısmında bulunmaktadır. Tereyağı üretiminde yayıklama ve malakse işlemleri sırasında tereyağı bünyesinde yer alan yayıkaltının (serum) büyük bir bölümü ortamdan uzaklaşmaktadır (Şenel 2006). Bu nedenle tereyağı örnekleri hammadde kremalara kıyasla bünyede asitliğe neden olabilecek daha az bileşen içerdiği için daha yüksek serum pH değerine sahiptir.

Çizelge 4.4'e göre PST, YT, TKT ve EKT örneklerinin ortalama serum pH değerleri sırasıyla 5.86, 6.59, 6.65, 5.07 olarak bulunmuştur. Tereyağı örneklerinin ortalama serum pH değerleri incelendiğinde örnekler arasında istatistik olarak farklılık olduğu belirlenmiştir ($P<0.01$).

PST, YT ve TKT örneklerinin serum pH değerleri arasındaki fark istatistik olarak önemli değil iken, bu örnekler ile EKT örneğinin serum pH değerleri arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Bunun nedeninin tereyağı üretiminde farklı özellikte hammaddeler kullanılmasından ileri geldiği düşünülmektedir.

Yapılan bir çalışmada peyniraltı suyu tereyağı, taze krema tereyağı ve kültürlenmiş tereyağı ve ticari olarak temin edilen tereyağı örnekleri karşılaştırılmalı olarak incelenmiştir. Peyniraltı suyu tereyağının ortalama pH değeri 6.36, taze krema tereyağı pH değeri 6.12, kültürlenmiş tereyağı pH değeri 4.87 olarak belirlenmiştir (Jinjarak vd. 2006).

Şenel (2006) tarafından yapılan çalışmada yayık tereyağı örneklerinin serum pH değerleri 4.02-4.66 aralığında olduğu belirtilmiştir. Şimşek (2011) tarafından yayık tereyağlarının

depolama stabilitesinin incelendiği bir çalışmada, tereyağı örneklerinin serum pH değerleri 4.88-5.25 aralığında bulunmuştur. Haddar (2017) tarafından yapılan farklı kültür kullanımının yayık tereyağı üzerine etkisinin incelendiği bir diğer çalışmada ise serum pH değerleri 4.13-4.83 aralığında olduğu saptanmıştır. Bu tez çalışmasında üretilen tüm tereyağların serum pH değerlerinin yukarıda verilen yayık tereyağı çalışmalarına kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bunun nedeninin tereyağı üretiminde kullanılan hammaddelerin yayıklama pH'larının farklılık göstermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Depolama süresince tüm tereyağı örneklerinin serum pH değerleri azalmıştır. PST ve YT örneklerinin depolama süresi boyunca serum pH değerlerindeki değişim istatistik olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$). Buna karşın, TKT ve EKT örneklerinin depolamanın 60. gününde serum pH değerlerindeki değişim istatistik olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0.01$).

4.2.3 Titrasyon asitliği

Tereyağı örneklerinin SH° cinsinden titrasyon asitliğine ait ortalama değerleri ve standart hataları Çizelge 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.5 Tereyağı örneklerinin titrasyon asitliği değerleri (SH°) (n=3)

Örnekler	Değerler			
	1.Gün	30.Gün	60.Gün	Ortalama
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
PST	1.31 ± 0.60	1.41 ± 0.54	1.57 ± 0.46	1.43 ± 0.08
YT	0.72 ± 0.18	0.74 ± 0.14	0.81 ± 0.15	0.76 ± 0.03
TKT	0.19 ± 0.12	0.94 ± 0.63	2.22 ± 1.77	1.12 ± 0.59
EKT	1.02 ±0.50	2.09 ± 0.42	3.08 ± 1.29	2.06 ± 0.59

PST: Peyniraltı suyu tereyağı; YT: Yayıkaltı tereyağı; TKT: Taze krema tereyağı; EKT: Ekşi krema tereyağı

Hammadde kremaların titrasyon asitliği (SH°) değerleri (Çizelge 4.1) ortalama sırasıyla 7.18, 3.92, 1.93 ve 7.13 olarak belirlenmiştir. Tereyağı örneklerinin 1. depolama gününe asit titrasyon asitliği değerleri sırasıyla 1.31, 0.72 0.19, 1.02 °SH olarak saptanmıştır. Tereyağı örneklerinin titrasyon asitliği değerleri, hammadde kremaların titrasyon asitliği

değerlerine göre önemli derecede azaldığı saptanmıştır.

Süt ve ürünlerinde asitlik unsurlarının büyük bir bölümü serum kısmında bulunmaktadır. Daha önce de ifade edildiği gibi tereyağı üretiminde yayıklama, yıkama, malakse aşamalarıyla birlikte asitliğe neden olan unsurların büyük bölümü söz konusu üretim aşamalarında ortamdan uzaklaşmaktadır. Bu nedenle tereyağlarının bünyesinde yer alan asitlik unsurlarının miktarının az olmasından dolayı titre edilebilir asitlik seviyeleri oldukça düşüktür (Walstra ve Jennes 1984, Şenel 2006).

Depolama günleri dikkate alınmaksızın PST, YT, TKT ve EKT örneklerinin ortalama titrasyon asitliği (°SH) değerleri 0.76-2.06 arasında olduğu saptanmıştır. Tereyağı örnekleri arasında titrasyon asitliği (°SH) bakımından farklılık istatistik olarak önemli olmadığı belirlenmiştir ($P>0.05$).

Literatürde yer alan yayık tereyağı ile ilgili çalışmalar incelendiğinde tereyağı örneklerinin titrasyon asitliği değerleri 1.06-14.97 °SH aralığında değişiklik göstermektedir (Sağdıç vd. 2002, Atamer vd. 2005, Şenel 2006, Haddar 2007).

Peyniraltı suyu tereyağı ve süt tereyağlarının incelendiği bir çalışmada peyniraltı suyundan üretilen tereyağı örneklerinin titrasyon asitliği değeri 3.63-4.85 °SH aralığında değiştiği, süt tereyağlarının ise titrasyon asitliğinin 3.25-3.63 °SH aralığında olduğu belirlenmiştir (Kasapçopur 2016).

Bu tez çalışmasında üretilen tereyağı örnekleri ile yukarıda belirtilen çalışmalar arasında titrasyon asitliği bakımından paralellik bulunmamaktadır. Bunun nedeninin üretimde kullanılan hammadde kremaların farklılığı ve tereyağı örneklerinin su-yağ içeriğindeki farklılıktan ileri geldiği düşünülmektedir.

Tereyağı örneklerinin titrasyon asitliği (SH°) değerleri incelendiğinde depolama süresindeki en az değişim sırasıyla YT örneğinde olduğu belirlenmiş bunu sırasıyla PST, EKT ve TKT örnekleri izlemiştir. Örneklerin depolama süresinin ilerlemesiyle birlikte

titrasyon asitliği (SH°) bakımından artış olduğu belirlenmesine karşın, depolama süresindeki bu değişim istatistik olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir (P>0.05).

4.2.4 Asit değeri

Tereyağı örneklerinin asit değerlerine ait ortalamalar ve standart hataları Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6 Tereyağı örneklerinin asit değerleri (mg KOH/g yağ) (n=3)

Örnekler	Değerler			
	1.Gün	30.Gün	60.Gün	Ortalama
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
PST	3.00 ± 0.34	3.35 ± 0.03	3.45 ± 0.90	3.27 ± 0.14 ^{a**}
YT	1.21 ± 0.13	1.56 ± 0.04	1.60 ± 0.05	1.46 ± 0.12 ^{b**}
TKT	1.50 ± 0.42	1.68 ± 0.44	2.28 ± 0.72	1.82 ± 0.24 ^{b**}
EKT	1.43 ± 0.40	1.78 ± 0.36	2.08 ± 0.34	1.76 ± 0.19 ^{b**}

**Grup ortalamaları arasında fark istatistik olarak P<0.01 düzeyinde önemlidir. Farklı gruplar harfle üssel olarak gösterilmiştir.
PST: Peyniraltı suyu tereyağı; YT: Yayıkaltı tereyağı; TKT: Taze krema tereyağı; EKT: Ekşi krema tereyağı.

Tereyağı örneklerinde meydana gelen lipolizi belirlemede kullanılan yöntemlerden biri asit değeridir. Asit değeri analizi ürünlerde açığa çıkan serbest yağ asitleri miktarı hakkında bilgi vermektedir. Örneklerdeki serbest yağ asitleri değerinin belirli bir sınırı geçmesi durumunda ürünlerde ransid tat-aroma meydana gelebilmektedir (Downey 1975, Şenel 2006).

Atamer (1983), yaptığı çalışmada ülkemizdeki krema tereyağlarının sınır değerinin 1.36 mg KOH/g yağ olduğunu belirtmiştir. Engin (1978) tarafından yapılan çalışmada ise bu değerin 1.53 mg KOH/g yağ olduğu belirtilmiştir. Tereyağı örneklerinde asit değerleri söz konusu bu değerlerin üzerinde olması durumunda ürünlerde ransid tat bozuklukları oluşabilmektedir. Yapılan tez çalışmasında depolamanın 1. günlerinde YT, TKT ve EKT örneklerinde asit değeri yukarıda belirtilen sınır değeri aşmamakla birlikte yeni üretilen ürün için lipoliz dereceleri yüksek bulunmuştur. İlaveten PST örneğinde bu değer diğer örneklere kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Yapılan duyusal değerlendirme de

panalistler tarafından tüm depolama günlerinde PST örneklerinde ransid tat olduğu belirtilirken, diğer tereyağı örneklerinde ransid tat algılanmamıştır.

Depolama günleri dikkate alınmaksızın tereyağı örneklerinin ortalama asit değerleri sırasıyla 3.27 mg KOH/g yağ, 1.46 mg KOH/g yağ, 1.82 mg KOH/g yağ, 1.76 mg KOH/g yağ olarak belirlenmiştir. Özellikle PST örneğinin asit değeri, diğer tereyağı örneklerine kıyasla oldukça yüksek olduğu saptanmıştır. YT, TKT ve EKT örneklerinin ortalama asit değerleri yönünden belirlenen farklılık istatistik olarak önemsiz iken ($P>0.05$), PST ile diğer tereyağı örneklerinin asit değeri bakımından farklılık istatistik olarak önemli olduğu saptanmıştır ($P<0.01$). PST örneğinin diğer tereyağlara göre daha yüksek asit değerine sahip olmasının nedeni peyniraltı suyu kreması elde etmek amacıyla peyniraltı suyuna uygulanan separasyon işlemi sırasında oluşan mekanik etkiden ve ilaveten işlemin yüksek sıcaklıklarda uygulanmasından ileri gelebileceği düşünülmektedir.

Kasapçopur (2016), tarafından yapılan bir çalışmada peyniraltı suyu tereyağı ve krema tereyağı ile ilgili asit değeri aralıkları sırasıyla 2.95-3.40 mg KOH/g yağ, 2.47-3.18 mg KOH/g yağ olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada incelenen peyniraltı suyu tereyağları ile tez çalışmasında incelenen PST örneğinin asit değerlerinin paralellik gösterdiği belirlenmiştir.

Tereyağı ile ilgili çalışmalar incelendiğinde yayık tereyağı örneklerinin asit değerleri 0.76-1.75 mg KOH/g yağ aralığında olduğu, krema tereyağlarında ise örneklerin asit değerleri 1.05-3.26 mg KOH/g yağ aralığında olduğu belirtilmiştir (Hayaloğlu ve Konar 2001, Şenel 2006, Öztekin 2010, Haddar 2017).

YT, TKT ve EKT örneklerinin asit değerleri ise yukarıda yer alan krema tereyağlarının asit değeri ile uyumluluk gösterdiği saptanmıştır. Literatürde yer alan asit değeri bakımından bazı sonuçlar ile tez kapsamında üretilen tereyağların asit değerleri yönünden farklılık göstermesinin nedeninin üretimde farklı hammaddeler kullanılması ve üretim parametrelerinin değişkenlik göstermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tereyağı örneklerinin asit değerleri depolama süresinin ilerlemesiyle birlikte artış göstermiştir. Depolama süresi boyunca asit değeri bakımından meydana gelen bu değişim en az YT örneğinde olduğu belirlenmiş, bunu sırasıyla PST, EKT ve TKT örnekleri izlemiştir. Depolama süresi boyunca asit değeri yönünden meydana gelen bu değişim istatistik olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir (P>0.05).

4.2.5 Peroksit değeri

Tereyağı örneklerinin peroksit değerlerine ait ortalamalar ve standart hataları Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7 Tereyağı örneklerinin peroksit değerleri (mek O_2/kg yağ) (n=3)

Örnekler	Değerler			
	1.Gün	30.Gün	60.Gün	Ortalama
	$\bar{X} \pm S_X$	$\bar{X} \pm S_X$	$\bar{X} \pm S_X$	$\bar{X} \pm S_X$
PST	0.29 ± 0.01	0.35 ± 0.04	0.38 ± 0.02	0.34±0.03
YT	0.27 ± 0.07	0.26 ± 0.07	0.27 ± 0.07	0.27±0.00
TKT	0.16 ± 0.03	0.26 ± 0.03	0.28 ± 0.02	0.23±0.04
EKT	0.23 ± 0.02 ^{b**}	0.42 ± 0.14 ^{a**}	0.46 ± 0.14 ^{a**}	0.37±0.07

**Aynı satır üzerinde yer alan depolama süresindeki farklılık istatistik olarak P<0.01 düzeyinde önemlidir. Farklı gruplar harfle üssel olarak gösterilmiştir.
PST: Peyniraltı suyu tereyağı; YT: Yayıkaltı tereyağı; TKT: Taze krema tereyağı; EKT: Ekşi krema tereyağı

Tereyağlarında meydana gelen lipid oksidasyonun seviyesinin belirlenmesinde yaygın olarak peroksit değerinden yararlanılmaktadır (Bakırcı vd. 2004). Downey (1975), ürünlerin peroksit sayısına ilişkin sınır değerin 2 mek O_2/kg yağ olduğunu belirtmiştir. Pearson (1974) ise tereyağlarının peroksit sayıları 6.3 mek O_2/kg yağ olduğunda örneklerde acı tat meydana geldiğini belirtirken, bazı araştırmacılar ise tereyağının tat-aroma özelliği üzerine peroksit sayısının bir etkisi olmadığını bildirmişlerdir (Atamer ve Sezgin 1984, Atamer 2006). Yapılan tez çalışmasında tereyağı örneklerinin peroksit değerleri söz konusu sınır değerlerinin altında olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.7'ye göre depolama süreleri dikkate alınmaksızın tereyağı örneklerinin peroksit sayıları incelendiğinde en düşük 0.23 mek O_2/kg yağ olarak TKT örneğinde, en yüksek

0.37 mek O_2/kg yağ olarak EKT örneğinde belirlenmiştir. Tereyağı örneklerinin peroksit sayıları incelendiğinde örnekler arasındaki farklılık istatistik olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$).

Yapılan diğer çalışmalar incelendiğinde yayık tereyağı örneklerinin peroksit sayılarının 0.17-2.76 mek O_2/kg yağ aralığında olduğu belirtilmiştir (Atamer vd. 2004, Şenel 2006, Haddar 2017).

Depolama süresinin ilerlemesiyle birlikte peroksit sayısı bakımından YT örneğinde değişim meydana gelmediği, PST ve YT örneğinde ise depolama süresince meydana gelen değişimin istatistik olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ($P>0.05$). EKT örneğinde ise, 1. depolama günü ve diğer depolama günlerinde belirlenen peroksit sayılarındaki değişim istatistik önemli bulunmuştur ($P<0.01$).

Nadeem vd. (2014) yaptıkları çalışmada peyniraltı suyu tereyağının peroksit değerlerinin ilk gün 0.25 mek O_2/kg yağ, 30. gün 0.67 mek O_2/kg yağ, 60. gün 1.19 mek O_2/kg yağ, 90. Gün 1.59 mek O_2/kg yağ olarak belirlemişlerdir.

PST ve YT örneklerinin depolama süresince peroksit sayılarında önemli bir değişim meydana gelmemesinin nedeni tereyağı üretiminde kullanılan hammadde peyniraltı suyu ve yayıkaltının içeridiği serum proteinlerinin yüksek antioksidan özellik göstermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.2.6 Serbest yağ asitleri kompozisyonu

Serbest yağ asitlerinin öncelikli kaynağı yağın lipolizidir. Lipolize ek olarak laktoz metabolizması sonucu oluşan metabolik ürünler, aminoasit deaminasyonu ve lipid oksidasyonu serbest yağ asitleri birikimine katkıda bulunmaktadır (Nogueira vd. 2005).

Trigliseritlerin parçalanması sonucunda oluşan küçük moleküllü serbest yağ asitleri ürünlerde tat-aroma üzerine etki ederken, yüksek moleküllü yağ asitleri tat-aroma üzerine

etkileri bulunmamaktadır (Deeth ve Fitz-Geralds 1995, Collins vd. 2003). Bazı süt ürünlerinde özellikle bazı peynir çeşitlerinde (Roquefort, Tulum, Romano vb.) lipoliz karakteristik tat-aroma oluşumuna katkı sağlamaktadır (Bigelis 1992). Ancak serbest yağ asitleri miktarının belirli bir düzeyin üzerinde olması ürünlerde ransid tat oluşumuna neden olmaktadır. Bu durum özellikle krema tereyağı gibi ürünleri olumsuz yönde etkilemektedir. Ek olarak kremadan üretilen tereyağlarında depolama süresinin uzamasıyla birlikte serbest yağ asitleri miktarlarında artış meydana gelebilmektedir (Şenel 2006).

Çizelge 4.8 Tereyağı örneklerinin serbest yağ asitleri miktarlarının molekül büyüklüğüne göre dağılımı (mg/kg) (n=3)

	Depolama (gün)	**PST**	**YT**	**TKT**	**EKT**
Düşük moleküllü doymuş yağ asitleri ($C_{4:0}$-$C_{10:0}$)	1	21.07±2.31	16.03±0.41	14.86±0.12	15.89±0.72
	30	26.96±1.25	22.54±1.78	19.82±1.00	19.61±1.33
	60	27.53±1.48	21.57±2.97	27.27±5.36	22.51±0.61
	Ortalama	25.19±2.06	20±2.01	20.65±3.60	19.35±1.92
Yüksek moleküllü doymuş yağ asitleri ($C_{12:0}$-$C_{18:0}$)	1	966.45±230.45	481.55±27.30	574.02±110.57	601.31±90.27
	30	1086.19±176.98	566.17±45.02	612.55±86.61	716.91±71.46
	60	1028.89±193.80	583.13±24.11	699.74±88.40	790.15±107.95
	Ortalama	1027.18±34.57	543.62±31.41	628.77±37.19	702.79±54.97
Doymamış yağ asitleri ($C_{18:1}$-$C_{18:2}$)	1	219.94±56.11	130.15±13.31	116.39±9.86	131.9±8.15
	30	256.11±87.05	129.7±21.11	122.12±13.79	127.16±4.81
	60	248.99±81.28	128.25±14.51	132.32±11.08	141.32±8.25
	Ortalama	241.68±11.06	129.37±0.57	123.61±4.66	133.46±4.16
Toplam (C4:0-C18:2)		1294.05	692.99	773.03	855.6

PST: Peyniraltı suyu tereyağı; YT: Yayıkaltı tereyağı; TKT: Taze krema tereyağı; EKT: Ekşi krema tereyağı

Bütirik asit, kaproik asit, kaprilik asit, kaprik asit gibi düşük moleküllü doymuş serbest yağ asitleri suda çözünebilme özelliği göstermektedir (Deeth ve Fitz-Gerald 2006). Tereyağı üretimi esnasında yayıklama ve yayıkaltının ortamdan uzaklaştırmak amacıyla uygulanan yıkama ve malakse işlemi esnasında suda çözünebilme özelliği gösteren yağ asitlerinin büyük bölümü ortamdan uzaklaşmaktır (Haddar 2017).

Tereyağı örneklerinin toplam serbest yağ asitleri miktarlarının molekül büyüklüğüne göre dağılımına ait ortalama değerleri ve standart hataları Çizelge 4.8'de verilmiştir. Çizelge 4.8 incelendiğinde depolamanın ilerlemesine paralel tüm örneklerin serbest yağ asitleri

miktarları artış göstermiştir. Tereyağı örneklerinin düşük moleküllü doymuş yağ asitleri ($C_{4:0}$-$C_{10:0}$), yüksek moleküllü doymuş yağ asitleri ($C_{12:0}$-$C_{18:0}$), doymamış yağ asitleri ($C_{18:1}$-$C_{18:2}$) miktarı en yüksek örnek PST örneği olduğu belirlenmiş, bunu sırasıyla EKT, TKT ve YT izlemiştir.

4.2.6.1 Bütirik asit ($C_{4:0}$)

Tereyağı örneklerinin bütirik asit ($C_{4:0}$) miktarlarına ait ortalama değerleri ve standart hataları Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9 Tereyağı örneklerinin bütirik asit ($C_{4:0}$) miktarları (mg/kg) (n=3)

Örnekler	Bütirik Asit ($C_{4:0}$)			
	1.GÜN	30.GÜN	60.GÜN	Ortalama
	$\bar{X} \pm S_X$	$\bar{X} \pm S_X$	$\bar{X} \pm S_X$	$\bar{X} \pm S_X$
PST	1.17 ± 0.26	2.16 ± 0.63	2.11 ± 0.52	1.81 ± 0.32
YT	1.28 ± 0.23 ^{b*}	3.29 ± 0.74 ^{a*}	3.47 ± 0.66 ^{a*}	2.68 ± 0.70
TKT	1.44 ± 0.08 ^{a*}	4.93 ± 1.11 ^{b*}	9.32 ± 4.32 ^{b*}	5.23 ± 2.28
EKT	1.28 ± 0.07 ^{a*}	3.47 ± 0.32 ^{b*}	4.19 ± 0.41 ^{b*}	2.98 ± 0.88

*Aynı satır üzerinde yer alan depolama süresindeki farklılık istatistik olarak P<0.05 düzeyinde önemlidir. Farklı gruplar harfle üssel olarak gösterilmiştir.
PST: Peyniraltı suyu tereyağı; YT: Yayıkaltı tereyağı; TKT: Taze krema tereyağı; EKT: Ekşi krema tereyağı

Çizelge 4.9'a göre tereyağı örneklerinin depolama süresi dikkate alınmaksızın bütirik asit miktarları incelendiğinde en yüksek bütirik asit miktarının 5.23 mg/kg düzeyinde TKT örneğinde olduğu belirlenmiş, bunu sırasıyla 2.98 mg/kg ile EKT, 2.68 mg/kg ile YT örneği izlemiştir. En düşük bütirik asit içeriği 1.81 mg/kg düzeyinde PST örneğinde saptanmıştır. Tereyağı örneklerinin ortalama bütirik asit miktarları arasındaki farklılık istatistik olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir (P>0.05).

Yapılan çalışmalar incelendiğinde yayık tereyağı örneklerinin bütirik asit içeriklerinin 3.12-324.80 mg/kg arasında olduğu belirlenmiştir (Atamer vd. 2005, Şenel 2006, Öztekin 2010, Haddar 2017). Tez çalışmasında üretilen tereyağı örnekleri ile yukarıda söz konusu yayık tereyağlarının bütirik asit miktarları değişkenlik göstermektedir. Bunun nedeninin farklı hammadde kullanılması, biyolojik olgunlaştırma işlemi ve maya-küf

kontaminasyonundan ileri geldiği düşünülmektedir.

Depolamanın 1. gününde tüm tereyağı örneklerinin bütirik asit miktarlarının hemen hemen aynı düzeylerde olduğu belirlenmiştir. PST örneğinin bütirik asit miktarı depolama süresinin ilerlemesiyle birlikte artış göstermiştir, fakat bu artış istatistik olarak önemli bulunmamıştır ($P>0.05$).

Depolama günlerinin ilerlemesiyle birlikte YT, TKT ve EKT örneklerinin bütirik asit miktarlarında artış yönünde bir değişim olduğu belirlenmiştir. YT, TKT ve EKT örneklerinin 1. depolama günü ile diğer depolama günleri arasındaki artış istatistik olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

4.2.6.2 Kaproik asit ($C_{6:0}$)

Tereyağı örneklerinin kaproik asit ($C_{6:0}$) miktarlarına ait ortalama değerleri ve standart hataları Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10 Tereyağı örneklerinin kaproik asit ($C_{6:0}$) miktarları (mg/kg) (n=3)

Örnekler	Kaproik asit ($C_{6:0}$)			
	1.Gün	30.Gün	60.Gün	Ortalama
	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$
PST	$3.90 \pm 0.06^{a*}$	$4.53 \pm 0.36^{b*}$	$4.46 \pm 0.32^{b*}$	4.30 ± 0.20
YT	$3.92 \pm 0.15^{a*}$	$4.86 \pm 0.41^{b*}$	$4.95 \pm 0.35^{b*}$	4.58 ± 0.33
TKT	$4.06 \pm 0.10^{a*}$	$3.78 \pm 1.23^{a*}$	$5.63 \pm 0.21^{b*}$	4.49 ± 0.58
EKT	$3.91 \pm 0.09^{a*}$	$4.88 \pm 0.02^{b*}$	$4.83 \pm 0.35^{b*}$	4.54 ± 0.32

*Aynı satır üzerinde yer alan depolama süresindeki farklılık istatistik olarak $P<0.05$ düzeyinde önemlidir. Farklı gruplar harfle üssel olarak gösterilmiştir.
PST: Peyniraltı suyu tereyağı; YT: Yayıkaltı tereyağı; TKT: Taze krema tereyağı; EKT: Ekşi krema tereyağı.

Çizelge 4.10'a göre tereyağı örneklerinin ortalama kaproik asit miktarlarının 4.30-4.58 mg/kg arasında olduğu belirlenmiştir. Örneklerin kaproik asit miktarlarının birbirlerine yakın değerlerde olduğu görülmektedir. Tereyağı örneklerinin kaproik asit miktarları arasındaki farklılık istatistik olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$).

Depolama günlerinin ilerlemesiyle birlikte örneklerin kaproik asit miktarlarında artış yönünde bir değişim meydana gelmiştir. PST, YT ve EKT örneklerinin 1. depolama günü ile diğer depolama günleri arasındaki kaproik asit miktarları bakımından değişim istatistik olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). En yüksek kaproik asit içeriği TKT örneğinin 60. Depolama gününde (5.63 mg/kg) belirlenmiş ve 60. depolama günü ile diğer depolama günlerinde kaproik asit miktarı yönünden belirlenen artış istatistik olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

4.2.6.3 Kaprilik asit ($C_{8:0}$)

Tereyağı örneklerinin kaprilik asit ($C_{8:0}$) miktarlarına ait ortalama değerleri ve standart hataları Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.11 Tereyağı örneklerinin kaprilik asit ($C_{8:0}$) miktarları (mg/kg) (n=3)

Örnekler	Kaprilik asit ($C_{8:0}$)			
	1.Gün	30.Gün	60.Gün	Ortalama
	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$
PST	$5.86 \pm 0.50^{b**}$	$8.58 \pm 1.63^{a**}$	$8.37 \pm 1.79^{a**}$	7.60 ± 0.87
YT	$4.82 \pm 0.74^{b**}$	$6.26 \pm 1.78^{a**}$	$6.69 \pm 1.89^{a**}$	5.92 ± 0.57
TKT	$4.23 \pm 1.28^{b**}$	$5.87 \pm 0.95^{a**}$	$5.36 \pm 1.61^{a**}$	5.15 ± 0.48
EKT	$4.89 \pm 1.40^{b**}$	$5.80 \pm 1.82^{a**}$	$6.77 \pm 1.15^{a**}$	5.82 ± 0.54

**Aynı satır üzerinde yer alan depolama süresindeki farklılık istatistik olarak $P<0.01$ düzeyinde önemlidir. Farklı gruplar harfle üssel olarak gösterilmiştir.
PST: Peyniraltı suyu tereyağı; YT: Yayıkaltı tereyağı; TKT: Taze krema tereyağı; EKT: Ekşi krema tereyağı.

Tereyağı örneklerinin kaprilik asit miktarları (Çizelge 4.11) 5.15-7.60 mg/kg arasında olduğu belirlenmiştir. En yüksek kaprilik asit içeriği 7.60 mg/kg düzeyinde PST örneğinde, en düşük 5.15 mg/kg düzeyinde TKT örneğinde bulunmuştur. Tereyağı örneklerinin kaprilik asit miktarları arasındaki bu farklılık istatistik olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$).

Tereyağı örneklerinde depolamanın 30. ve 60. depolama günlerinde belirlenen kaprilik asit miktarlarındaki değişim istatistik olarak önemsiz iken ($P>0.05$), 1. depolama günü ile diğer depolama günlerinindeki kaprilik asit miktarlarındaki değişim istatistik olarak

önemli olduğu belirlenmiştir (P<0.01).

4.2.6.4 Kaprik asit ($C_{10:0}$)

Tereyağı örneklerinin kaprik asit ($C_{10:0}$) miktarlarına ait ortalama değerleri ve standart hataları Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.12 Tereyağı örneklerinin kaprik asit ($C_{10:0}$) miktarları (mg/kg) (n=3)

Örnekler	Kaprik asit ($C_{10:0}$)			
	1.Gün	30.Gün	60.Gün	Ortalama
	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$
PST	10.14 ± 2.97	11.69 ± 1.60	12.59 ± 1.12	11.47 ± 0.72 ^{a*}
YT	6.01 ± 1.01	8.13 ± 0.73	6.46 ± 0.30	6.87 ± 0.64 ^{b*}
TKT	5.13 ± 1.24	5.24 ± 0.15	6.96 ± 1.95	5.78 ± 0.59 ^{b*}
EKT	5.81 ± 1.16	5.46 ± 0.27	6.75 ± 1.09	6.01 ± 0.39 ^{b*}

*Grup ortalamaları arasında fark istatistik olarak P<0.05 düzeyinde önemlidir. Farklı gruplar harfle üssel olarak gösterilmiştir.
PST: Peyniraltı suyu tereyağı; YT: Yayıkaltı tereyağı; TKT: Taze krema tereyağı; EKT: Ekşi krema tereyağı.

Kaprik asit miktarlarına ait ortalama değerler PST, YT, TKT ve EKT örnekleri için sırasıyla 11.47 mg/kg, 6.87 mg/kg, 5.78 mg/kg, 6.01 mg/kg olarak belirlenmiştir. PST örneğinin kaprik asit miktarı diğer tereyağı örneklerine kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Belirlenen bu farklılık istatistik olarak önemli bulunmuştur (P<0.05).

Tereyağı örneklerinin depolama süresinin ilerlemesiyle birlikte kaprik asit miktarlarında artış meydana geldiği belirlenmiştir, fakat bu artış istatistik olarak önemsiz olduğu saptanmıştır (P>0.05).

4.2.6.5 Laurik asit ($C_{12:0}$)

Tereyağı örneklerinin laurik asit ($C_{12:0}$) miktarlarına ait ortalama değerleri ve standart hataları Çizelge 4.13'de verilmiştir.

Çizelge 4.13 Tereyağı örneklerinin laurik asit ($C_{12:0}$) miktarları (mg/kg) (n=3)

Örnekler	Laurik asit ($C_{12:0}$)			
	1.Gün	30.Gün	60.Gün	Ortalama
	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$
PST	18.53 ± 1.92 ^{b**}	25.81 ± 3.45 ^{a**}	26.82 ± 3.95 ^{a**}	23.72 ± 2.61
YT	15.05 ± 1.75	16.09 ± 1.15	17.1 ± 0.85	16.08 ± 0.59
TKT	16.2 ± 1.91	17.23 ± 1.16	19.64 ± 1.99	17.69 ± 1.02
EKT	19.80 ± 3.84 ^{b**}	21.82 ± 3.14 ^{b**}	26.36 ± 3.32 ^{a**}	22.66 ± 1.94

**Aynı satır üzerinde yer alan depolama süresindeki farklılık istatistik olarak P<0.01 düzeyinde önemlidir. Farklı gruplar harfle üssel olarak gösterilmiştir.
PST: Peyniraltı suyu tereyağı; YT: Yayıkaltı tereyağı; TKT: Taze krema tereyağı; EKT: Ekşi krema tereyağı.

Çizelge 4.13'e göre tereyağı örneklerinin laurik asit miktarlarına ait ortalama değerlerin 16.08-23.72 mg/kg arasında olduğu belirlenmiştir. En yüksek laurik asit 23.72 mg/kg miktarda PST örneğinde, en düşük laurik asit 16.08 mg/kg miktarda YT örneğinde olduğu saptanmıştır. Tereyağı örnekleri arasındaki laurik asit içeriklerindeki farklılık istatistik olarak önemsiz bulunmuştur (P>0.05).

Tereyağı örneklerinde depolama süresinin ilerlemesiyle birlikte laurik asit miktarlarında artış olduğu belirlenmiştir. YT ve TKT örneklerinde depolama süresi boyunca laurik asit miktarlarında meydana gelen artış istatistik olarak önemsiz iken (P>0.05), PST ve EKT örneklerinin 30. ve 60. depolama günlerindeki artış istatistik olarak önemli bulunmuştur (P<0.01).

4.2.6.6 Miristik asit ($C_{14:0}$)

PST, YT, TKT ve EKT örneklerinin miristik asit ($C_{14:0}$) miktarlarına ait ortalama değerleri ve standart hataları Çizelge 4.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.14 Tereyağı örneklerinin mirisik asit ($C_{14:0}$) miktarları (mg/kg) (n=3)

Örnekler	Miristik asit ($C_{14:0}$)			
	1.Gün	30.Gün	60.Gün	Ortalama
	$\bar{X} \pm S_X$	$\bar{X} \pm S_X$	$\bar{X} \pm S_X$	$\bar{X} \pm S_X$
PST	278.39 ± 44.98 ^{b*}	315.79 ± 31.45 ^{a*}	289.82 ± 34.71 ^{b*}	294.67 ± 11.07 ^{a*}
YT	111.23 ± 1.02	127.65 ± 13.01	129.67 ± 13.40	121.85 ± 5.32 ^{b*}
TKT	141.41 ± 33 ^{b*}	150.43 ± 30.03 ^{b*}	183.67 ± 31.06 ^{a*}	158.50 ± 12.85 ^{b*}
EKT	144.35 ± 31.84 ^{b*}	168.94 ± 28.41 ^{b*}	213. 97 ± 47.29 ^{a*}	175.75 ± 20.38 ^{b*}

*Grup ortalamaları arasında fark istatistik olarak P<0.05 düzeyinde önemlidir. Farklı gruplar harfle üssel olarak gösterilmiştir.
*Aynı satır üzerinde yer alan depolama süresindeki farklılık istatistik olarak P<0.05 düzeyinde önemlidir. Farklı gruplar harfle üssel olarak gösterilmiştir.
PST: Peyniraltı suyu tereyağı; YT: Yayıkaltı tereyağı; TKT: Taze krema tereyağı; EKT: Ekşi krema tereyağı

PST, YT, TKT ve EKT örneklerinin ortalama miristik asit miktarları sırasıyla 294.67 mg/kg, 121.85 mg/kg, 158.5 mg/kg, 175.75 mg/kg olarak belirlenmiştir. En yüksek miktarına sahip örnek PST olduğu saptanmış, bunu sırasıyla EKT, TKT ve YT izlemiştir. PST örneği ile diğer tereyağı örnekleri arasındaki farklılık istatistik olarak önemli olduğu belirlenmiştir (P<0.05).

Kasapçopur (2016) tarafından yapılan bir çalışmada peyniraltı suyu tereyağının miristik asit miktarının toplam yağ asiti içeriğinin %11'ini oluşturduğu saptanmış ve peyniraltı suyu tereyağlarının miristik asit miktarının krema tereyağlarına göre daha yüksek olduğu belirtilmiştir.

PST örneğinin miristik asit miktarlarında 30. depolama gününe artış olduğu, 60. depolama gününde ise azalma olduğu tespit edilmiştir. PST örneğinin 30. depolama gününde belirlenen artış istatistik olarak önemli olduğu saptanmıştır (P<0.05). YT örneğinde depolama süresi boyunca miristik asit miktarlarında artış olduğu saptanmış, fakat bu artış istatistik olarak önemsiz bulunmuştur (P>0.05). TKT ve EKT örneklerinde ise 60. depolama gününde belirlenen miristik asit miktarlarındaki artış istatistik olarak önemli olduğu belirlenmiştir (P<0.05).

4.2.6.7 Palmitik asit ($C_{16:0}$)

Tereyağı örneklerinin palmitik asit ($C_{16:0}$) miktarlarına ait ortalama değerleri ve standart hataları Çizelge 4.15'de verilmiştir.

Çizelge 4.15 Tereyağı örneklerinin palmitik asit ($C_{16:0}$) miktarları (mg/kg) (n=3)

Örnekler	Palmitik asit ($C_{16:0}$)			
	1.Gün	30.Gün	60.Gün	Ortalama
	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$
PST	181.21 ± 43.21	206.46 ± 26.67	207.61 ± 23.63	198.43 ± 8.61 ^{a**}
YT	118.54 ± 7.84	122.30 ± 8.08	119.89 ± 6.31	120.24 ± 1.10 ^{b**}
TKT	130.34 ± 24.22	123.46 ± 25.98	129.71 ± 29.19	127.84 ± 2.20 ^{b**}
EKT	133.87 ± 17.81	164.34 ± 24.23	191.62 ± 35.30	163.28 ± 16.68 ^{ab**}

**Grup ortalamaları arasında fark istatistik olarak P<0.01 düzeyinde önemlidir. Farklı gruplar harfle üssel olarak gösterilmiştir.
PST: Peyniraltı suyu tereyağı; YT: Yayıkaltı tereyağı; TKT: Taze krema tereyağı; EKT: Ekşi krema tereyağı

Tereyağı örneklerinin palmitik asit miktarlarının 120.24-198.43 mg/kg arasında olduğu belirlenmiştir. Örnekler arasında en yüksek palmitik asit miktarı 198.43 mg/kg düzeyinde PST örneği olduğu, en düşük ise 120.24 mg/kg düzeynde YT örneği olduğu saptanmıştır. PST örneği ile EKT örneklerinin palmitik asit miktarları arasındaki farklılık istatistik olarak önemsiz iken (P>0.05), PST örneği ile YT ve TKT örneklerinin palmitik asit miktarları arasındaki farklılık istatistik olarak önemli bulunmuştur (P<0.01).

Kasapçopur (2016) tarafından yapılan bir çalışmada peyniraltı suyu tereyağının palmitik asit miktarının toplam yağ asiti içeriğinin %32'sini oluşturduğu tespit edilmiş ve krema tereyağlarına göre palmitik asit miktarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Tereyağı örneklerinin palmitik asit miktarları depolama süresinin ilerlemesiyle birlikte artış göstermiştir. Depolama süresi boyunca palmitik asit miktarlarındaki en yüksek artış EKT örneğinde belirlenmiştir. Depolama süresince palmitik asit miktarlarında görülen bu artış istatistik olarak önemsiz bulunmuştur (P>0.05).

Yapılan bazı çalışmalara kremadan üretilen tereyağlarının palmitik asit miktarlarında

depolama süresi boyunca önemli bir değişim saptanmadığı belirtilmiştir (Şenel, 2006; Atamer vd., 2005).

4.2.6.8 Stearik asit ($C_{18:0}$)

Tereyağı örneklerinin stearik asit ($C_{18:0}$) miktarlarına ait ortalama değerleri ve standart hataları Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.16 Tereyağı örneklerinin stearik asit ($C_{18:0}$) miktarları (mg/kg) (n=3)

Örnekler	Stearik asit ($C_{18:0}$)			
	1.Gün	30.Gün	60.Gün	Ortalama
	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$
PST	488.32 ± 149.34	538.13 ± 126.32	504.64 ± 148.13	510.36 ± 14.66 ^{a**}
YT	236.73 ± 34.63 ^{b**}	300.13 ± 56.91 ^{a**}	316.47± 36.38 ^{a**}	284.44 ± 24.32 ^{b**}
TKT	286.07 ± 56.12	321.43 ± 38.84	366.72 ± 57.19	324.74 ± 23.34 ^{b**}
EKT	303.29 ± 39.25	361.81 ± 20.04	358.20 ± 25.10	341.10 ± 18.93 ^{b**}

**Grup ortalamaları arasında fark istatistik olarak P<0.01 düzeyinde önemlidir. Farklı gruplar harfle üssel olarak gösterilmiştir.
**Aynı satır üzerinde yer alan depolama süresindeki farklılık istatistik olarak P<0.01 düzeyinde önemlidir. Farklı gruplar harfle üssel olarak gösterilmiştir.
PST: Peyniraltı suyu tereyağı; YT: Yayıkaltı tereyağı; TKT: Taze krema tereyağı; EKT: Ekşi krema tereyağı.

Çizelge 4.16'ya göre tereyağı örneklerinin stearik asit miktarları 284.44-510.36 mg/kg arasında olduğu belirlenmiştir. Tereyağı örneklerinde en yüksek stearik asit miktarı 510.36 mg/kg düzeyinde PST örneğinde, en düşük stearik asit miktarı ise 284.44 mg/kg düzeyinde YT örneğinde saptanmıştır. PST örneği ile diğer tereyağı örnekleri arasındaki farklılık istatistik olarak önemli bulunmuştur (P<0.01).

Kasapçopur (2016) tarafından yapılan bir çalışmada peyniraltı suyu tereyağının miristik asit düzeyinin toplam yağ asiti içeriğinin %11'ini oluşturduğu saptanmış ve krema tereyağlarına göre peyniraltı suyu tereyağlarının miristik asit içeriklerinin daha yüksek olduğu belirtilmiştir.

Tereyağı örneklerinin depolama süresinin ilerlemesiyle bilrikte stearik asit miktarlarında

artış olduğu tespit edilmiştir. PST, TKT ve EKT örneklerinde depolama süresi boyunca meydana gelen artış isatistik olarak önemsiz iken (P>0.05), YT örneğinde 1. depolama günü ile diğer depolama günleri arasındaki artış istatistik olarak önemli olduğu belirlenmiştir (P<0.01).

4.2.6.9 Oleik asit ($C_{18:1}$)

Tereyağı örneklerinin oleik asit ($C_{18:1}$) miktarlarına ait ortalama değerleri ve standart hataları Çizelge 4.17'de verilmiştir.

Çizelge 4.17 Tereyağı örneklerinin oleik asit ($C_{18:1}$) miktarları (mg/kg) (n=3)

Örnekler	Oleik asit ($C_{18:1}$)			
	1.Gün	30.Gün	60.Gün	Ortalama
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
PST	219.94 ± 56.11	256.11 ± 87.05	248.99 ± 81.28	$241.68 \pm 11.06^{a**}$
YT	130.15 ± 13.31	129.70 ± 21.11	128.25 ± 14.51	$129.37 \pm 0.57^{b**}$
TKT	116.39 ± 9.86	122.12 ± 13.79	132.32 ± 11.08	$123.61 \pm 4.66^{b**}$
EKT	131.90 ± 8.15	127.16 ± 4.81	141.32 ± 8.25	$133.46 \pm 4.16^{b**}$

**Grup ortalamaları arasında fark istatistik olarak P<0.01 düzeyinde önemlidir. Farklı gruplar harfle üssel olarak gösterilmiştir.
PST: Peyniraltı suyu tereyağı; YT: Yayıkaltı tereyağı; TKT: Taze krema tereyağı; EKT: Ekşi krema tereyağı

PST, YT, TKT ve EKT örneklerinin oleik asit miktarları sırasıyla 241.68 mg/kg, 129.37 mg/kg, 123.61 mg/kg, 133.46 mg/kg olarak saptanmıştır. YT, TKT ve EKT örneğinin oleik asit miktarları arasındaki farklılık istatistik olarak önemsiz iken (P>0.05), PST örneği ile diğer tereyağı örnekleri arasındaki farklılığın istatistik olarak önemli olduğu saptanmıştır (P<0.01).

Kasapçopur (2016) tarafından yapılan bir çalışmada peyniraltı suyu tereyağının oleik asit miktarının toplam yağ asiti içeriğinin %27'sini oluşturduğu tespit edilmiş ve krema tereyağlarına göre peyniraltı suyu tereyağının oleik asit miktarının daha yüksek olduğu belirtilmiştir.

Atamer vd. (2005) tarafından yapılan çalışmada süt kremasından üretilen tereyağlarının

oleik asit miktarlarında depolama süresi boyunca önemli bir değişim meydana gelmediği saptanmıştır.

Tereyağı örneklerinin oleik asit miktarları depolama süresinin ilerlemesiyle birlikte artış göstermiştir, fakat bu artış istatistik olarak önemsiz bulunmuştur (P>0.05).

4.2.7 Tekstür (Sertlik) değeri

Tereyağı örneklerinin tekstür analizi sonucu elde edilen sertlik değerlerine ait ortalamalar ve standart hataları Çizelge 4.18'de verilmiştir.

Çizelge 4.18 Tereyağı örneklerinin sertlik değerleri (n=3)

Örnekler	Değerler (g)			
	1.Gün	30.Gün	60.Gün	Ortalama
	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$
PST	581.96 ± 168.35	534.02 ± 58.74	556.71 ± 70.16	557.56 ± 13.84
YT	471.86 ± 67.03	493.98 ± 14.14	480.33 ± 36.50	482.06 ± 6.45
TKT	651.20 ± 129.29	584.85 ± 83.06	545.57 ± 79.32	593.88 ± 30.82
EKT	501.57 ± 90.83	423.09 ± 74.53	414.33 ± 39.11	446.30 ± 27.75

PST: Peyniraltı suyu tereyağı; YT: Yayıkaltı tereyağı; TKT: Taze krema tereyağı; EKT: Ekşi krema tereyağı.

Tekstürel özellik tereyağının tüketiciler tarafından beğenisinde etkili olan önemli faktörlerden biridir. Tereyağı üretiminde kullanılan hammadde kremaların bileşimi ile son ürün eldesine kadar uygulanan tüm işlemler tereyağının tekstürel özelliklerine etki etmektedir (Ceylan 2019).

Tereyağı üretiminde uygulanan soğutma hızı, kristallendirme, yayıklama işlemi ve sıcaklığı, malakse gibi üretim aşamaları son ürünün tekstürel özelliklerini önemli düzeyde etkilemektedir. Sıcaklık özellikle tereyağı içeriğindeki sürekli faz (sıvı yağ) miktarını doğrudan etkilemekte, sürekli fazın miktarı düşük olduğunda üründe kırılgan yapı kusuru görülürken, sürekli fazın miktarının yüksek olmasıyla ürünün sürülebilir özelliği artmaktadır. (Wright vd. 2001, Pernetti vd. 2007, Rønholt vd. 2013). Önemli üretim aşamalarından olan kristallendirme, yayıklama ve malakse aşamaları katı fazın (kristal

yapı) oluşumunda rol oynamakta ve ürün sertliğine etki etmektedir. Ürünün depolanması süresincede belirtilen sertlik özelliği artış göstermektedir (Martini ve Herrera 2008, Vithanage vd. 2009, Pothiraj 2012).

Tereyağında aranan en önemli tekstürel özellikler sertlik ve sürülebilirliktir. Tereyağının buzdolabı koşullarında bütünlüğünü koruyacak kadar sert olması ancak yine bu koşullarda sürülebilirlik özelliğinin yüksek olması istenmektedir (Ceylan 2019).

Jinjarak vd. (2006) tarafından yapılan çalışmada tereyağı örneklerinin sertliğini belirlemek amacıyla 10 mm derinlikte ve 2.0 mm/s hızda 60°'lik konik prob kullanılarak 2.54 cm'lik örneklere penetrasyon yoluyla maksimum kuvvet gram cinsinden ölçülmüştür. Peyniraltı suyu tereyağının sertlik değeri 1,792.5 g olarak bulunurken, taze krema tereyağı 2,752.9 g, kültürlenmiş tereyağı 2,232.4 g olarak belirlenmiştir. Peyniraltı suyu tereyağının sertlik değeri taze ve kültürlenmiş tereyağına göre daha düşük bulunmuştur.

Çizelge 4.18'e göre tereyağı örneklerinin sertlik değerleri 446.30-593.88 g arasında belirlenmiştir. Tereyağı örneklerinde en yüksek sertlik değeri 593.88 g düzeyinde TKT örneğinde, en düşük sertlik değeri ise 446.30 g düzeyinde EKT örneğinde belirlenmiştir.

Örneklerin sertlik değerleri arasındaki fark istatistik olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$).

Tereyağı örneklerinin depolama süresi boyunca tekstür (sertlik) değerlerindeki değişim istatistik olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ($P>0.05$).

4.2.8 Uçucu bileşenler

Tereyağı örneklerinin uçucu bileşenlerinin miktarlarına ait ortalama ve standart hatalar Çizelge 4.19, 4.20, 4.21, 4.22, 4.23, 4.24'de verilmiştir.

Çizelge 4.19 Tereyağı örneklerinde tespit edilen asit grubu uçucu bileşenlerin miktarları (mg/kg) (n=3)

Asitler	Depolama (gün)	PST	YT	TKT	EKT
Bütanoik asit	1	32.20	-	136.48	78.31±13.93
	30	60.95±23.46	57.84	228.65±58.09	210.99±134.66
	60	104.79±89.98	138.04±106.93	560.77±246.91	473.398±26.75
Oktanoik asit	1	66.81	-	-	-
	30	36.41±28.93	-	4.14	6.52
	60	-	12.62±6.59	1.25	4.72
Hekzanoik asit	1	-	-	257.60	-
	30	41.12±34.24	31.57	0.70	-
	60	158.53±146.89	94.76±70.47	55.80	-
Heptanoik asit	1	74.89	-	-	-
	30	36.36	-	-	-
	60	-	-	-	-
Valerik asit	1	-	-	-	-
	30	-	-	54.78	-
	60	-	-	26.73	81.95

PST: Peyniraltı suyu tereyağı; YT: Yayıkaltı tereyağı; TKT: Taze krema tereyağı; EKT: Ekşi krema tereyağı.
"-": belirlenemedi.

Tereyağı örneklerinin ortalama bütanoik asit miktarları (Çizelge 4.19) sırasıyla 308.63 mg/kg düzeyinde TKT örneğinde, 254.23 mg/kg düzeyinde EKT örneğinde, 66.30 mg/kg düzeyinde YT örneğinde ve 66 mg/kg düzeyinde PST örneğinde belirlenmiştir. Tüm tereyağı örneklerinin bütanoik asit miktarları depolama süresinin ilerlemesiyle birlikte artmıştır.

Tereyağı örneklerinin 1. depolama gününde yalnızca PST örneğinde oktanoik asit (66.8 mg/kg) tespit edilirken, YT, TKT ve EKT örnelerinde oktanoik asit tespit edilmemiştir. Oktanoik asit miktarı en yüksek 366.4 mg/kg düzeyinde PST örneğinin 30. depolama gününde belirlenmiştir. YT, TKT ve EKT örneklerinin depolama sürelerindeki oktanoik asit miktarları oldukça düşüktür.

Hekzanoik asit, TKT örneğinin tüm depolama günlerinde, PST ve YT örneklerinin 30. ve 60. depolama günlerinde belirlenmiştir. EKT örneğinde ise hekzanoik asit tespit edilmemiştir.

PST ve YT örneklerinde valerik asit tespit edilmemiştir. Valerik asit, TKT örneğinin 30.

ve 60. depolama gününde, EKT örneğinde ise 60. depolama gününde belirlenmiştir.

Uzun zincirli asitlerin algı eşik değerlerinin oldukça yüksek olması nedeniyle süt ürünlerinin lezzetine düşük derecelerde bir katkıları vardır. Kısa zincirli asitler ise, kendine özgü kokuları olan düşük algılama eşik değerlerine sahiptir ve çeşitli süt ürünlerinde lezzet profiline önemli katkılar sağladığı düşünülmektedir (Molimard ve Spinnler 1996, Sulejmani ve Hayaloğlu 2016).

Abubaker (2019) tarafından yapılan bir çalışmada peyniraltı suyu tereyağlarında bütanoik asit (83.42-261.82 mg/kg), asetik asit (7.02-8.67 mg/kg), oktanoik asit (116.54-309.73 mg/kg), hekzanoik asit (228.73-300.50 mg/kg) ve dekanoik asit (11.56-93.01 mg/kg) olmak üzere 5 adet asit grubu uçucu bileşen tespit edilmiştir. Krema tereyağlarında ise bütanoik asit (199.86-282.85 mg/kg), asetik asit (9.70-10.03 mg/kg), oktanoik asit (5.09-34.77 mg/kg) ve hekzanoik asit (23.98-107.87 mg/kg) olmak üzere 4 adet asit grubu uçucu bileşen belirlenmiştir. Tez çlışmasında üretilen peyniraltı suyu tereyağları ile Abubaker (2019) tarafından yapılan çalışmadaki peyniraltı suyu tereyağları karşılaştırıldığında bütanoik asit, oktanoik asit ve hekzanoik asit olmak üzere 3 adet ortak asit grubu bileşen saptanmıştır. Abubaker (2019)'a ait peyniraltı suyu tereyağlarının söz konusu asit grubu uçucu bileşenlerin miktarlarının tez çalışmasında üretilen peyniraltı suyu tereyağlarına göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Tez çalışmasında üretilen peyniraltı suyu tereyağı örneklerinde asetik asit ve dekanoik asit bileşenleri tespit edilmemiştir.

Ergöz (2017), tarafından yapılan bir çalışmada krema tereyağlarından üretilen tereyağı örneklerinin bütanoik asit miktarları 2.37-53.73 mg/kg arasında olduğu belirtilmiştir. Haddar (2017), tarafından yayık tereyağlarıyla ilgili yapılan bir çalışmada tereyağı örneklerinin bütanoik asit miktarları 10.85-66.76 mg/kg, hekzanoik asit miktarları 10.32-62.32 mg/kg arasında değişmektedir.

Çizelge 4.20 Tereyağı örneklerinde tespit edilen ester grubu uçucu bileşenlerin miktarları (mg/kg) (n=3)

Esterler	Depolama (gün)	PST	YT	TKT	EKT
Hekzanoik asit, etil ester	1	73.07±66.08	-	-	-
	30	12.87±6.76	-	-	-
	60	9.7±8.18	-	-	-
Oktanoik asit, etil ester	1	214.37±174.10	122.01±55.72	-	-
	30	73.63±6.80	17.96	-	-
	60	33.25±18.12	8.49	-	-
Laurik asit, etil ester	1	24.04	-	-	-
	30	8.21	-	-	-
	60	1.40	-	-	-
Dekanoik asit, etil ester	1	5.82±3.48	25.62±14.91	-	-
	30	12.63±6.90	18.11±9.19	-	-
	60	1.5	6.63±4.59	-	-
Bütanoik asit, etil ester	1	64.05	-	-	-
	30	8.05	-	-	-
	60	-	-	-	-

PST: Peyniraltı suyu tereyağı; YT: Yayıkaltı tereyağı; TKT: Taze krema tereyağı; EKT: Ekşi krema tereyağı.
"-": belirlenemedi.

Çizelge 4.20'ye göre hekzanoik asit, etil ester, laurik asit, etil ester, bütanoik asit, etil ester yalnızca PST örneğinde belirlenmiştir. Oktanoik asit, etil ester ve dekanoik asit, etil ester yalnızca PST ve YT örneklerinde tespit edilmiştir. TKT ve EKT örneklerinde ester grubuna ait uçucu bileşen tespit edilmemiştir. Tereyağı örneklerinin ester grubu uçucu bileşenleri depolama süresinin ilerlemesine birlikte miktarları giderek azalmıştır.

Esterler süt ürünlerinin tat-aroması üzerine etki etmelerinden dolayı önemli bileşenlerdir. Ester grubu bileşenler, düşük algılama eşiklerine sahip olmalarına karşın, farklı esterler arasında ve diğer uçucu bileşenler ile etkileşimleri, süt ve ürünlerinin lezzetine doğrudan ve dolaylı olarak etki etmektedir ve bu bileşenlerin süt ürünlerinin aromasına olan katkıları miktarlarına bağlıdır. Düşük konsantrasyonlarda "tatlı", "meyvemsi", "çiçeksi", "eterik", "fermente" ve "maya" notaları verimekte ve keskinlik, acılık gibi istenmeyen kokuların azalmasına yardımcı olmaktadırlar. Yüksek konsantrasyonlarda ise lezzet bozukluklarına sebebiyet vererek süt ve ürünlerinde istenmeyen meyvemsi notaların oluşmasına neden olmaktadırlar (Molimard ve Spinnler 1996, Curioni ve Bosset 2002, Liu vd. 2004, Sulejmani ve Hayaloğlu 2016).

Çizelge 4.21 Tereyağı örneklerinde tespit edilen hidrokarbon grubu uçucu bileşenlerin miktarları (mg/kg) (n=3)

Hidrokarbonlar	Depolama (gün)	PST	YT	TKT	EKT
Stiren	1	60.48±36.77	38.96	-	-
	30	53.03±37.55	15.41	-	-
	60	195.27±181.59	11.95±6.67	-	-
8-Nonen-2-one	1	37.27	-	-	-
	30	12.40	-	1.54	2.23
	60	6.47	-	0.61	1.11
1-Okten	1	-	-	-	-
	30	66.15±33.65	-	-	-
	60	-	-	-	-

PST: Peyniraltı suyu tereyağı; YT: Yayıkaltı tereyağı; TKT: Taze krema tereyağı; EKT: Ekşi krema tereyağı.
"-": belirlenemedi.

Çizelge 4.21'e göre tereyağı örneklerinin hidrokarbon içerikleri değişkenlik gösterdiği saptanmıştır. Stiren sadece PST ve YT örneklerinde tespit edilmiştir. PST örneğinde depolamanın ilerlemesiyle birlikte stiren miktarı arttığı, YT örneğinde ise stiren miktarı depolamanın ilerlemesiyle birlikte azaldığı belirlenmiştir. 8-Nonen-2-one PST örneğinin tüm depolama günlerinde tespit edilmiş, PST örneğinde depolamanın ilerlemesiyle 8-Nonen-2-one depolamanın ilerlemesiyle birlikte azalmıştır. TKT ve EKT örneğinde, ise 8-Nonen-2-one 30. ve 60. depolama günlerinde çok düşük miktarlarda tespit edilmiştir. 1-Okten yalnızca PST örneğinin 30. depolama gününde tespit edilmiştir.

Hidrokarbonlar, nispeten yüksek koku eşik değerleri nedeniyle genellikle katı ve sıvı yağların ve lipid içeren gıdaların aromalarına önemli katkılar olarak kabul edilmemektedirler. Bu nedenle tereyağı aroması için önemli kabul edilmemekle birlikte, yüksek miktarlarda heksan, izododekan, metilsiklopentan, toluen ve stiren gibi uçucu hidrokarbon bileşenlerinin tereyağı aromasında rol oynayabilmekte ve diğer aroma bileşiklerinin oluşumuna etki etmektedirler (Ho ve Shahidi 2005).

Abubaker (2019) tarafından yapılan bir çalışmada peyniraltı suyu tereyağlarında hekzan, heptan, oktan, dekan, undekan, dodekan başta olmak üzere toplam 18 adet hidrokarbon grubuna ait uçucu bileşen tespit edilmiştir. Bu çalışmaya ait veriler ile Çizelge 4.21 karşılaştırmalı olarak incelendiğinde iki çalışmada ortak bulunan hidrokarbon grubu uçucu bileşen belirlenmemiştir.

Çizelge 4.22 Tereyağı örneklerinde tespit edilen keton grubu uçucu bileşenlerin miktarları (mg/kg) (n=3)

Ketonlar	**Depolama (gün)**	**PST**	**YT**	**TKT**	**EKT**
2-Heptanon	1	340.88±253.05	156.93±94.37	129.66	107.22
	30	243.89±66.84	114.48±63.28	185.61	38.9
	60	131.63±72.55	139.69±69.95	84.02	68.69
2-Nonanon	1	102.99±18.60	137.38±25.12	75.03±1.82	41.20±17.99
	30	171.67±3.22	117.27±23.16	73.15±56.77	35.07±4.90
	60	265.96±83.48	88.44±11.26	49.12±25.00	36.09±12.41
2-Undekanon	1	18.01±3.74	18.70	5.16	4.29
	30	23.87±10.02	17.54±3.85	9.73	2.06
	60	21.30±16.77	12.42±0.65	4.98	3.79
2-Pentanon	1	-	-	-	-
	30	8.53	-	16.09	-
	60	2.54	-	6.32	1.94
2-Oktanon	1	22.94	-	-	-
	30	2.96	-	0.26	-
	60	59.90	-	0.13	-
4-Oktanon	1	-	-	149.99	-
	30	-	-	-	-
	60	-	-	-	-
Asetoin	1	-	34.32	-	185.03±35.73
	30	-	15.32	-	81.30±45.21
	60	-	18.49	-	70.44±4.68
4-Heptanon, 2-metil	1	-	77.67	-	-
	30	89.87	-	-	-
	60	-	-	-	-

PST: Peyniraltı suyu tereyağı; YT: Yayıkaltı tereyağı; TKT: Taze krema tereyağı; EKT: Ekşi krema tereyağı.
"-": belirlenemedi.

Çizelge 4.22'ye göre 2-heptanon, 2-nonanon, 2-undekanon tereyağı örneklerinin tamamında, tüm depolama günlerinde tespit edilmiştir. Tereyağı örneklerindeki 2-heptanon miktarları ortalama en yüksek sırasıyla PST, YT, TKT ve EKT örneğinde tespit edilmiştir. Tereyağı örneklerinin tamamında 2-heptanon, 2-nonanone, 2-undekanon miktarları depolama süresinin ilerlemesine birlikte azaldığı belirlenmiştir.

YT örneğinde 2- pentanon saptanmamıştır. 2- pentanon PST ve TKT örneğinin 30. ve 60. depolama gününde, EKT örneğinde ise 60. depolama gününde düşük miktarlarda tespit edilmiştir. 2-oktanon YT ve EKT örneğinde tespit edilmemiştir. PST örneğinin tüm depolama günlerinde 2-oktanon belirlenirken, TKT örneğinde ise 2-oktanon 30. ve 60. Depolama günlerinde çok düşük miktarlarda tespit edilmiştir. 4-oktanon PST, YT ve EKT

örneklerinde tespit edilmemiş, yalnızca TKT örneğinde 1. depolama gününde saptanmıştır. YT ve EKT örneklerinin tüm depolama günlerinde asetoin belirlenmiş, miktarları ortalama sırasıyla 22.71 mg/kg, 112.26 mg/kg olarak saptanmıştır. PST ve TKT örneklerinde asetoin tespit edilmemiştir. 4-heptanon, 2-metil PST örneğinin 30. depolama gününde (89.87 mg/kg), YT örneğinde ise 1. depolama gününde (77.67 mg/kg) belirlenmiştir. TKT ve EKT örneklerinde 4-heptanon, 2-metil tespit edilmemiştir.

Abubaker (2019) tarafından yürütülen bir çalışmada incelenen peyniraltı suyu tereyağlarında 2-propanon (4.33-9.43 mg/kg), 2-pentanon (3.22-6.76 mg/kg), 2-heptanon (26.25-52.15 mg/kg), 2-oktanon (0.28-0.46 mg/kg), 3-hidroksi-2-bütanon (2.15-7.32 mg/kg), 6-metil-5-hepten-2-on (0.42-0.73 mg/kg), 2-nonanon (26.05-35.25 mg/kg) ve 2-undekanon (2.30-4.72 mg/kg) olmak üzere toplam 8 adet keton gurubu uçucu bileşen tespit edilmiştir. Bu tez çalışmasında üretilen peyniraltı suyu tereyağları ile Abubaker (2019) tarafından yapılan çalışmadaki peyniraltı suyu tereyağları karşılaştırıldığında incelenen her iki peyniraltı suyu tereyağlarında 5 adet ortak keton grubuna ait uçucu bileşen tespit edilmiştir. 2-heptanon, 2-nonanon, 2-undekanon, 2-oktanon tez çalışmasında incelenen PST örneklerinde daha yüksek miktarlarda belirlenirken, her iki çalışmada incelenen peyniraltı suyu tereyağlarında 2-pentanon miktarının benzerlik gösterdiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.23 Tereyağı örneklerinde tespit edilen aldehit grubu uçucu bileşenlerin miktarları (mg/kg) (n=3)

Aldehitler	**Depolama (Gün)**	**PST**	**YT**	**TKT**	**EKT**
Pentanal	1	8.23	-	-	-
	30	-	-	-	-
	60	-	-	-	-
Hekzanal	1	-	12.37±6.28	-	-
	30	-	9.23	-	-
	60	-	-	-	-

PST: Peyniraltı suyu tereyağı; YT: Yayıkaltı tereyağı; TKT: Taze krema tereyağı; EKT: Ekşi krema tereyağı.
"-": belirlenemedi.

Çizelge 4.23'e göre pentanal PST örneğinin 1. depolama gününde (8.2 mg/kg), YT örneğinin ise 60. depolama gününde (16.67 mg/kg) belirlenmiştir. TKT ve EKT örneklerinde pentanal tespit edilmemiştir. Hekzanal ise yalnızca YT örneğinin 1.

depolama günü (12.37 mg/kg) ve 30. depolama gününde (9.23 mg/kg) tespit edilmiştir.

Aldehitler, sırasıyla oksidasyon ve indirgeme reaksiyonları yoluyla hızla asitlere veya alkollere dönüştükleri için gıda ürünlerinde yüksek konsantrasyonlarda birikmemektedirler (McSweeney ve Sousa 2000, Abd El-Salam vd. 2009, Tunick vd. 2013). Ancak düşük eşik değerlerinden kaynaklı olarak süt ve ürünlerinde lezzete katkıda bulunmaktadırlar (Bintsis ve Robinson 2004). Düşük moleküler ağırlıklı düz zincirli aldehitler "çim benzeri", "taze" ve "çiçek" kokularına sahiptir, ancak yüksek moleküler ağırlıklı dallı zincirli aldehitler ve düz zincirli aldehitler "malt", "yağlı", "sabunlu" ve "mumsu" kokuların oluşumuna neden olmaktadırlar (Collins vd. 2003, Tylewicz vd. 2017).

Haddar (2017) tarafından yapılan çalışmada yayık tereyağlarının 60. depolama gününde 28.11 mg/kg düzeyinde hakzanal bileşeni tespit edilmiştir. Abubaker (2019) tarafından yapılan bir çalışmada peyniraltı suyu tereyağlarında toplam 6 adet aldehit grubu uçucu bileşen tespit edilmiştir. Bu çalışmada 3.49-5.21 mg/kg arasında değişen miktarlarda hekzanal belirlenmiştir. Bu tez çalışmasında üretilen tereyağı örnekleri ile yukarıda belirtilen çalışmalar arasında aldehit grubu bileşenler bakımından benzerlik bulunmamıştır.

Çizelge 4.24 Tereyağı örneklerinde tespit edilen alkol grubu uçucu bileşenlerin miktarları (mg/kg) (n=3)

Alkoller	Depolama (gün)	PST	YT	TKT	EKT
Etanol	1	-	81.93±64.44	-	-
	30	0.16	6.30	-	77.36
	60	0.08	-	-	0.40
Fenol	1	34.30	156.93	-	308.18±184.66
	30	0.10	79.26	7.05	47.56
	60	-	-	1.43	7.85±4.53
	60	30.04	4.92	-	1.23±0.71
1-Hekzanol, 2-etil	1	10.49±6.34	30.74±6.78	10.79	0.57
	30	7.32±6.41	24.20±9.24	6.40	0.52
	60	2.09±1.90	15.95±6.52	-	-
1-Bütanol, 3-metil	1	-	171.62±87.13	-	-
	30	-	99.73±49.99	-	-
	60	-	78.85±54.44	-	-
1-Hekzanol	1	12.73	6.56	-	-
	30	2.96	4.72	0.20	2.37
	60	0.55	-	-	1.58

PST: Peyniraltı suyu tereyağı; YT: Yayıkaltı tereyağı; TKT: Taze krema tereyağı; EKT: Ekşi krema tereyağı.
"-": belirlenemedi.

PST ve EKT örneklerinde 1-bütanol, 3-metil hariç Çizelge 4.24'de yer alan tüm alkol bileşenlerini tespit edilmiştir. YT örneğinde tüm alkol bileşenleri belirlenmiştir. TKT örneğinde etanol ve 1-bütanol, 3-metil hariç tüm alkol bileşenleri saptanmıştır.

Alkoller genellikle yüksek algı eşik değerine sahip olmalarından dolayı süt, tereyağı ve bitkisel yağlar gibi lipit içeren gıdaların aroma özellikleri üzerine önemli derecede katkıda bulunmamaktadırlar. (Toso vd. 2002, Ho ve Shahidi 2005). Fakat, yüksek konsantrasyonlarda bulunan alkol grubu uçucu bileşenler aroma üretebilmektedirler. Yağ asitleri ile ester oluşturma yeteneklerinden dolayı tada da katkıda bulunabilmektedirler. 3-metil-1-butanol, 2-butanol, 2-pentanol ve 2-heptanol gibi bazı birincil ve ikincil alkoller, düşük algılama eşiği değerleri nedeniyle Gorgonzola ve Kaşar peynirlerinin temel koku bileşenleri olarak kabul edilmektedirler (Engels vd. 1997, Curioni ve Bosset 2002, Süleymani ve Hayaloğlu 2016).

Abubaker (2019) tarafından yapılan bir çalışmada peyniraltı suyu tereyağlarında toplam 25 adet alkol grubuna asit uçucu bileşen tespit edilmiştir. Peyniraltı suyu tereyağlarında

belirlenen etanol miktarlarının 2.60-16.87 mg/kg, 1-hekzanol miktarının 3.57-4.90 mg/kg, 1-bütanol, 3-metil miktarının 9.54-34.21 mg/kg arasında değiştiği belirtilmiştir.

PST örneğinde toplam 23 adet uçucu bileşen tespit edilmiştir. Bu bileşenler 4 asit, 1 aldehit, 6 keton, 3 hidrokarbon, 5 ester, 4 alkol gruplarından oluşmaktadır. YT örneğinde toplam 18 adet uçucu bileşen tespit edilmiştir. Bu bileşenlerin 3 asit, 2 aldehit, 5 keton, 1 hidrokarbon, 2 ester, 5 alkolden oluştuğu belirlenmiştir. TKT örneğinde toplam 15 adet uçucu bileşen tespit edilmiştir. TKT örneklerine ait uçucu bileşenlerin 4 asit, 6 keton, 2 hidrokarbon, 3 alkol gruplarından oluştuğu belirlenmiştir. TKT örneğinde aldehit ve ester grobu bileşikler tespit edilmemiştir. EKT örneğinde ise toplam 14 adet uçucu bileşen tespit edilmiştir. EKT örneklerine ait uçucu bileşenlerin 3 asit, 5 keton, 2 hidrokarbon, 4 alkol gruplarına dahil olduğu belirlenmiştir. EKT örneğinde aldehit ve ester grubu bileşikler tespit edilmemiştir.

4.2.9 Duyusal Değerlendirme

4.2.9.1 Kontrolden farklılık testi

4.2.9.1.1 Koku

Tereyağı örnekleri ile kontrol örnekleri arasındaki koku özelliği bakımından farklılığın dereceleri Çizelge 4.25'de verilmiştir.

Çizelge 4.25 Tereyağı örnekleri ile kontrol örnekleri arasındaki koku yönünden farklılık testi sonuçları (n=3)

Kontrol Örnekleri	Tereyağı Örnekleri	Koku Yönünden Farklılığın Dereceleri			
		1.Gün	30.Gün	60.Gün	Ortalama
		$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$
TKT	PST	3 ± 0.30	2.95 ± 0.25	3.43 ± 0.58	3.13 ± 0.15
	YT	2.76 ± 0.34	2.81 ± 0.29	3.43 ± 0.58	3 ± 0.22
EKT	PST	2.95 ± 0,33	2.62 ± 0.35	3.43 ± 0.76	3 ± 0.24
	YT	2.62 ± 0.39	2.53 ± 0.39	2.86 ± 0.54	2.67 ± 0.10

PST: Peyniraltı suyu tereyağı; YT: Yayıkaltı tereyağı; TKT: Taze krema tereyağı; EKT: Ekşi krema tereyağı.

Kontrolden farklılık testinde kullanılan skalaya (Çizelge 3.1) göre 1 'fark yok', 2 'çok hafif fark var', 3 'fark var', 4 'büyük fark var', 5 ise 'çok büyük fark var' anlamı taşımaktadır. Uygulanan bu farklılık testinde kontrol örnekleri olan TKT ve EKT örnekleriyle PST ve YT örnekleri arasındaki farklılık incelenmiştir.

Depolama süresi dikkate alınmaksızın PST ve YT örneklerinin kontrol örnekleri ile arasında koku yönünden farklılık olduğu belirlenmiştir. PST örneği ile kontrol örneği olan TKT ve EKT örnekleri arasındaki farklılık koku özelliği bakımından sırasıyla 3.13 ve 3.0 olarak tespit edilmiştir. YT örneği ile kontrol örneği olan TKT ve EKT örnekleri arasındaki farklılık koku özelliği bakımından sırasıyla 3 ve 2.67 olarak belirlenmiştir. Koku özelliği bakımından PST ve YT örnekleri ile kontrol örnekleri arasında olan bu farklılık değerlendirme skalasına göre (Çizelge 3.1) 'fark var' anlamı taşımaktadır ve bu farklılık istatistik olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$).

PST ve YT örneklerinin depolama süresinin ilerlemesine paralel kontrol örnekleri ile arasındaki farklılığın değişiminin artış yönünde olduğu tespit edilmiştir, fakat bu artış istatistik olarak önemli bulunmamıştır (P>0.05).

4.2.9.1.2 Görünüş

Tereyağı örnekleri ile kontrol örnekleri arasındaki görünüş özelliği bakımından farklılığın dereceleri Çizelge 4.26'da verilmiştir.

Çizelge 4.26 Tereyağı örnekleri ile kontrol örnekleri arasındaki görünüş yönünden farklılık testi sonuçları (n=3)

Kontrol Örnekleri	Tereyağı Örnekleri	Görünüş Yönünden Farklılığın Dereceleri			
		1.Gün	30.Gün	60.Gün	Ortalama
		$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$
TKT	PST	2.76 ± 0.42	2.76 ± 0.29	2.76 ± 0.61	2.76 ± 0
	YT	3.33 ± 0.34	3.00 ± 0.36	3.29 ± 0.73	3.21 ± 0.10
EKT	PST	2.86 ± 0.30	2.38 ± 0.54	2.67 ± 0.69	2.64 ± 0.14
	YT	3.19 ± 0.42	2.71 ± 0.50	3.33 ± 0.96	3.08 ± 0.19

PST: Peyniraltı suyu tereyağı; YT: Yayıkaltı tereyağı; TKT: Taze krema tereyağı; EKT: Ekşi krema tereyağı

PST ve YT örnekleri ile kontrol örnekleri (TKT, EKT) arasında görünüş yönünden farklılık olduğu belirlenmiştir ve bu farklılık istatistik olarak önemli bulunmuştur (P<0.01). Panelistler tarafından PST ve YT örneklerinin kontrol örneklerine kıyasla daha sarı renkte olduğu belirtilmiştir.

PST örneği ile kontrol örneği olan TKT ve EKT örnekleri görünüş özelliği bakımından aralarındaki farklılık sırasıyla 2.76 ve 2.64 olarak belirlenmiştir. Değerlendirme skalasına göre (Çizelge 3.1) 'fark var' anlamı taşıyan bu farklılığın istatistik olarak önemli olduğu belirlenmiştir (P<0.01).

YT örneği ile kontrol örneği olan TKT ve EKT örnekleri arasındaki farklılık görünüş özelliği bakımından sırasıyla 3.21 ve 3.08 olarak saptanmıştır. Bu farklılık değerlendirme çizelgesine göre (Çizelge 3.1) 'fark var' anlamı taşımaktadır ve bu farklılık istatistik olarak önemli bulunmuştur (P<0.01).

Kontrolden farklılık testine göre PST ve YT örneklerinin depolama sürelerinin ilerlemesiyle birlikte kontrol örnekleri ile görünüş özelliği bakımından aralarındaki farklılığın değişiminde artış olduğu belirlenmiş, fakat bu artışın istatistik olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir (P>0.05).

4.2.9.1.3 Lezzet

Tereyağı örnekleri ile kontrol örnekleri arasındaki lezzet özelliği bakımından farklılığın dereceleri Çizelge 4.27'de verilmiştir.

Çizelge 4.27 Tereyağı örnekleri ile kontrol örnekleri arasındaki lezzet yönünden farklılık testi sonuçları (n=3)

Kontrol Örnekleri	Tereyağı Örnekleri	Lezzet Yönünden Farklılığın Dereceleri			
		1.Gün	30.Gün	60.Gün	Ortalama
		$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$
TKT	PST	4.28 ± 0.14	3.71 ± 0.30	3.91 ± 0.31	3.97 ± 0.17
	YT	3.67 ± 0.55	3.57 ± 0.14	3.62 ± 0.50	3.62 ± 0.03
EKT	PST	3.95 ± 0.25	3.81 ± 0.35	4 ± 0.50	3.92 ± 0.06
	YT	3.62 ± 0.52	3 ± 0.50	3.57 ± 0.30	3.40 ± 0.20

PST: Peyniraltı suyu tereyağı; YT: Yayıkaltı tereyağı; TKT: Taze krema tereyağı; EKT: Ekşi krema tereyağı

Depolama süreleri dikkate alınmaksızın PST örneği ile kontrol örneği olan TKT ve EKT örnekleri arasındaki farklılık sırasıyla 3.97 ve 3.92 olarak tespit edilmiştir. Bu farklılığın istatistik olarak önemli olduğu saptanmıştır (P<0.01). Değerlendirme skalasına (Çizelge 3.1) göre PST örneği ile kontrol örneği olan TKT ve EKT örnekleri arasında büyük fark olduğu belirlenmiştir.

YT örneği ile kontrol örneği olan TKT ve EKT örnekleri arasındaki farklılık sırasıyla 3.62 ve 3.40 olarak belirlenmiştir. Örnekler arasındaki farklılıklar değerlendirme skalasına göre (Çizelge 3.1) sırayla 'büyük fark var, fark var' anlamı taşımaktadır ve bu farklılık istatistik olarak önemli bulunmuştur (P<0.01).

Lezzet özelliği yönünden PST ve YT örnekleri ile kontrol örnekleri arasındaki farklılık depolama süresinin ilerlemesiyle birlikte artmış fakat bu artış istatistik olarak önemli

bulunmamıştır (P>0.05).

4.2.9.1.4 Yapı

Tereyağı örnekleri ile kontrol örnekleri arasındaki yapı özelliği bakımından farklılığın dereceleri Çizelge 4.28'de verilmiştir.

Çizelge 4.28 Tereyağı örnekleri ile kontrol örnekleri arasındaki yapı yönünden farklılık testi sonuçları (n=3)

Kontrol Örnekleri	Tereyağı Örnekleri	Yapı Yönünden Farklılığın Dereceleri			
		1.Gün	30.Gün	60.Gün	Ortalama
		$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$
TKT	**PST**	2.76 ± 0.78	2.66 ± 0.58	3.19 ± 0.55	2.87 ± 0.16
	YT	2.05 ± 0.13	2 ± 0.22	2.62 ± 0.29	2.22 ± 0.20
EKT	**PST**	2.86 ± 0.72	2.43 ± 0.72	3.09 ± 0.54	2.79 ± 0.19
	YT	2.19 ± 0.13	2.19 ± 0.29	2.52 ± 0.46	2.30 ± 0.11

PST: Peyniraltı suyu tereyağı; YT: Yayıkaltı tereyağı; TKT: Taze krema tereyağı; EKT: Ekşi krema tereyağı

PST örneği ile kontrol örneği olan TKT ve EKT örnekleri arasındaki yapı özelliği bakımından farklılık sırasıyla 2.87 ve 2.79 olarak belirlenmiştir. Bu farklılık değerlendirme skalasına göre (Çizelge 3.1) 'fark var' anlamı taşımaktadır ve bu farklılık istatistik olarak önemli bulunmuştur (P<0.01).

YT örneği ile kontrol örneği olan TKT ve EKT örnekleri arasındaki farklılık sırasıyla 2.22 ve 2.30 olarak bulunmuştur. Bu farklılık değerlendirme skalasına göre (Çizelge 3.1) 'çok hafif fark var' anlamı taşımaktadır ve bu farklılığın istatistik olarak önemli olduğu belirlenmiştir (P<0.01).

Depolamanın ilerlemesiyle birlikte PST, YT örnekleri ile kontrol örnekleri arasındaki değişimde artış olduğu görülmektedir fakat bu değişim istatistik olarak önemli bulunmamıştır (P>0.05).

4.2.9.2 Puanlama testi

Tereyağı örneklerinin koku, görünüş, lezzet, yapı ve genel kabul edilebilirlik yönünden duyusal değerlendirme (puanlama) sonuçlarına ait ortalamalar ve standart hataları Çizelge 4.29'da verilmiştir.

Çizelge 4.29 Tereyağı örneklerinin puanlama testi sonuçları

Puanlama Testi					
Özellikler	**Depolama (Gün)**	**Peyniraltı suyu Tereyağı**	**Yayıkaltı Tereyağı**	**Taze Krema Tereyağı**	**Ekşi Krema Tereyağı**
		$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$
Koku	**1**	7.19 ± 0.42	7.38 ± 0.39	7.86 ± 0.22	8.38 ± 0.47
	30	6.71 ± 0.49	6.67 ± 0.96	8.14 ± 0.16	8.48 ± 0.05
	60	5.71 ± 0.87	6.67 ± 0.49	7.24 ± 0.86	7.76 ± 0.67
	Ortalama	6.54 ± 0.44	6.91 ± 0.24	7.75 ± 0.27	8.21 ± 0.23
Görünüş	**1**	8.33 ± 0.45	9.05 ± 0.19 ^{a*}	8.62 ± 0.21 ^{a*}	8.52 ± 0.29 ^{a*}
	30	8.10 ± 0.27	8.52 ± 0.09 ^{b*}	8.76 ± 0.24 ^{a*}	8.62 ± 0.38 ^{a*}
	60	7.95 ± 0.42	7.95 ± 0.54 ^{b*}	8.05 ± 0.25 ^{b*}	7.95 ± 0.34 ^{b*}
	Ortalama	8.13 ± 0.11	8.51 ± 0.32	8.48 ± 0.22	8.36 ± 0.21
Lezzet	**1**	6.05 ± 0.53 ^{a**}	7.05 ± 0.80 ^{a**}	8.10 ± 0.13 ^{a**}	8.62 ± 0.09 ^{a**}
	30	5.76 ± 0.17 ^{a**}	6.62 ± 0.87 ^{a**}	7.76 ± 0.10 ^{a**}	8.23 ± 0.13 ^{a**}
	60	4.05 ± 0.96 ^{b**}	6.29 ± 0.59 ^{b**}	6.81 ± 0.74 ^{b**}	7.62 ± 0.33 ^{b**}
	Ortalama	5.29 ± 0.62 ^{b**}	6.65 ± 0.22 ^{ab**}	7.56 ± 0.39 ^{a**}	8.16 ± 0.29 ^{a**}
Yapı	**1**	7.09 ± 1.02 ^{a**}	8.38 ± 0.58 ^{a**}	8.57 ± 0.22 ^{a**}	8.71 ± 0.08 ^{a**}
	30	6.95 ± 1.13 ^{a**}	7.95 ± 0.41 ^{a**}	8.33 ± 0.25 ^{a**}	8.48 ± 0.21 ^{a**}
	60	6.14 ± 1.09 ^{b**}	7.82 ± 0.46 ^{b**}	7.52 ± 0.55 ^{b**}	7.62 ± 0.38 ^{b**}
	Ortalama	6.73 ± 0.30	8.05 ± 0.17	8.14 ± 0.32	8.27 ± 0.33
Genel Kabul edilebilirlik	**1**	6.14 ± 0.43 ^{a**}	7.43 ± 0.72 ^{a**}	8.24 ± 0.21 ^{a**}	8.62 ± 0.21 ^{a**}
	30	5.95 ± 0.31 ^{a**}	6.81 ± 0.83 ^{a**}	8.05 ± 0.17 ^{a**}	8.33 ± 0.25 ^{a**}
	60	5.05 ± 0.78 ^{b**}	6.67 ± 0.88 ^{b**}	7.29 ± 0.92 ^{b**}	7.71 ± 0.44 ^{b**}
	Ortalama	5.71 ± 0.34 ^{b*}	6.97 ± 0.23 ^{ab*}	7.86 ± 0.29 ^{a*}	8.22 ± 0.27 ^{a*}

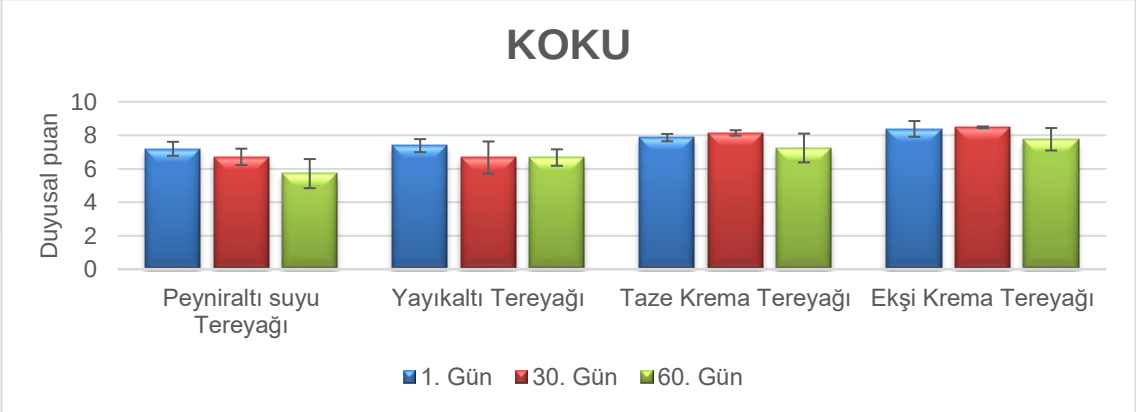
**Grup ortalamaları arasında fark istatistik olarak P<0.01 düzeyinde önemlidir. Farklı gruplar harfle üssel olarak gösterilmiştir.

*Aynı satır üzerinde yer alan depolama süresindeki farklılık istatistik olarak P<0.05 düzeyinde önemlidir. Farklı gruplar harfle üssel olarak gösterilmiştir.

**Aynı satır üzerinde yer alan depolama süresindeki farklılık istatistik olarak P<0.01 düzeyinde önemlidir. Farklı gruplar harfle üssel olarak gösterilmiştir.

4.2.9.2.1 Koku

Tereyağı örneklerinin depolama süresi boyunca koku özelliğine ait sonuçlar Şekil 4.1'de sunulmuştur.



Şekil 4.1 Tereyağı örneklerinin depolama süresince koku özelliği bakımından değişimi (n=3)

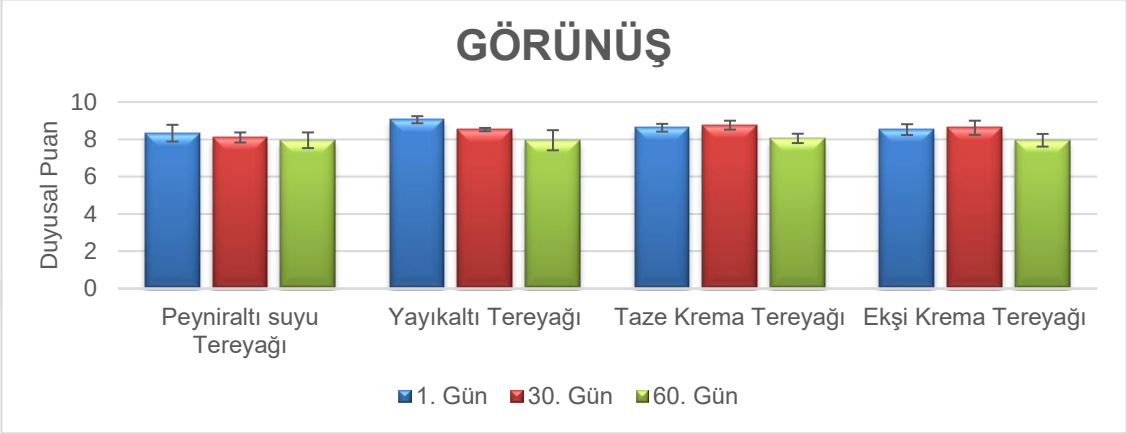
Tereyağı örnekleri yapılan puanlama testinde 10 tam puan üzerinden değerlendirilmiştir.

Puanlama testi sonucunda depolama süresi dikkate alınmaksızın PST, YT, TKT ve EKT örneklerinin koku özelliği bakımından ortalama değerleri Çizelge 4.29'a göre sırayla 6.54, 6.91, 7.75, 8.21 olarak belirlenmiştir. Örneklerin koku özelliği bakımından aralarındaki farklılığın istatistik olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$).

Puanlama testi sonucuna göre (Şekil 4.1) depolama süresinin ilerlemesiyle birlikte tereyağı örneklerinin koku puanlarının azaldığı saptanmıştır. Tereyağı örneklerinin depolama süresindeki koku özelliğine ait puan değerlerinin değişimi (Şekil 4.1) istatistik olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ($P>0.05$).

4.2.9.2.2 Görünüş

Tereyağı örneklerinin depolama süresi boyunca görünüş özelliğine ait sonuçlar Şekil 4.2'de sunulmuştur.



Şekil 4.2 Tereyağı örneklerinin depolama süresince görünüş özelliği bakımından değişimi (n=3)

Çizelge 4.29'a göre tereyağı örneklerinin görünüş özelliği yönünden ortalama puan değerlerinin 8.13 ile 8.51 arasında olduğu belirlenmiştir. Görünüş özelliği bakımından YT örneği en yüksek puan değerine sahip olduğu, PST örneğinin ise en düşük puan değerine sahip olduğu saptanmıştır. Panelistler tarafından yapılan puanlama testi sonuçlarına göre tereyağı örneklerinin görünüş özelliği yönünden benzer olduğu belirlenmiş, depolama süresi boyunca yüksek puan değerlerine sahip oldukları belirlenmiştir. Örneklerin görünüş özelliği bakımından aralarındaki farklılık istatistik olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$).

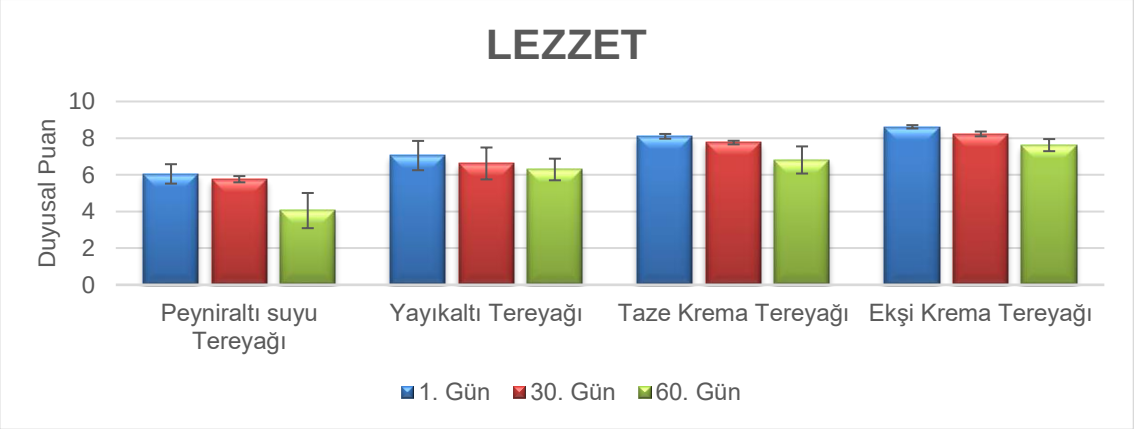
Şekil 4.2'ye göre tereyağı örneklerinin depolama süresinin ilerlemesiyle birlikte görünüş özellikleri bakımından değişimin azalma yönünde olduğu belirlenmiştir. PST örneğinin görünüş özelliği bakımından puan değerlerinin düştüğü belirlenmiş fakat bu düşüş istatistik olarak önemli bulunmamıştır ($P>0.05$).

YT örneğinin görünüş özelliği bakımından 1. depolama günü ile diğer depolama günleri arasındaki değişim istatistik olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

TKT ve EKT örneklerinin depolama süresinde görünüş özelliği yönünden 60. Depolama günlerinde belirlenen değişimin istatistik olarak önemli olduğu saptanmıştır (P<0.05).

4.2.9.2.3 Lezzet

Tereyağı örneklerinin depolama süresi boyunca lezzet özelliğine ait sonuçlar Şekil 4.3'de sunulmuştur.



Şekil 4.3 Tereyağı örneklerinin depolama süresince lezzet özelliği bakımından değişimi (n=3)

Çizelge 4.29'a göre tereyağı örneklerinin lezzet özelliği bakımından ortalama puan değerlerinin 5.29 ile 8.16 arasında olduğu belirlenmiştir. Lezzet özelliği bakımından EKT örneği en yüksek puan değerine sahip olduğu, PST örneğinin ise en düşük puan değerine sahip olduğu saptanmıştır. Lezzet özelliği bakımından PST ile YT örneğinin puan değerleri arasındaki farklılık istatistik olarak önemsiz iken (P>0.05), PST örneği ile TKT ve EKT örneklerinin puan değeri arasındaki farklılık istatistik olarak önemli olduğu belirlenmiştir (P<0.01). Panelistler tarafından tüm tereyağı örneklerinde ileri bir tat bozukluğu algılanmazken, yalnızca PST örneklerinde hafif ransid tat algılanmıştır.

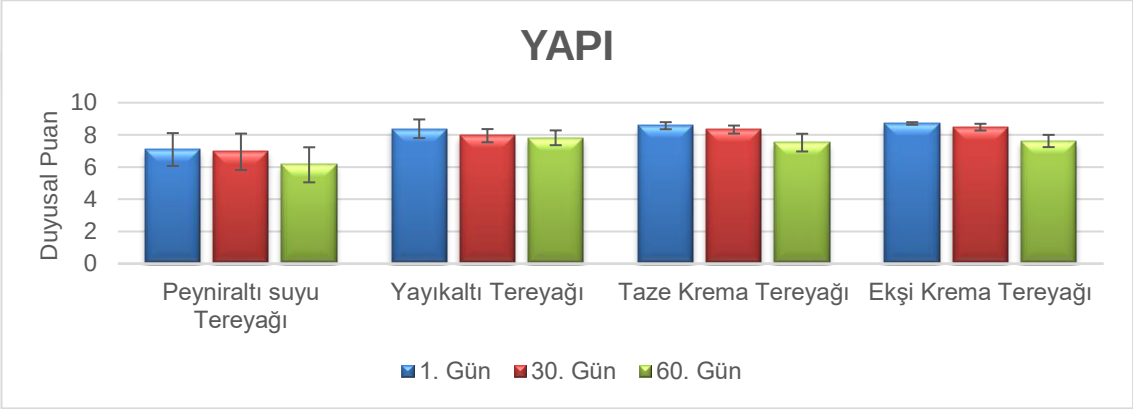
Jinjarak vd. (2006) tarafından yapılan çalışmada deneysel olarak üretilen ve ticari olarak temin edilen peyniraltı suyu tereyağlarının ransid tada sahip olduğu belirtilmiştir.

Tüm tereyağı örneklerinde depolama süresinin ilerlemesiyle birlikte lezzet özelliği

bakımından puan değerleri azaldığı saptanmıştır. Depolama süresindeki istatistik olarak önemli değişiklik tüm tereyağı örneklerinin 60. depolama gününde olduğu belirlenmiştir ($P<0.01$).

4.2.9.2.4 Yapı

Tereyağı örneklerinin depolama süresi boyunca yapı özelliğine ait sonuçlar Şekil 4.4'de sunulmuştur.



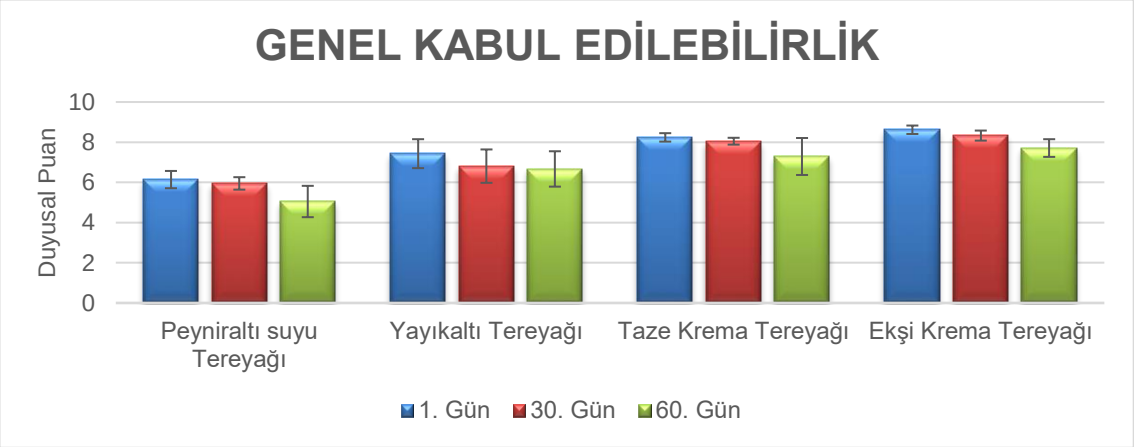
Şekil 4.4 Tereyağı örneklerinin depolama süresince yapı özelliği bakımından değişimi (n=3)

Puanlama testi sonucunda depolama süresi dikkate alınmaksızın PST, YT, TKT ve EKT örneklerinin yapı özelliği bakımından ortalama değerleri Çizelge 4.29'a göre sırasıyla 6.73, 8.05, 8.14, 8.27 olarak belirlenmiştir. Örneklerin yapı özelliği bakımından aralarındaki farklılık istatistik olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$).

Tüm tereyağı örneklerinde depolama süresinin artışıyla birlikte yapı özelliği bakımından puan değerleri azalmıştır. Depolama süresindeki istatistik olarak önemli değişiklik tüm tereyağı örneklerinde 60. depolama gününde olduğu belirlenmiştir ($P<0.01$).

4.2.9.2.5 Genel kabul edilebilirlik

Tereyağı örneklerinin depolama süresi boyunca genel kabul edilebilirlik özelliğine ait sonuçlar Şekil 4.5'de sunulmuştur.



Şekil 4.5 Tereyağı örneklerinin depolama süresince genel kabul edilebilirlik özelliği bakımından değişimi (n=3)

Çizelge 4.29'a göre tereyağı örneklerinin genel kabul edilebilirlik özelliği bakımından ortalama puan değerlerinin 5.71 ile 8.22 arasında olduğu b elirlenmiştir. Genel kabul edilebilirlik özelliği bakımından EKT örneği en yüksek puan değerine sahip olduğu, PST örneğinin ise en düşük puan değerine sahip olduğu saptanmıştır. Genel kabul edilebilirlik özelliği yönünden PST örneği ile YT örneği arasındaki farklılık istatistik olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ($P>0.05$). PST örneği ile TKT ve EKT örneği arasındaki genel kabul edilebilirlik özelliği bakımından farklılıklarının istatistik olarak önemli olduğu bulunmuştur ($P<0.05$).

Tüm tereyağı örneklerinde depolama süresinin artışıyla birlikte genel kabul edilebilirlik yönünden puan değerleri azaldığı saptanmıştır. Bu azalmanın tüm tereyağı örneklerinin 60. depolama gününde istatistik olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.01$).

Tereyağı örneklerinin ortalama değerlerine dair puan tanımları puan skalasına göre (Çizelge 3.2) PST için, 'orta üstü'. YT için 'oldukça iyi', TKT ve EKT için 'iyi' şeklindedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tez çalışmasından elde edilen veriler doğrultusunda tereyağı üretiminde hammadde olarak kullanılmayan fakat peynir ve tereyağı üretimi esnasında yüksek miktarlarda açığa çıkan peyniraltı suyu ve yayıkaltından elde edilen kremaların tereyağı üretiminde hammadde olarak kullanılabilirliği incelenmiştir. Peyniraltı suyu tereyağına uygulanan fiziksel, kimyasal ve duyusal analizlerden elde edilen veriler doğrultusunda;

• Peyniraltı suyu tereyağının (PST) serum pH değerleri Taze krema tereyağı (TKT) ile benzer olduğu, Ekşi krema tereyağı (EKT) arasında istatistik olarak önemli farklılık olduğu saptanmıştır. Peyniraltı suyu tereyağının (PST) depolama süresinin ilerlemesiyle birlikte serum pH değerlerindeki değişim kontrol örneklerine kıyasla çok daha düşük olduğu belirlenmiştir.

• Peyniraltı suyu tereyağı (PST) ile kontrol örnekleri (TKT ve EKT) arasında titrasyon asitliği (SH°) değerleri yönünden fark olmadığı belirlenmiştir. PST örneklerinin depolama süresince titrasyon (SH°) özelliği bakımından değişimi kontrol örneklerine kıyasla çok daha düşük olduğu saptanmıştır.

• Peyniraltı suyu tereyağının (PST) asit değerleri ve serbest yağ asitleri miktarları kontrol örneklerine (TKT ve EKT) kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bun farklılığın nedeninin peynire işlenen süt ile, peynir üretiminde (enzimle pıhtılaştırma veya asitle pıhtılaştırma gibi) uygulanan yöntem ve peyniratlı suyu tereyağı elde edilene kadar geçen sürede meydana gelen kimyasal reaksiyonlardan kaynaklandığı düşünülmektedir. PST örneklerinde depolama süresince asit değeri ve serbest yağ asitleri miktarı yönünden meydana gelen değişim kontrol örneklerine kıyasla çok daha düşük olduğu saptanmıştır.

• PST örneklerinin kaprik asit ($C_{10:0}$), miristik asit ($C_{14:0}$), stearik asit ($C_{18:0}$) ve oleik asit ($C_{18:1}$) miktarı diğer örneklere kıyasla daha yüksek olduğu saptanmıştır.

• Peyniraltı suyu tereyağının (PST) peroksit sayılarına ilişkin özellikleri kontrol örnekleri

(TKT ve EKT) ile benzer olduğu belirlenmiştir. PST örneklerinin peroksit sayılarının depolama süresince değişimi kontrol örneklerine kıyasla daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

• Tekstürel (sertlik) açıdan Peyniraltı suyu tereyağı (PST) ile kontrol örnekleri (TKT ve EKT) arasında önemli bir farklılık olmadığı saptanmıştır.

• Peyniraltı suyu tereyağı (PST) kontrol örneklerine kıyasla daha yüksek uçucu bileşen miktarına sahip olduğu belirlenmiştir. Heptanoik asit, hekzanoik asit etil ester, laurik asit etil ester, bütanoik asit etil ester, oktanok asit etil ester, dekanoik asit etil ester, 1-okten, pentanal, stiren, 8-nonen-2-one, 2-pentanon, 2-oktanon kontrol örneklerinde belirlenmemiş, peyniraltı suyu tereyağında tespit edilmiştir.

• Yapılan duyusal değerlendirme sonuçları incelendiğinde PST ile kontrol örnekleri (TKT ve EKT) arasında koku, görünüş, lezzet, yapı yönünden önemli farklılık olduğu belirlenmiştir. Bu farklılık özellikle görünüş ve lezzet özelliklerinde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. PST örnekleri kontrol örneklerine kıyasla hafif ransid tada sahip olduğu ve görünüş olarak daha sarı renkte olduğu saptanmıştır.

• Yapılan puanlama testinde koku, görünüş ve yapı özelliği bakımından PST ile diğer tereyağı örnekleri arasında istatistik olarak önemli bir farklılık tespit edilmemiştir. Fakat lezzet ve genel kabul edilebilirlik özellikleri yönünden PST ve diğer tereyağı örnekleri arasında farklılık olduğu belirlenmiştir. PST örneğinin diğer tereyağı örneklerine göre daha düşük puan değerlerine sahip olduğu saptanmıştır.

Yayıkaltı tereyağına uygulanan fiziksel, kimyasal ve duyusal analizlerden elde edilen veriler doğrultusunda;

• Yayıkaltı tereyağının (YT) serum pH değerleri Taze krema tereyağı (TKT) ile benzer olduğu, Ekşi krema tereyağı (EKT) arasında istatistik olarak önemli bir farklılık olduğu saptanmıştır. Yayıkaltı tereyağında depolamanın ilerlemesiyle birlikte serum pH

değerlerinde istatistik olarak önemli bir değişim saptanmazken, kontrol örneklerinde depolama süresindeki bu değişim istatistik olarak önemli bulunmuştur.

• Depolama günleri dikkate alınmaksızın tereyağı örnekleri incelendiğinde en düşük titrasyon asitliği (SH°) değerine sahip örneğin Yayıkaltı tereyağı (YT) olduğu belirlenmiştir. Yayıkaltı tereyağı ile kontrol örnekleri arasında titrasyon asitliği (SH°) bakımından fark önemsiz bulunmuştur. Depolama süresinde titrasyon asitliği yönünden en az değişiklik görülen örneğin Yayıkaltı tereyağı olduğu saptanmıştır.

• Yayıkaltı tereyağının (YT) asit değerleri ve serbest yağ asitleri miktarları kontrol örneklerine (TKT ve EKT) kıyasla daha düşük olduğu tespit edilmiştir. YT örneklerinde depolama süresince asit değeri ve serbest yağ asitleri miktarları yönünden meydana gelen değişim kontrol örneklerine kıyasla çok daha düşük olduğu belirlenmiştir.

• Yayıkaltı tereyağı ile kontrol örnekleri arasında peroksit sayısı bakımından önemli bir farklılık saptanmamıştır. Depolama süresince kontrol örneklerinde meydana gelen değişime rağmen, 60 günlük depolama süresi boyunca Yayıkaltı tereyağlarının peroksit sayılarında değişim tespit edilmemiştir.

• Tekstürel (sertlik) özellik yönünden Yayıkaltı tereyağı (YT) ile kontrol örnekleri (TKT ve EKT) arasında önemli bir farklılık belirlenmemiştir.

• Yayıkaltı tereyağlarında kontrol örneklerine kıyasla daha fazla uçucu bileşen tespit edilmiştir. Oktanoik asit etil ester, dekanoik asit etil ester, stiren, 1-bütanol-3-metil, asetoin kontrol örneklerinde belirlenmemiş, yayıkaltı tereyağlarında saptanmıştır.

• Duyusal değerlendirmeye göre YT ile kontrol örnekleri (TKT ve EKT) arasında koku, görünüş, lezzet, yapı yönünden önemli bir farklılık olduğu belirlenmiştir. Bu farklılığın görünüş ve lezzet özelliklerinde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

• Yapılan puanlama testinde koku, görünüş ve yapı özelliği bakımından YT ile diğer

tereyağı örnekleri arasında önemli bir farklılık tespit edilmemiştir. Fakat lezzet ve genel kabul edilebilirlik özellikleri yönünden Yayıkaltı tereyağı kontrol örneklerine (TKT ve EKT) göre daha düşük puan değerine sahip olduğu belirlenmiştir.

Yapılan analizler sonucunda peyniraltı suyu tereyağı ve yayıkaltı tereyağlarının, bileşim özellikleri yönünden Türk Gıda Kodeksi 'Tereyağı, Diğer Süt Yağı Esaslı Sürülebilir Ürünler ve Sadeyağ Tebliği'ne uygun olduğu tespit edilmiştir. Depolama süresinde kontrol örneklerine kıyasla PST ve YT örneklerinde daha az değişim meydana geldiği saptanmıştır. Buradan hareketle PST ve YT örnekleri kontrol örneklerine kıyasla daha uzun süre depolanabileceği bilgisine varılmaktadır.

Peyniraltı suyu tereyağı ve yayıkaltı tereyağlarının duyusal değerlendirme sonuçları incelendiğinde her iki örnekte özellikle lezzet ve genel kabul edilebilirlik yönünden kontrol örneklerine kıyasla daha düşük puan değerlerine sahip oldukları saptanmıştır. Bunun nedeninin tüketicilerin alışagelmiş lezzetlere olan eğilimlerinin daha yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ek olarak tereyağı üretiminde kullanılan hammadde kremanın nitelikleri, krema eldesinde uygulanan işlemler ürünlerin özellikle duyusal özelliklerini doğrudan etkilemektedir.

Peynir üretiminde kullanılan sütün kalitesi, üretim yöntemi ve uygulanan işlemler, ayrılan peyniraltı suyu kalitesini doğrudan etkilemektedir. Elde edilen peyniraltı suyunun kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri, depolama sıcaklığı/süresi, peyniraltı suyuna uygulanan işlemler, peyniraltı suyundan krema eldesinde uygulanan sıcaklık ve mekanik işlemler doğrudan peyniraltı suyu kremalarından elde edilen tereyağlarının fiziksel, kimyasal özellklerini ve duyusal niteliklerini etkileyecektir. Benzer durum yayıkaltı tereyağları içinde geçerlidir. Peynir ve tereyağı üretiminde yüksek miktarlarda açığa çıkarak artık olarak ayrılan peyniraltı suyu ve yayıkaltı, yağ içeriği değerlendirilmesi gereken önemli hammaddelerdir. Dolayısıyla tereyağı üretiminde kullanılacak olan peyniraltı suyu ve yayıkaltının niteliklerinin araştırılmasına yönelik detaylı çalışmalar yapılması gerekmektedir. Böylelikle hem katma değerli yeni ürünlerin üretimi ile üreticilere ve ülke ekonomisine hem de farklı aroma ve özellikte tereyağı üretiminin sağlanması ürün çeşitliliğinin artmasına katkı sağlanacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Abd El-Salam, M.H., El-Shibiny, S. and Salem, A. 2009. Factors affecting the functional properties of whey protein products. Food Reviews International. 25(3), 251-270.

Abubaker, H. S. 2019. Volatile compounds in whey butter. Doktora tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyomühendislik ve Bilimleri Anabilim Dalı, 74, Kahramanmaraş.

Akyüz, N. 1979. Süt endüstrisinde yan ürünlerin değerlendirilmesi ve önemi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 10, 1-2.

Altuğ Onoğur, T. ve Elmacı Y. 2015. Gıdalarda duyusal değerlendirme. 3. Baskı, Sidas Medya, İzmir

Anonim. 1995. Tereyağı Standardı. TS 1331. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Anonim. 2002. Çiğ Süt Standardı. TS 1018. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Anonim. 2003. Türk Gıda Kodeksi Krema ve Kaymak Tebliği. Tebliğ No: 2003/34.

Anonim. 2005. Türk Gıda Kodeksi Tereyağı, Diğer Süt Yağı Esaslı Sürülebilir Ürünler ve Sadeyağ Tebliği. Tebliğ No: 2005/19.

Anonim. 2015. Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği. Tebliğ No: 2015/06.

Anonim. 2019. Türkiye İstatistik Kurumu.

Atamer, M. 1983. Ankara'da tereyağına işlenen kremaların özellikleri ve bunlardan elde edilen tereyağlarının niteliklerinin saptanması. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süt Teknolojisi Anabilim Dalı. 151, Ankara.

Atamer, M., Senel, E. ve Öztekin, S. 2005. Yoğurttan üretilen tereyağlarının (yayık tereyağı) bazı niteliklerinin belirlenmesi. TÜBİTAK Proje N0: TOGTAG-3035; Ankara.

Atamer, M. ve Sezgin, E. 1984. Tereyağlarında lipolitik ve oksidatif bozulmaların saptanmasında yararlanılan asit ve peroksit değerleri ile aroma arasındaki ilişki. Gıda Dergisi. 9(6); 329 – 334.

Atamer, M., Şenel, E. ve Öztekin F.S. 2006. Yayık tereyağlarında asit, peroksit, tirozin değerleri ile titrasyon asitliğine ilişkin sınır değerlerinin saptanması. Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje No: 2005-07-110-03-HPD; Ankara.

Atamer, M., Şenel, E. and Öztekin, S. 2004. A Traditional Product: yayık tereyağ conventional way of manufacturing and its properties. Recent Developments in Dairy Science and Technology. International Dairy Symposium. 149 – 152. Süleyman Demirel Unıversity. Isparta.

Avşar, Y.K., Karagül-Yüceer, Y., Akdemir-Evrendilek, G. ve Eştürk, O. 2009. Ekonomik Öneme Sahip Geleneksel Peynirlerimizin (Erzincan Tulum Peyniri, Ezine Beyaz Peyniri, Kars Kaşar Peyniri, İzmir Tulum Peyniri) Aroma Profilinin Belirlenmesi ve Orjinalitesinin/Kalitesinin Belirlenmesinde Potansiyel Aroma-aktif Maddelerin Kullanılması. Proje No:104-O-530; Hatay.

Bakırcı, İ., Çelik, Ş. ve Çoşkun, H. 2004. Mezofilik liyofilize starter kültür kullanılarak üretilen tereyağının bazı özellikleri. Gıda. 29(2), 131-136.

Bigelis, R. 1992. Flavour Metabolites and Enzymes from Filamentous Fungi, Food Technology. 46(11), 151-156.

Bilgin, B., Dağlıoğlu, O. and Konyalı, M. 2006. Functionality of bread made with pasteurized whey and/or butter. Italian Journal of Food Science. 3(18), 277-286.

Cadwallader, K.R. and Singh, T.K. 2009. Lactose, Water, Salts and Minor Constituents In: Advanced Dairy Chemistry, Volume 3, Third Edition. Mc Sweeney P.L.H. and Fox P.F. (eds), 631-677.

Carvalho, F., Prazeres, A.R. and Rivas, J. 2013. Cheese whey wastewater: Characterization and treatment. Science of the Total Environment. 445-446; 385-396.

Ceylan, Ö. 2019. Krema soğutma sıcaklığının ve asitlendirme yönteminin tereyağının özellikleri üzerine etkisinin araştırılması. Yüksek lisans tezi. Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 96, Bursa.

Collins, Y.F., McSweeney, P.L. and Wilkinson, M. G. 2003. Lipolysis and free fatty acid catabolism in cheese: a review of current knowledge. International Dairy Journal. 13(11), 841-866.

Corredig, M. and Dalgleish, D. G. 1997. Isolates from Industrial Buttermilk: Emulsifying Properties of Materials Derived from The Milk Fat Globule Membrane. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 45(12), 4595–4600.

Corredig, M. and Dalgleish, D. G. 1998. Buttermilk properties in emulsions with soybean oil as affected by fat globule- Devired Proteins. Journal of Food Science. 63(3), 476–480.

Curioni, P.M.G. and Bosset, J.O. 2002. Key odorants in various cheese types as determined by gas chromatography-olfactometry. International Dairy Journal. 12(2), 959-984.

Deeth, H.C., Fitz-Gerald, C.H. and Snow, A.J. 1983. A Das Choromatografic Method for the Qantitative Determinaiton of Free Acids Milk Products. New Zealand Journal of Dairy Science and Technology. 18; 13-20.

Deeth, H.C. and Fitz – Gerald, C.H. 2006. Lypolytic Enzymes and Hydrolytic Rancidity, In: Advanced Dairy Chemistry Volume 2, Lipids, Third Edition. Edited by P.F.

Fox ve P.L.H. McSweeney (eds), Springer Science + Bussiness Media Inc., 481-556, USA.

Dillehay, D. L., Webb S.K., Schmelz, E.M. and Merill, A. H. 1994. Dietary sphingomyelin inhibits 1,2-dimethylhydrazine-induced colon cancer in CF1 mice. The Journal of Nutrition. 124(5):615–620.

Doğan İ.S. ve Küçüköner E. 1998. Süt Ürünlerinin Unlu Mamullerde Kullanımı. Gıda 23(1), 43-47.

Downey, W.K. 1975. Butter Quality. Dublin, Published by An Foras Taluntais.

Elling, J. L., Duncan, S. E., Keenan, T. W., Eigel, W. N. and Boling J. 1996. Composition and microscopy of reformulated creams from reduced-cholesterol butteroil. Journal of Food Science. 61(1), 48–53.

Engels, W.J.M., Dekker, R., de Jong, C., Neeter, R. and Visser, S. 1997. A comparative study of volatile compounds in the water-soluble fraction of various types of ripened cheese. International Dairy Journal. 7(4), 255-263.

Ergin, G. 1978. Tereyağının dayanıklılığına muhafaza sıcaklığı, krema asitliği ve pastörizasyonu ve tuzlamanın etkileri üzerine bir araştırma. Doçentlik tezi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum.

Ergöz, E. 2017. Manda sütünden üretilen yayık ve krema tereyağlarının nitelikleri. Yüksek lisans tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süt Teknolojisi Bölümü Anabilim Dalı, 40, Ankara.

Ergüllü, E. 1982. Peynir suyu ve lorun bazı özellikleri üzerinde araştırmalar. Gıda. 7(2), 63-66.

Evren, M., Apan, M., Tutkun Şıvgın, E. and Öztürk, R. 2011. Usage of the Whey in the Fermentation Technology. 4th International Congress on Food and Nutrition together with 3rd SAFE Consortium International Congress on Food Safety, 12-14, Vol 2, 987-988, Copenhagen, Denmark.

Gunasekaran, S. and Ak, M.M. 2003. Cheese Reology and Texture. CRC Press LLC, Boca Raton, FL.

Haddar, M. 2017. Yayık Tereyağı üretiminde farklı kültür kullanım olanaklarının araştırılması. Yüksek lisans tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süt Teknolojisi Bölümü Anabilim Dalı, 69, Ankara.

Hayaloğlu, A.A. and Konar, A. 2001. A comparative study on physicochemical and sensorial properties of butter made from yoghurt and cream. Milchwissenschaft, 56 (12), 675 – 677.

Hayaloğlu, A.A. ve Özer, H.B. 2011. Peynir Biliminin Temelleri. Sidas Yayınları, 643, İzmir.

Ho, C.T. and Shahidi, F. 2005. Flavor components of fats and oils, In: Bailey's Industrial Oil and Fat Products. Shahidi, F. John Wiley and Sons (eds), NJ, 387-411, USA.

İnal, T. ve Ergün, Ö. 1990. Süt ve Süt Ürünleri Teknolojisi. Panzehir Kitapevi Yayınları, İstanbul.

Jınjarak, S., Olabı, A., Jımenez-Flores, R. and Walker, J.H. 2006. Sensory, Functional, and Analytical Comparisons of Whey Butter with Other Butters. Journal of Dairy Science. 89(7), 2428–2440.

Kasapcopur, E., Mohammed, A.M. and Colakoglu, A.S. 2021. Effect of Different in Whey Composition on The Physicochemical Proporties of Whey Butter. International Journal of Dairy Technology. 74(3), 535-546.

Kasapçopur, E. 2016. Peyniraltı suyundan üretilen yağların kalite özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek lisans tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 61, Kahramanmaraş.

Kocabaş, Z., Özkan, M.M. ve Başpınar, E. 2013. Temel Biyometri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 1606, Ankara.

Koçak, C. 2015. Peynir Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Yayınları, Ankara.

Kosikowski, F. V. 1979. Whey utilization and whey products. Journal of Dairy Science. 62(7), 1149-1160.

Kurt, A. ve Gülümser, S. 1988. Peynir suyu ve kullanım imkanları. Gıda dergisi. 2(3), 133-141.

Küçük, H. 2013. Süt Endüstrisinde Atık Ürünlerin Değerlendirilmesi ve Önemi. İnönü Üniversitesi IV. Süt ve Süt Hayvancılığı Öğrenci Kongresi. 17 Mayıs; Bursa.

Liu, S.Q., Holland, R. and Crow, V.L. 2004. Esters and their biosynthesis in fermented dairy products: a review. International Dairy Journal. 14(11), 923-945.

Madenci, A.B., Aktaş, K. ve Türker, S. 2013. Yayıkaltının Sağlıklı Beslenme Açısından Önemi ve Fırıncılık Ürünlerinde Kullanımı. Uluslararası 2. Helal ve Sağlıklı Gıda Kongresi, 7-10 Kasım; Konya.

Martini, S. and Herrera, M. L. 2008. Physical properties of shortenings with low-trans fatty acids as affected by emulsifiers and storage conditions. European Journal of Lipid Science and Technology. 110(2), 172–182.

McSweeney, P.L.H. and Sousa, M.J. 2000. Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheeses during ripening. Lait. 80 (3), 293-324.

Meilgaard, M.C., Civille, G.V. and Carr, B.T. 1987. Sensory Evaluation Techniques. CRC Press, 387, New York.

Metin. M., 1983. Süt sanayinde peynir suyunun değerlendirilmesi. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Dergisi. 1(1), 151-159.

Molimard, P. and Spinnler, H.E. 1996. Compounds involved in the flavor of surface mold-ripened cheeses: Origins and properties. Journal of Dairy Science. 79(2), 169- 184.

Morin, P., Jimenez-Flores, R. and Pouliot, Y. 2007. Effect of Processing on the Composition and Microstructure of Buttermilk and Its Milk Fat Globule Membranes. International Dairy Journal. 17(10), 1149–1160.

Morin, P., Pouliot, Y. and Jimenez-Flores, R. 2006. A Comparative Study of The Fractionation of Regular Buttermilk and Whey Buttermilk by Microfiltration. Journal of Food Engineering. 77(3), 521-528.

Mulder, H. and Walstra, P. 1974. The milk fat globule: emulsion science as applied to milk products and comparable foods. Technical Communication, Commonwealth Bureau of Dairy Science and Technology. 296s.

Nadeem, M., Mahud, A., Imran, M. and Khalique, A. 2015. Enhancement of the Oxıdatıve Stabılıty of Whey Butter Through Almond (Prunus Dulcıs) Peel Extract. Journal of Food Processing and Preservation. 39, 591–598.

Öztekin, F.Ş. 2010. Yoğurdun sulandırma oranı ve granüllerin yıkama sayısının yayık tereyağının nitelikleri üzerine etkisi. Yüksek lisans tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, 147, Ankara.

Parodi, P. W. 1999. Conjugated Linoleic Acid and Other Anticarcinogenic Agents of Bovine Milk Fat. Journal of Dairy Science. 82(6), 1339–1349.

Pearson, D. 1974. The assessment of rancidity of oils on a common cholorfm extract with special reference to TBA values i. Journal of the Association of Public Analysts. 12, 73- 76.

Pernetti, M., van Malassen, K. F., Flöter, E. and Bot, A. 2007. Structuring of edible oils by alternatives to crystalline fat. Current Opinion in Colloid & Interface Science. 12(4-5), 221–31.

Pionnier, E. and Hugelshofer, D. 2006. Characterisation of key odorant compounds in cream from different origins with distinct flavours. In: Flavour Science: Recent Developments and Trends. Bredie, W.L.P., Petersen, M.A. (eds), Elsevier, 233-236, Amsterdam.

Pothiraj, C. 2012. Methodology assessment on melting and texture properties of spread during ageing and impact of sample size on the representativeness of the results. Journal of Stored Products and Postharvest Research. 3(10), 137-144.

Rønholt, S., Kirkensgaard, J. J. K., Mortensen, K. and Knudsen, J. C. 2014. Effect of cream cooling rate and water content on butter microstructure during four weeks of storage. Food Hydrocolloids. 34, 169–176.

Rønholt, S., Mortensen, K. and Knudsen, J. C. 2013. The effective factors on the structure of butter and other milk fat-based products. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 12(5), 468-482.

Rueda, R., Sabatel, J. L., Maldonado, J., Molina-Font, J. S. and Gil A. 1998. Addition of Gangliosides to an Adapted Milk Formula Modifies Levels of Fecal Escherichia Coli in Preterm Newborn Infants. The Journal of Pediatrics. 133(1), 90–94.

Sağdıç, A., Arıcı M. and Şimşek, O. 2002. Selection of starters for a traditional Turkish Yayık butter made from yoghurt. Food Microbiology. 19(4), 303 – 312.

Schmelz, E. M., Dillehay, D. L., Webb, S. K., Reiter, A., Adams, J. and Merill, A. H. 1996. Sphingomyelin Consumption Supresses Aberrant Colonic Crypt Foci and Increases The Proportion of Adenomas Versus Adenocarcinomas in CF1 Mice Treated With 1,2-Dimethylhydrazine: Implications for Dietary Sphingolipids and Colon Carcinogenis. Cancer Research. 56(21), 4936–4941.

Schmelz, E. M., Dombrink-Kurtzman, M. A., Roberts, P. C., Kozutsumi, Y., Kawasaki, T. and Merill, A. H. 1998. Induction of apoptosis by fumosinin B1 in HT-29 cells is mediated by the accumulation of endogenous free sphingoid bases. Toxicology and Applied Pharmacology. 148(2), 252–260.

Seydim, A.C., Seydim, Z., Ekinci, F.Y., Demir, N. ve Özdemir, N., 2007. Peynir Altı Suyu Proteini İçeren Aktif Yenilebilir Ambalaj Geliştirilmesi ve Kaşar Peyniri Ambalajı Olarak Kullanılması. TÜBİTAK Proje No: TOVAG-3343.

Sienkiewicz, T. and Riedel C. L. 1990. Whey and Whey Utilization. Publ. By Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen-Buer, Germany, 379.

Sözer, S. ve Yaldız, O. 2006. Sığır gübresi ve peynir altı suyu karışımlarından biyogaz üretimi üzerine bir araştırma. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 19(2), 179-183.

Sulejmani, E. and Hayaloglu, A.A. 2016. Influence of curd heating on proteolysis and volatiles of Kashkaval cheese. Food Chemistry. 211, 160-170.

Şenel, E. 2006. Bazı üretim parametrelerinin yoğurttan üretilen yayık tereyağının nitelikleri üzerine etkisi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, 168, Ankara.

Şimşek, B. 2011. Studies on the storage stability of yayık butter. Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit. 6(2), 175–181.

Toso, B., Procida, G. and Stefanon, B. 2002. Determination of volatile compounds in cows milk using headspace GC-MS. Journal of Dairy Research 69(4), 569-577.

Tunick, M.H., Iandola, S.K. and Van Hekken, D.L. 2013. Comparison of SPME methods for determining volatile compounds in milk, cheese, and whey powder. Foods. 2(4), 534- 543.

Tylewicz, U., Inchingolo, R. and Rodriguez-Estrada, M.T. 2017. Food aroma compounds. In: Nutraceutical and Functional Food Components. Galanakis, C.M. (eds), Academic Press, 297-334, London, UK.

Uraz, T. 1981. Peynir Suyu ve Değerlendirme Şekilleri. Süt ve Mamulleri Teknolojisi. Segem, Yayın No:103, Ankara.

Üçüncü, M. 2005. Süt ve Mamulleri Teknolojisi. Metabasım, Bornova, İzmir.

Vithanage, C. R., Grimson, M. J. and Smith, B. G. 2009. The effect of temperature on the rheology of butter, a spreadable blend and spreads. Journal of Texture Studies. 40(3), 346-369.

Walstra, P. and Jennes, R. 1984. Dairy Chemistry and Physics. Wiley Interscience Publishers, 58 – 197, New York.

Whetstine, M.E., Karagül-Yüceer, Y., Avşar Y.K. and Drake, M.A. 2003. Identification and Quantification of Character Aroma Components in Fres Chevre-Style Goat Cheese. Journal of Food Science. 68(8), 2441-2447.

Wong, P. Y. Y. and Kitts D. D. 2003. A comparison of the butter milk solids functional properties to nonfat dried milk, soy protein isolate, dried egg white, and egg yolk powders. Journal of Dairy Science. 86(3), 746–754.

Wright, A. J., Scanlon, M. G., Hartel, R. W. and Marangoni, A. G. 2001. Rheological properties of milkfat and butter. Journal of Food Science. 66(8), 1056-1071.

Yalçın, S., Doğruer, Y. ve Gürbüz, Ü., 1994. Beyaz peynir ve kaşar peyniri üretiminden elde edilen peyniraltı sularının besin değeri. Veterinarium. 1(1-2), 23- 24.

Yerlikaya, O., Kınık, Ö. ve Akbulut, N., 2010. Peyniraltı suyunun fonksiyonel özellikleri ve peyniraltı suyu kullanılarak üretilen yeni nesil süt ürünleri. Gıda. 35(4), 289-296.

Yüksel, M., Kavaz Yüksel, A. ve Ürüsan, H. 2019. Peyniraltı suyunun çeşitli özellikleri ve kullanım olanakları. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi. 22(3), 114-125.

EK 1 Duyusal Değerlendirme Skalası

Panelistin Adı- Soyadı: **Tarih:**

Ürün:

Farklılık Testi

- İlk olarak Referans tereyağı örneklerini (R1 ve R2) değerlendiriniz.
- Daha sonra sunulan tereyağı örneklerini çizelgede belirtilen özellikler bakımından değerlendirerek referans örnekler ile arasındaki farklılığı yandaki tabloya göre derecelendiriniz.

Farklılık dereceleri

1	Fark yok
2	Çok hafif fark var
3	Fark var
4	Büyük fark var
5	Çok büyük fark var

	R1				R2			
	A	B	C	D	A	B	C	D
Koku								
Görünüş								
Lezzet								
Yapı								

Puanlama Testi

- Sunulan tereyağı örneklerini çizelgede belirtilen özellikler yönünden puan skalasına göre değerlendirerek puanlayınız.

	A	B	C	D
Koku				
Görünüş				
Lezzet				
Yapı				
Genel kabul edilebilirlik				

Puan	Tanım
10	Mükemmel
9	Çok iyi
8	İyi
7	Oldukça iyi
6	Orta üstü
5	Orta
4	Orta altı
3	Sınırda
2	Kötü
1	Aşırı Kötü