

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**FARKLI STARTER KÜLTÜRLERLE ÜRETİLEN TEREYAĞLARININ
ÇEŞİTLİ ÜRETİM AŞAMALARINDA VE DEPOLAMA SÜRESİNCE AROMA
PROFİLLERİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Neşe BADAĞ
DANIŞMAN: Prof. Dr. Yusuf TUNÇTÜRK

VAN - 2017

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**FARKLI STARTER KÜLTÜRLERLE ÜRETİLEN TEREYAĞLARININ
ÇEŞİTLİ ÜRETİM AŞAMALARINDA VE DEPOLAMA SÜRESİNCE AROMA
PROFİLLERİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Neşe BADAK

Bu çalışma YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından **2016-FBE-
YL009(ÖYP)** No'lu proje olarak desteklenmiştir.

VAN - 2017

KABUL VE ONAY SAYFASI

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Prof. Dr. Yusuf TUNÇTÜRK danışmanlığında, Neşe BADAK tarafından sunulan **“Farklı Starter Kültürlerle Üretilen Tereyağlarının Çeşitli Üretim Aşamalarında ve Depolama Süresince Aroma Profillerinin Belirlenmesi ”** isimli bu çalışma Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili hükümleri gereğince 11/08/2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile başarılı bulunmuş ve Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Yusuf TUNÇTÜRK

İmza:

Üye: Doç. Dr. Seval ANDİÇ

İmza:

Üye: Yrd. Doç. Dr. M. Şamil ARGUN

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/..... tarih ve sayılı kararı ile onaylanmıştır.

İmza

Prof. Dr. Suat ŞENSOY

Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Neşe BADAĞ

ÖZET

FARKLI STARTER KÜLTÜRLERLE ÜRETİLEN TEREYAĞLARININ ÇEŞİTLİ ÜRETİM AŞAMALARINDA VE DEPOLAMA SÜRESİNCE AROMA PROFİLLERİNİN BELİRLENMESİ

BADAK, Neşe

Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Yusuf TUNÇTÜRK

Ağustos 2017, 89 sayfa

Bu tez çalışmasında farklı kültür kombinasyonları kullanılarak üretilen tereyağı örneklerinin çeşitli işlem aşamaları ve 30 günlük depolama süresince bazı fiziksel, kimyasal, biyokimyasal ve duyuşal özellikleri ile aroma profillerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Tereyağı örneklerinin kuru madde, yağ ve ham protein oranlarının örnek faktöründen etkilenmediği ancak işlem aşamaları ile depolama süresinin istatistiksel olarak söz konusu değerler üzerinde $P<0.01$ düzeyinde fark oluşturduğu tespit edilmiştir. Örneklerin kuru madde, yağ ve ham protein oranları işlem aşamaları ve depolama süresince sırasıyla % 54.2-81.05, % 47.00-80.00 ve % 0.67-1.49 aralığında değişmiştir. Örnek faktörü, işlem aşamaları ile depolama süresi ve İD x Ö interaksiyonunun, titrasyon asitliği, pH, peroksit ve TBA değerlerini $P<0.01$ düzeyinde etkilediği belirlenmiştir. Örneklerin titrasyon asitliği, pH, peroksit ve TBA değerleri işlem aşamaları ve depolama süresince sırasıyla %0.05-1.78, 4.41-6.35, 0.17-0.725 meq O_2/kg yağ ve 0.25-1.34 mg malonaldehit/kg yağ aralığında değişmiştir. Duyusal analiz sonuçlarına göre genel beğeni puanları arasında istatistiksel açıdan bir fark görülmemiştir ($P<0.05$) ve örneklerin puanları 6.87-7.73 aralığında değişmiştir. GC-MS analizleri sonucunda 6 adet aldehit, 5 adet keton, 4 adet asit, 3 adet alkol ve 2 adet terpen olmak üzere toplam 20 adet uçucu bileşen saptanmıştır. Örnek faktörü, işlem aşamaları / depolama süresi ve İD x Ö interaksiyonunun bu aromatik uçucu bileşenlerin miktarını istatistiksel yönden çok önemli düzeyde ($P<0.01$) etkilediği tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Depolama süresi, İşlem aşamaları, Kültür çeşidi, Tereyağı, Tereyağı aroma, Uçucu bileşenler



ABSTRACT

DETERMINATION OF AROMA PROFILES DURING VARIOUS PRODUCTION STAGES AND STORAGE PERIOD OF BUTTERS PRODUCED WITH DIFFERENT STARTER CULTURES

BADAK, Neşe

M. Sc. Thesis, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Supervisor: Prof. Dr. Yusuf TUNÇTÜRK

Ağustos 2017, 89 pages

In this study, some physical, chemical, biochemical and sensory properties and changes in aroma profiles of butter samples produced by using different culture combinations were examined during various processing steps and 30 days of storage. It was determined that the dry matter, fat and crude protein ratios of butter samples were not affected by the sample factor, but the process steps and storage period caused statistically difference on the mentioned values at $P < 0.01$ level. The dry matter, fat and crude protein ratios of the samples varied between 54.2-81.05 %, 47.00-80.00 % and 0.67-1.49 %, respectively, during the processing steps and storage. It was determined that the sample factor, process steps, storage period and ID x O interaction affect titration acidity, pH, peroxide and TBA values at $P < 0.01$ level. The titration acidity, pH, peroxide and TBA values of the samples varied between 0.05-1.78 %, 4.41-6.35, 0.17-0.725 meq O₂ /kg fat and 0.25-1.34 mg malonaldehyde /kg fat interval during the processing steps and storage, respectively. According to sensory analysis results, statistically significant difference was not found among the general acceptance scores ($P < 0.05$) and the scores of the samples changed between 6.87-7.73 interval. Totally 20 volatile compounds were determined by GC-MS analysis which are 6 aldehydes, 5 ketones, 4 acids, 3 alcohols and 2 terpenes compound. It has been determined that the sample factor, process steps / storage period, and ID x O interaction significantly affect the amount of these aromatic volatile components ($P < 0.01$), statistically.

Keywords: Butter, Butter aroma, Culture type, Processing stages, Storage time, Volatile component



ÖNSÖZ

Gıdaların tercih edilmesi ve tüketilmesi insanların tatma, görme, koklama gibi duyularının uyarılmasıyla ilgilidir. Gıdaların aroma özellikleri ile beraber görünüşü ve yapısal özellikleri o gıdanın tercih edilmesinde önemli derecede etkili olmaktadır Türkiye’de tereyağı sektörünün en önemli sorunlarından biri arzu edilen tat ve aromaya sahip tereyağlarının az bulunmasıdır. Bu durum ülkemizde tereyağı üretiminin genellikle kültür kullanılmadan yapılmasından, tatlı kremlerin pastörize edilmede olgunlaştırılmasından ya da pastörize edilen kremlerde doğru starterlerle olgunlaştırılmamasından kaynaklanmaktadır. Bu tez çalışmasında farklı starter kültür kombinasyonları kullanılarak üretilen tereyağlarının bazı özellikleri incelenerek istenen tat ve aromaya sahip tereyağı üretimi için yapılacak optimizasyon çalışmalarına zemin hazırlanması amaçlanmıştır.

Tez çalışmam ve Yüksek lisans öğrenimim boyunca bilgisini, tecrübesini ve değerli zamanını esirgemeyerek bana her fırsatta yardımcı olan değerli hocam Prof. Dr. Yusuf TUNÇTÜRK’e en içten dileklerle teşekkür ederim. Çalışmalarım sırasında ilgi ve deneyimlerini esirgemeyen Dr. Mubin KOYUNCU’ya ve tüm Yüzüncü Yıl Üniversitesi Gıda Mühendisliği ailesine ve çalışmamızı maddi yönden destekleyen Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığına teşekkürü borç bilirim.

Çalışmalarımın her aşamasında maddi ve manevi olarak her zaman yanımda olan eşim M. Utku BADAĞ’a ve beni bugünlere getiren şefkatleri ve dualarıyla destekçim olan aileme ve özellikle üzerimdeki hakkı ödenmeyecek olan dedem Cuma ÇİFTÇİ’ye sonsuz sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

2017

Neşe BADAĞ



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖN SÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
ÇİZELGELER LİSTESİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR	xv
EKLER DİZİNİ	xvii
1. GİRİŞ	1
1.1. Tereyağının Yapısı ve Bileşimi	2
1.2. Tereyağının Üretimi	4
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ	11
3. MATERYAL VE YÖNTEM	17
3.1. Materyal	17
3.2. Yöntem	17
3.2.1. Tereyağı üretimi	17
3.2.2. Fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal analizler	18
3.2.2.1. Kurumadde oranının belirlenmesi	18
3.2.2.2. Yağ oranının belirlenmesi	18
3.2.2.3. Ham protein oranının (toplam azotlu maddelerin) belirlenmesi	18
3.2.2.4. Titrasyon asitliği değerinin belirlenmesi	19
3.2.2.5. pH değerinin belirlenmesi	19
3.2.2.6. Peroksit değerinin belirlenmesi	20
3.2.2.7. Tiyoarbitürik asit (TBA) analizi	20
3.2.3. Duyusal analizler	21
3.2.4. Kromatografik analizler	23
3.2.4.1. Uçucu bileşenlerin analizi	23
3.2.5. İstatistiksel analizler	24
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	25
4.1. Kimyasal, Fiziksel ve Biyokimyasal Özellikler	25

	Sayfa
4.1.1. Kurumadde oranı.....	25
4.1.2. Yağ oranı.....	28
4.1.3. Ham protein oranı.....	30
4.1.4. Titrasyon asitliği değeri.....	33
4.1.5. pH değeri.....	36
4.1.6. Peroksit değeri.....	39
4.1.7. TBA değeri.....	42
4.2. Duyusal Özellikler	46
4.2.1. Görünüş	46
4.2.1.1. Renk.....	46
4.2.1.2. Yapı sıklığı	47
4.2.2. Koku – tat.....	48
4.2.2.1. Yabancı tat ve koku	48
4.2.2.2. Süt tadı.....	49
4.2.2.3. Ekşilik.....	50
4.2.2.4. Ransidite	51
4.2.3. Tekstür.....	52
4.2.3.1. Kesilebilirlik	52
4.2.3.2. Sürülebilirlik.....	53
4.2.4. Genel beğeni	54
4.3. Kromatografik Özellikler.....	57
4.3.1. Uçucu bileşenler.....	57
4.3.1.1. Ketonlar	57
4.3.1.2. Aldehitler	60
4.3.1.3. Asitler	63
4.3.1.4. Alkoller.....	65
4.3.1.5. Terpenler.....	68
5. SONUÇ.....	71
KAYNAKLAR.....	73
EKLER	81
ÖZGEÇMİŞ.....	89

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Sürekli sitemde tereyağı üretimi.....	5
Şekil 1.2. Sitratın Laktik asit bakterileri tarafından metabolize edilmesi.	9
Şekil 4.1. Farklı işlem aşamalarında tereyağı örneklerine ait ortalama kuru madde oranlarının (%) değişimi.	27
Şekil 4.2. Farklı işlem aşamalarında tereyağı örneklerine ait ortalama yağ oranlarının (%) değişimi.	30
Şekil 4.3. Farklı işlem aşamalarında tereyağı örneklerine ait ortalama ham protein oranlarının (%) değişimi.	33
Şekil 4.4. Farklı işlem aşamalarında tereyağı örneklerinin titrasyon asitliği değerlerinin (%) değişimi.....	35
Şekil 4.5. Depolama süresince tereyağı örneklerinin titrasyon asitliği değerlerinin (%) değişimi.....	36
Şekil 4.6. Farklı işlem aşamalarında tereyağı örneklerinin pH değerlerinin değişimi. ..	38
Şekil 4.7. Depolama süresince tereyağı örneklerinin pH değerlerinin değişimi.	39
Şekil 4.8. Farklı işlem aşamalarında tereyağı örneklerinin peroksit değerlerinin (meq O ₂ /kg yağ) değişimi.	42
Şekil 4.9. Depolama süresince tereyağı örneklerinin peroksit değerlerinin (meq O ₂ /kg yağ) değişimi.	42
Şekil 4.10. Farklı işlem aşamalarında tereyağı örneklerinin TBA değerlerinin (mg malonaldehit/kg yağ) değişimi.	45
Şekil 4.11. Depolama süresince tereyağı örneklerinin TBA değerlerinin (mg malonaldehit/kg yağ) değişimi.	45

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 1.1. Süt ve tereyağının bileşimi	2
Çizelge 3.1. Duyusal analiz formu	22
Çizelge 4.1. Tereyağı örneklerinin kuru madde oranlarına (%) ait varyans analiz sonuçları	26
Çizelge 4.2. Tereyağı örneklerinin kuru madde oranlarına (%) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları	26
Çizelge 4.3. Tereyağı örneklerinin yağ oranlarına (%) ait varyans analiz sonuçları.....	28
Çizelge 4.4.Tereyağı örneklerinin yağ oranlarına (%) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	29
Çizelge 4.5. Tereyağı örneklerinin ham protein oranlarına (%) ait varyans analiz sonuçları	31
Çizelge 4.6. Tereyağı örneklerinin ham protein oranlarına (%) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları	32
Çizelge 4.7. Tereyağı örneklerinin titrasyon asitliği değerlerine (%) ait varyans analiz sonuçları.....	34
Çizelge 4.8. Tereyağı örneklerinin titrasyon asitliği değerlerine (%) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları	34
Çizelge 4.9. Tereyağı örneklerinin pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	37
Çizelge 4.10. Tereyağı örneklerinin pH değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	37
Çizelge 4.11. Tereyağı örneklerinin peroksit değerlerine (meq O ₂ /kg yağ) ait varyans analiz sonuçları.....	40
Çizelge 4.12. Tereyağı örneklerinin peroksit değerlerine ait (meq O ₂ /kg yağ) Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları	40
Çizelge 4.13. Tereyağı örneklerinin TBA değerlerine ait (mg malonaldehit/kg yağ) varyans analiz sonuçları.....	43

Çizelge 4.14. Tereyağı örneklerinin TBA değerlerine ait (mg malonaldehit/kg yağ) Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları	44
Çizelge 4.15. Tereyağı örneklerinin renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları	46
Çizelge 4.16. Tereyağı örneklerinin yapı sıklığı değerlerine ait varyans analiz sonuçları	47
Çizelge 4.17. Tereyağı örneklerinin yabancı tat ve koku değerlerine ait varyans analiz sonuçları	48
Çizelge 4.18. Tereyağı örneklerinin süt tadı değerlerine ait varyans analiz sonuçları...	50
Çizelge 4.19. Tereyağı örneklerinin ekşilik değerlerine ait varyans analiz sonuçları	51
Çizelge 4.20. Tereyağı örneklerinin acılık değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	52
Çizelge 4.21. Tereyağı örneklerinin kesilebilirlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları	53
Çizelge 4.22. Tereyağı örneklerinin sürülebilirlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları	54
Çizelge 4.23. Tereyağı örneklerinin genel beğeni değerlerine ait varyans analiz sonuçları	55
Çizelge 4.24. Tereyağı örneklerinin duyuşal değerlendirme puanlarının Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	56
Çizelge 4.25. Tereyağı örneklerinin keton bileşenlerine ait varyans analiz testi sonuçları	59
Çizelge 4.26. Tereyağı örneklerinin keton bileşenlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	59
Çizelge 4.27. Tereyağı örneklerinin aldehit bileşenlerine ait varyans analiz testi sonuçları	61
Çizelge 4.28. Tereyağı örneklerinin aldehit bileşenlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	61

Çizelge 4.29. Tereyağı örneklerinin asit bileşenlerine ait varyans analiz testi sonuçları.....	64
Çizelge 4.30. Tereyağı örneklerinin asit bileşenlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	64
Çizelge 4.31. Tereyağı örneklerinin alkol bileşenlerine ait varyans analiz testi sonuçları.....	67
Çizelge 4.32. Tereyağı örneklerinin alkol bileşenlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	67
Çizelge 4.33. Tereyağı örneklerinin terpen bileşenlerine ait varyans analiz testi sonuçları.....	69
Çizelge 4.34. Tereyağı örneklerinin terpen bileşenlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	69



SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklamalar
°C	Santigrat derece
dk	Dakika
g	Gram
kg	Kilo gram
L	Litre
meq	Miliekivalan
mg	Miligram
mm	Mililitre
µm	Mikrometre
M	Molarite
nm	Nanometre
N	Normalite
Ppm	Milyonda bir birim

Kısaltmalar

GC	Gaz kromatografisi
MS	Kütle spektrometresi
MA	Malonaldehit
KO	Kareler ortalaması
SD	Standart sapma
TBA	Tiyobarbütirik asit
TS	Türk standartları



EKLER DİZİNİ

Ek	Sayfa
Ek 1. Tereyağı örneklerinde işlem aşamaları ve depolama süresince saptanan keton bileşenleri	81
Ek 2. Tereyağı örneklerinde işlem aşamaları ve depolama süresince saptanan aldehit bileşenleri	83
Ek 3. Tereyağı örneklerinde işlem aşamaları ve depolama süresince saptanan asit bileşenleri	85
Ek 4. Tereyağı örneklerinde işlem aşamaları ve depolama süresince saptanan alkol ve terpen bileşenleri	87



1. GİRİŞ

Temel gıda maddelerinden biri olan süt, insan beslenmesinde çok önemli bir yere sahip olup, doğrudan süt şeklinde ya da farklı tat, aroma, yapı ve şekillere sahip ürünlere dönüştürülerek tüketilmektedir (Galvano ve ark., 1998). Süt, insanın gelişimi, yaşamını sürdürmesi ve büyümesi için gerekli besin maddelerinin hemen hemen tümünü içermektedir. Bu nedenle süt, insan beslenmesi için ideal bir gıda olup tek başına insanın besin ihtiyacını uzun bir süre karşılayabilmektedir (Tekinşen, 1996). Ancak süt çabuk bozulabilen, hacimli ve nakledilmesi zor bir besin maddesi olduğu için daha dayanıklı ürünlere dönüştürülmesi gerekmektedir. Tereyağı bu ürünlerin başında gelmektedir (Ergin, 1989; Demirci ve ark., 1991; Konar, 1996; Hayaloğlu, 1999).

Tereyağı, temel olarak hammaddesi süt yağının konsantre olarak bulunduğu kremanın olgunlaştırılması ve yayıklanmasıyla üretilen, üretilen bir süt ürünüdür. Tereyağı çoğunlukla beyazdan sarımsı renge, kokusuzdan hafif mayhoş kokuya ve tatlıdan ekşimsi tada kadar değişen özelliklerde lezzetli bir süt ürünüdür (Atamer, 1993).

Tereyağı binlerce yıldır bilinmekte olup yemeklerde ve hatta merhem olarak kullanılmış bir üründür. Anadolu'da Urartular'ın M.Ö. 8000 yılına ait kayıtlarında tereyağına ait bilgilere rastlanılmış olup, farklı kaynaklarda tereyağının geçmişinin M.Ö. 3000 yılına kadar uzandığı bildirilmektedir. M.Ö. 2500 yılında, antik dönemlere ait bulgulara Mısırda mumyalaştırılmış tereyağına rastlanmıştır (Atamer, 1993). M.Ö. 2000 yılında Hindistan'da tereyağı beslenme amaçlı tüketilmeye başlanmıştır. Ayrıca M.Ö. 1400 yılına ait bulgulara Firavunun tereyağını, Mısır'da gezileri sırasında yemek listesine aldirdığı görülmüştür. M.S. 5. y.y.'da Hindistan'dan Trakya'ya kadar olan bölgelerde tereyağı üretiminin yapıldığı anlaşılmaktadır. Yine aynı zamanlarda Avrupa'da tereyağının yaygınlaşmaya başladığı, Norveç'te M.S. 8. y.y.'da endüstriyel boyutta tereyağı üretiminin yapıldığı bildirilmiştir (Atamer, 1993; Oysun, 1996). Tereyağı üretim endüstrisinin gerçek anlamda gelişimi 1850'li yıllardan sonra mekanik ayırıcıların kullanılmaya başlanmasıyla olmuştur (Tavlaş Hocalar, 2003). Tereyağı üretiminin artmasına rağmen kişi başına tüketimi son zamanlarda azalmıştır. Bu azalmanın nedenleri arasında beslenme alışkanlıklarının değişmesi, estetik ve ekonomik kaygılar yer elmektedir (Tavlaş Hocalar, 2003).

1.1. Tereyağının Yapısı ve Bileşimi

TS 1331 sayılı Türk Standardına göre “tereyağı, krema (kaymak) ve yoğurdun tekniğine uygun metot ve aletlerle işlenmesi sonucunda elde edilen, gerektiğinde Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliğinde izin verilen katkı maddeleri de katılabilen kendine has tat, kıvam ve kokudaki bir süt ürünüdür.” diye tanımlanır.

Genel olarak yağ içinde su emülsiyonu şeklinde tanımlanan tereyağı katı bir kıvama sahiptir. Tereyağı üretiminde süt, yoğurt veya krema (kaymak) kullanılabilir. Tereyağı yapısında en az % 80 olacak şekilde süt yağı ve en çok % 16 olacak şekilde su bulundurmaktadır. Ayrıca yönetmeliklerde izin verilen su, tuz gibi çeşitli katkı maddeleri içerebilmektedir (Tavlaş Hocalar, 2003; Spreer, 1998). Sütün ve tereyağının bileşenleri Çizelge 1.1’de verilmiştir. Süt ve tereyağının bileşenleri arasında benzerlik görülmesine rağmen bu bileşenlerin oranları oldukça farklıdır. Yağ yüzdesi, tereyağında süte oranla ciddi oranda artarken su, tuz ve laktoz gibi yağ dışındaki bileşenlerin yüzdesi oldukça azalmıştır (Spreer, 1998).

Çizelge 1.1. Süt ve tereyağının bileşimi (Spreer, 1998)

Ortalama Bileşen (%)	Süt	Tereyağı
Yağ	4.2	82.1
Protein	3.4	Yağsız süt kurumaddesi
Laktoz	4.6	
Tuzlar	0.8	
Sitrik asit, vb.	0.2	
Su	86.8	15.6
Tuz	-	0.9
Toplam	100	100

Tereyağı, üretiminde hammadde olarak kullanılan kremanın olgunlaştırılmış olmasına veya olgunlaştırılmamış olmasına bağlı olarak farklı özellikler gösterir (Akın, 2004). Tuzlu olarak üretilen tereyağındaki tuz, geçmişte koruyucu olarak kullanılırken günümüzde tereyağına tat ve aroma kazandırmak amacıyla kullanılmaktadır (Walstra ve ark., 1999). Geçmişte doğal yöntemler ile üretilen kremanın asitliğinin

kendiliğinden gelişmesi beklenirken, günümüzde asitlendirme işlemi bilinçli ve kontrollü olarak uygulanmaktadır. Bu şekilde üretilen tereyağlarının hem raf ömrü artmakta hem de olgulaştırma işlemi sonucu tereyağının tat ve aromasında önemli artışlar meydana gelmektedir. Tereyağı üretiminde bu teknolojik yöntemlerin kullanımıyla beraber raf ömrü, kıvam, tat ve aroma, renk, ürün randımanı ve homojenlik gibi özelliklerde meydana gelebilecek değişimlerin de göz önünde bulundurulması gerekmektedir (Akın, 2004). TS 1331 sayılı tereyağı standardında iki tip tereyağı tanımlanmıştır.

“Kahvaltılık tereyağı; kremanın pastörize edilmesiyle tekniğine uygun olarak elde edilmiş ve tereyağı kültürü katılarak özel tat ve aroma verilmiş, en az % 82 süt yağı içeren tereyağıdır.”

“Mutfaklık tereyağı; krema ve yoğurttan tekniğine uygun olarak elde edilmiş, bazen de tereyağı kültürü katılarak özel tat ve koku kazandırılmış, tuzsuz olanlarında en az % 82 ve tuzlu olanlarda ise en az % 80 süt yağı içeren tereyağıdır.”

Ayrıca tereyağları kültür kullanılarak olgunlaştırılan ya da olgunlaştırılmayan ve içerdikleri tuz oranlarına göre de; tuzsuz, az tuzlu, standart tuzlu ve çok tuzlu tereyağı şeklinde de sınıflandırılabilir (Spreer, 1998; Tavlaş Hocalar, 2003; Atamer, 1993; Üçüncü, 2005).

Olgunlaştırma yöntemlerine göre 2 tip tereyağı mevcuttur; (Tavlaş Hocalar, 2003; Atamer, 1993; Üçüncü, 2005).

- 1) Tatlı krema tereyağı: Kültür kullanılmaksızın $pH > 6$ koşullarında üretilir.
- 2) Ekşi krema tereyağı: Kültür kullanılarak üretilmektedirler. Bu tip tereyağları ortamın pH 'sına bağlı olarak 2 gruba ayrılmaktadır (Tavlaş Hocalar, 2003; Spreer, 1998);
 - a) Hafif kültürlü: $pH < 5$
 - b) Standart Kültürlü: pH : 5.0-5.4 İçerdiği tuz miktarları baz alındığında; az tuzlu (% 0.5-0.6) tereyağı, standart tuzlu (% 0.8-1) ve ekstra tuzlu (% 2) tereyağı olarak sınıflandırılmaktadır. Tereyağları ayrıca yağ oranlarına göre de düşük yağ oranlı ve yüksek yağ oranlı olarak sınıflandırılmaktadırlar (Tavlaş Hocalar, 2003; Spreer, 1998; Varnam ve Sutherland, 2001). Bunun yanı sıra özel amaçlı çeşitli baharatlı, otlu veya aromalı tereyağları da üretilmektedir (Tavlaş Hocalar, 2003; Spreer, 1998).

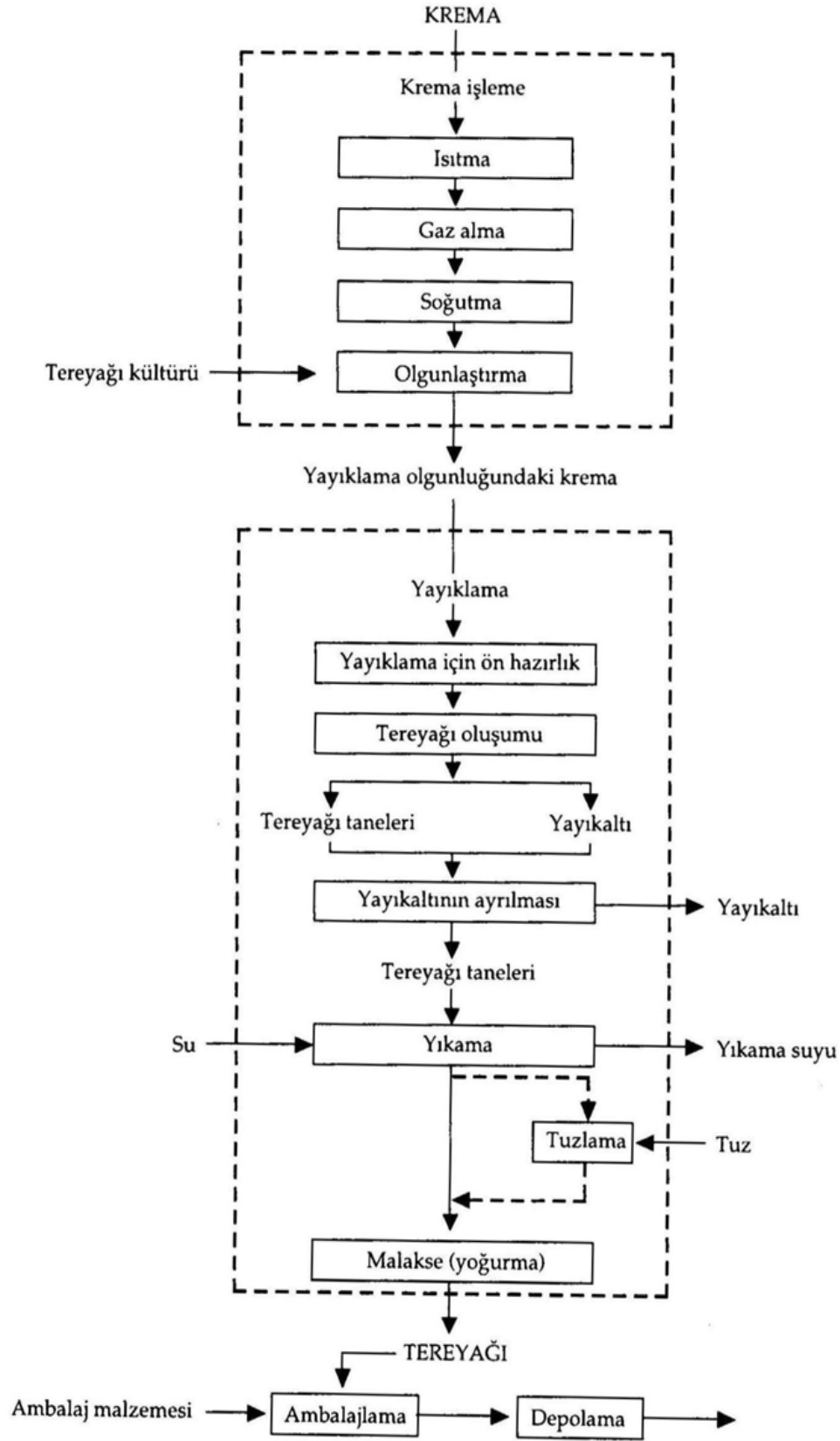
1.2. Tereyağının Üretimi

Tereyağı üretiminde asıl hammadde süt olmasına rağmen yayıklanacak madde hacminin fazla olması, yayıklama işleminin uzun sürmesi, yayıkaltı miktarının buna bağlı olarak toplam yağ kaybının fazla olmasından dolayı hammadde olarak genellikle süttten mekanik işlemlerle elde edilen krema tercih edilmektedir. Fabrikalar çoğunlukla kremadan tereyağı üretimi yapmaktadırlar. Ayrıca geleneksel üretim şartlarının muhafaza edildiği bölgelerde, özellikle kapalı aile ekonomilerinde diğer bir hammadde de yoğurttur. Yoğurt, yayık tereyağı üretiminde hammadde olarak kullanılmaktadır. Ülkemizin hemen hemen tüm bölgelerinde üretilmekte olan yayık tereyağı daha çok semt ve köy pazarlarında satılmaktadır. Ancak köylerde ya da çiftliklerde üretilen tereyağlarının çoğu, ortam şartlarının elverişsizliği ve teknolojik yetersizliklerden dolayı sağlık açısından ve teknik bakımından birçok olumsuzluklar taşımaktadır. Bu nedenle geleneksel yöntemler kullanılarak dayanıklı, hijyenik koşullara uygun bir tereyağının üretilmesine hemen hemen olanak yok gibidir (Eralp, 1969). Bu durum günümüzde de belirli bir oranda geçerliliğini korumaktadır.

Tereyağı üretim süreci dört aşamadan oluşmaktadır. Bunlar;

1. Süt yağının konsantre edilmesi,
2. Süt yağının kristalizasyonu,
3. Su içinde yağ emülsiyonunda fazların ayrımının gerçekleşmesi,
4. Yağ içinde su emülsiyonunun meydana gelmesi.

Günümüzde Gıda Endüstrisinde geleneksel ve sürekli olmak üzere iki şekilde tereyağı üretimi gerçekleştirilmektedir (Tavlaş Hocalar, 2003). Tereyağı üretimin sürekli yöntem kullanılarak üretilmesine ilişkin işlem şeması Şekil 1.1’de verilmiştir.



Şekil 1.1. Sürekli sistemde tereyağı üretimi (Üçüncü, 2005).

Lezzetli, hoş bir tat ve aromaya sahip, kolay ve hızlı sindirilebilen tereyağı, bünyesinde bazı esansiyel yağ asitlerini ve çeşitli vitaminleri barındırması ve enerji vermesi sebebiyle insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Tereyağı diğer bitkisel ve hayvansal kaynaklı yağlardan farklı olarak düşük ve yüksek moleküllü doymuş yağ asitleri ile beraber, monoen ve polien doymamış yağ asitleri ile çok sayıda izomeri de bünyesinde toplamıştır. Bu sebeple diğer yağlarla kıyaslandığında sindirimi daha kolay ve fizyolojik değerleri daha yüksektir. İnsan vücudunda sentezlenemeyen bazı esansiyel yağ asitlerinin bileşiminde olması tereyağının değerini daha fazla arttırmaktadır. Bünyesinde yağda eriyen A, D, E ve K vitaminlerini barındıran tereyağının çocuk gelişiminde ve kemiklerin sağlamlaşmasında önemli bir rol oynadığı belirtilmektedir (Atamer, 1993).

Tereyağının lezzeti, üretimde kullanılan bileşenlerin miktarına ve bu bileşenlerin birbirleri içerisindeki dengesine bağlı olarak farklılık gösterir. Örneğin oksidasyon ve lipoliz reaksiyonları lezzet oluşumuna yardımcı olan reaksiyonlardır ancak bu reaksiyonların aşırısı tereyağında arzu edilmeyen tatların oluşmasına ve acı tat oluşumuna neden olur (Early, 1998).

Tereyağı ağızda eridiği zaman oluşan lezzet, su ve yağ fazlarının özellikleri ile süt yağının trigliserit bileşimi ve yağ asidi gibi özelliklerinin birleşmesi sonucu daha da artmaktadır. Tereyağlarının katı yağ oranıyla ağızda bıraktıkları his birbiriyle orantılıdır. Tereyağı düşük sıcaklık derecelerinde yüksek katı yağ içeriğine sahipken yüksek sıcaklık derecelerinde düşük katı yağ içermektedir. Yağlar ağıza alındığında sıcaklığı yükseldiğinden lezzet veren uçucu bileşenlerini salar ve ağızda serinlik hissi oluşturur. Katı yağ oranı yüksek sıcaklıklarda düştüğü için ağızda yağlı bir his oluşturmaz ve donarak ağızda kalmaz. Ancak, eğer tereyağının yapısında 20 µm'den büyük yağ kristalleri bulunuyorsa, pürüzlü bir doku oluşmaktadır (Early, 1998).

Süt yağı % 97-98 oranında trigliserit içeren, uygun miktarlarda enerji ve besin öğelerini içeren ve gıdalarda arzu edilen tekstür ve aroma özelliklerin oluşmasına olanak sağlayan bir üründür. Süt yağında % 30 oranında bulunan toplam doymamış yağ asitlerinin % 25'ini tekli doymamış yağ asitleri, % 5'ini ise çoklu doymamış yağ asitleri oluşturmaktadır. Yağların besinsel etkinliklerinde ve fiziksel özelliklerinde belirleyici unsurlardan olan doymamışlık derecesi, yağ asitlerinin zincir uzunluğu ve trigliserit

içerisindeki pozisyonel dağılımlarına bağlıdır ve bunları içeren gıdaların tüketici tarafından beğenilmesinde de belirleyici olmaktadır (Grummer, 1991).

Tat ve aromayı sağlayan bileşenlerin oluşumu süt bileşenlerinin kimyasal ve biyokimyasal dönüşümü ile meydana gelen kompleks bir prosestir. Tat ve aroma maddelerinin oluşumunda laktoz ve sitrat dönüşümü ile beraber lipoliz ve proteoliz tepkimeleri de son derece önemlidir (Kranenburg ve ark., 2002). Biyokimyasal dönüşümlerin temel kaynağını yararlanan starter kültürlerin metabolik aktivitesi oluşturur. Süt ürünlerinde baskın mikroorganizma özelliği taşıyan laktik asit bakterilerinin faaliyeti sonucunda çeşitli tat ve aroma bileşeni oluşmaktadır (Smit ve ark., 2005). Fermente ürünlerde tat ve aromaya katkı sağlayan bileşenler genel olarak dört grupta toplanırlar (Rasic ve Kurmann 1978; Tamime ve Deeth 1980; Tamime ve Robinson 1999). Bunlar:

- Uçucu asitler (formik, kaprik, asetik, izovalerik, kapronik, butirik, propiyonik ve kaprilik asit vb.),
- uçucu olmayan asitler (suksinik, laktik, oksalik, pirüvik, asit vb.),
- karbonil bileşenleri (diasetil, aseton, asetaldehit, asetoin, vb.),
- bazı aminoasitler ya da protein, laktoz ve yağın ısıyla parçalanması ile oluşmuş minör bileşenler (lösin, prolin, serin, glutamik asit, valin, tirozin vb.).

Tat ve aroma oluşumunda rol alan bu bileşenlerin içinde karboniller temel, diğerleri ise daha çok destekleyici maddeler olarak değerlendirilmektedirler. Örneğin yoğurdun temel aroma maddesi asetaldehit iken tereyağı için diasetildir (Tamime ve Robinson, 1999).

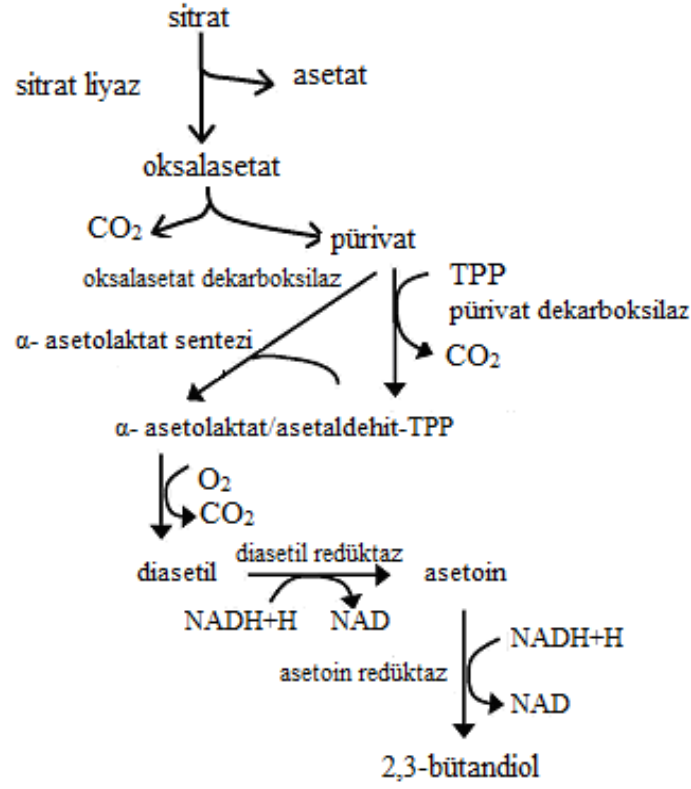
Türkiye’de tereyağı sektörünün en önemli sorunlarından biri arzu edilecek tat ve aromaya sahip tereyağlarının az bulunmasıdır. Bu durum ülkemizde tereyağı üretiminin genellikle kültür kullanılmadan yapılmasından, tatlı kremaların pastörize edilmeden olgunlaştırılmasından ya da pastörize edilen kremaların doğru starterlerle olgunlaştırılmamasından kaynaklanmaktadır (Sağdıç, 2000).

Kültür kullanılmaması son üründe istenen tat, aroma ve standardizasyonun sağlanmasını engellemektedir. Starter kültürler tereyağına tat ve aroma vermelerinin yanında değişik fonksiyonları da yerine getirebilmektedirler. Kültür olarak kullanılan laktik asit bakterilerinin çoğu ürettikleri laktik asit ve bakteriyosinler ile patojen ve bozulma etmeni olan birçok bakterinin gelişmesini engellemektedirler (Sağdıç, 2000).

Fermente süt ürünlerinin sahip olduğu tat ve aroma tüketiciler tarafından beğenilmesinde etkili temel faktördür (Keenan, 1968). Olgunlaştırılmış kremadaki tereyağına özgü tat ve aroma bileşenleri kullanılan starter kültürlere ve depolama koşullarına bağlıdır (Tunail, 2009). İstenen özelliklere sahip fermente krema üretimi için starter kültür olarak kullanılan bakterilerin viskozite, asitlik ve aroma geliştirici oranları arasında bir denge olmalıdır. Ticari amaçla kullanılan starter kültürlerin arasında söz konusu oran değişiklik göstermekle beraber genellikle kombinasyonda % 60 asit geliştirici, % 25 asit ve viskozite geliştirici ve %15 aroma oluşumunu sağlayan suş kullanımı önerilmektedir (Hui ve ark., 2004).

Yoğurt ve peynir gibi fermente süt ürünlerinin üretiminde kullanılan starter kültürler bakteri kökenli olup, laktik asit bakterileri bunlar arasında en önemli grubu oluşurmaktadır. Starter kültür olarak değerlendirilen bakteriler mezofilik ve termofilik kültürler olarak ikiye ayrılmaktadırlar. Termofilik olan suşlar (*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* vb.) oğunlukla yoğurt ve bazı peynirlerin üretiminde kullanılırken, mezofilik suşlar ise (*Lactococcus* spp., *Leuconostoc* spp. vb.) peynir, tereyağı ve diğer fermente süt ürünlerinde kullanılmaktadır (Anonim, 2000).

Tereyağı retiminde kullanılan bakteriler aroma üreten ve asit üreten suşlar olarak ikiye ayrılmaktadır. *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* asit oluşumunu sağlarken *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* aroma üretimini gerçekleştirir. (Tekinşen ve Tekinşen, 2005). *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* sitrat metabolizması ile başta tereyağında olmak üzere, bazı fermente süt ürünlerinde temel aroma maddelerinden olan diasetil ve asetoin oluşurmaktadır (Boumerdassi ve ark., 1996). şekil 1.2’de laktik asit bakterileri tarafından sitratın metabolize edilmesi gösterilmiştir.



Şekil 1.2. Sitratın laktik asit bakterileri tarafından metabolize edilmesi (Hutkins, 2006).

L. lactis subsp. *lactis* ve *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* suşlarının temel görevi asit ve diasetil oluşumunu sağlamak iken; *Leuconostoc* cinsine ait olan türler diasetil üretmekten ziyade, diğer minör aroma bileşenlerini üretmekte ve *Lactococcus* türleri tarafından üretilen ve yoğurtta istenmesine rağmen yayık altında istenmeyen asetaldehit bileşeninin de parçalanmasını sağlamaktadırlar. Buna ilaveten *Leuconostoc* türleri tereyağının temel aroma maddesi olan diasetil bileşenini bütandiol, aseton gibi bileşenlere dönüştürdüklerinden depolama süresince aroma kayıplarına neden olmaktadır (Henriksen ve ark., 1999).

Hem duyusal açıdan hem de hijyen açısından kaliteli, standart bir tereyağı üretilmesi için kullanılan kremanın mikro organizma yükünün düşük olması ve pastörize edilmesi gerekmektedir. Pastörizasyon işlemi sırasında kremanın doğal mikroflorasında bulunan mikroorganizmalar da inhibe oldukları için, arzu edilen tat ve aromayı oluşturmak için uygun ve yeterli miktarda starter kültür kullanılması gerekmektedir. Kremayı olgunlaştırmanın en büyük avantajlarından biri tereyağına hoş bir tat, koku ve aroma kazandırmaktır. Olgunlaşma aşamasında saf kültürde bulunan

mikroorganizmalar tereyağının kendine özgü aroma maddesi olan diasetil, asetoin ve diğer aroma maddelerini ve süt asidini oluştururlar (Yaygın ve Kılıç, 1993).

Sonuç itibarıyla gıdaların tercih edilmesi ve tüketilmesi insanların tatma, görme, koklama gibi duyularının uyarılmasıyla ilgilidir. Gıdaların aroma özellikleri ile beraber görünüşü ve yapısal özellikleri o gıdanın tercih edilmesinde önemli derecede etkili olmaktadır (Reineccius, 1994). Gıdalarda bulunan aroma bileşenleri yüzlerce farklı uçucu bileşenin ortak etkisi sonucu meydana gelmektedir. Bu bileşenlerin her birinin aroma profiline sağladığı katkı farklı seviyelerdedir. Düşük konsantrasyonlarda bulunan ve gıdaların aromasını oluşturan bu uçucu maddeler “aroma aktif bileşenler” olarak tanımlanırlar. Gıdalarda ppm ve ppb gibi çok düşük düzeylerde bulunan aroma aktif bileşenler buna rağmen insan burnu tarafından algılanabilmektedirler. Aroma aktif bileşenlerin her birinin aroma belirleme eşik seviyeleri de farklılık göstermektedir. Bu sebeple, bu bileşenlerin gıda matriksinde yer alan diğer uçucu bileşenlerden ayırt edilmesi aroma analizleri için oldukça önemlidir (Reineccius, 1994; Mayol ve Acree, 2001). Gıdalarda aroma aktif bileşenlerin tayini için en fazla tercih edilen metot 1964 yılında ilk defa Fuller ve arkadaşlarının önerdiği Gaz Kromatografisi-Olfaktometri (GCO) metodudur.

Piyasada mevcut olan hem ticari markalı hem de geleneksel yöntemlerle üretilmiş tereyağlarının tercih edilmesinde birinci neden olan tat ve aromanın kullanılan starter kültürlerden etkilendiği bilinmektedir. Bu nedenle tereyağı üretiminde kullanılan farklı kültür kombinasyonlarının tat-aroma profilini nasıl etkilediğinin ve çeşitli üretim aşamalarında aroma geçişlerinin incelenmesi amacıyla böyle bir çalışma yürütülmüştür. Çalışmada 3 farklı starter kültür kombinasyonu kullanılarak ve kültür ilave edilmeyen kremadan 4 farklı tereyağı üretilmiştir. Üretimde kullanılan pastörize kremada çeşitli aşamalarda (kültür eklenmeden önce ve fermantasyondan sonra) aroma aktif bileşen analizleri ile çeşitli kimyasal ve fiziksel analizler uygulanmıştır. Daha sonra çeşitli tereyağı üretim aşamalarında (yayıklama sonrası, 1. yıkama sonrası, 2. yıkama sonrası, yayık altı, 1. yıkama suyu, 2. yıkama suyu) ve üretim sonrasında 30 günlük depolama süresince 1, 15 ve 30. günlerde kremalarda uygulanan analizler tereyağları için de tekrarlanmış ve tereyağı örneklerinde ayrıca duyu analizler de yapılmıştır. Böylece hammaddeden tüketime sunuluncaya kadar geçen süreçte, aroma maddeleri geçişi takip edilmiş ve sonraki uygulamaların optimizasyonuna zemin hazırlanmıştır.

2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

Sadeyağ kimyasının incelendiği bir çalışmada saklama sıcaklığının fizikokimyasal değişimler üzerinde etkili olduğu, cam ve metal kaplarda 20 °C ve altındaki sıcaklıklarda depolanan sadeyağ örneklerinde düzgün bir kristal yapının meydana geldiği gözlenmiş, 20-30 °C arasında ise katılaşmanın zayıf bir yapıda gerçekleştiği saptanmıştır. Aynı yağın sıvı kısmının, katı ve yarı katı kısımlarına kıyasla nisbi nem değerlerinin daha yüksek olduğu ve aynı katmanlardaki iyot sayısının aynı eğilimi gösterdiği belirlenmiştir. Araştırmacılar, yüksek sıcaklık derecelerinde depolanan sadeyağ örneklerinin oksidatif bozulmaya, aroma kaybına ve ransiditeye karşı duyarlı olduğunu belirtmişler ve sadeyağın depolama stabilitesinin krema tereyağına kıyasla daha yüksek olduğunu saptamışlardır (Ganguli ve Jain,1972).

pH ile yağ hidrolizasyonunun taze tereyağlarında oksidatif bozulma üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, pH değeri 5.3-5.8 arasında değişen bayat krema kullanılarak üretilen tereyağlarında oksidatif bozulmanın bu parametrelerden etkilendiği görülmüştür. Ayrıca, peroksit ve asit değerinin başlangıç asitliği ile ilişkili olduğu, diğer yandan oksidasyonda baskın etkiye sahip Cu'nun serum kısmından yağ globül membranına taşınmasında pH'nın rol oynadığı, membrana bağlı olan Cu konsantrasyonunun süt, krema ve tereyağının oksidatif stabilitesini etkilediği öne sürülmüştür (Downey, 1975; Atamer ve Kaptan, 1984).

Tereyağının içerdiği küçük moleküllü yağ asitlerinin oranı, tereyağının karakteristik bir özelliğidir. Tereyağlarında % 10-30 oranında bulunan ve karbon sayısı 12'den daha az olan yağ asitleri, diğer hayvansal ürünlerde iz miktarda bulunmaktadır. Bu kısa zincirli yağ asitlerinden bütirik asit tereyağının kendine has tadını veren yağ asidi olup diğer yağlarda bulunmamaktadır (Keskin, 1975; Metin, 1979).

Lazauskas (1976), tarafından Rusya'da yapılan bir çalışmada, *Lb. acidophilus* / *Str. diacetilactis* kültür kombinasyonu ve diğer ticari tereyağı kültürleriyle olgunlaştırılan kremalardan elde edilen tereyağlarının depolama süresi boyunca çeşitli özellikleri karşılaştırılmıştır. *Lb. acidophilus* / *Str. diacetilactis* kültür kombinasyonu ile olgunlaştırılan kremada yüksek aroma ve asitliğin oluşmasıyla beraber , yayıklama süresi de kısalmıştır. Yine aynı tereyağının raf ömrü diğer örneklerle göre kısalmıştır.

Vodickova ve Forman (1981), Çekoslavya'da yürüttükleri bir çalışmada, tatlı krema ve starter kullanarak olgunlaştırdıkları kremadan elde ettikleri tereyağlarını incelemişler, kültür kullanılarak üretilen tereyağlarında istenen ve hoş giden tat-romanın oluştuğunu, bunun yanı sıra +4 °C'de 20 gün depolama süresince muhafaza kalitesinin azalmadığını ortaya koymuşlardır.

Tereyağları genellikle % 60 oranında doymuş, % 36 oranında tek çift bağ içeren, % 4 oranında da birden fazla çift bağ içeren yağ asitleri içermektedir (Egan ve ark., 1981; Lehninger, 1982). Bu yağ asitlerinden en fazla oleik ve sonra da palmitik asit bulunmaktadır (Seher, 1987). Ayrıca tereyağı esansiyel yağ asitleri olarak adlandırılan linoleik ve linolenik yağ asitlerini de içermektedir. Tereyağı aslında çiğ sütle kıyaslandığında daha dayanıklı bir ürün olmasına rağmen üretim ve depolanma aşamalarında, süt yağının bazı değişkenlere karşı hassas olmasından dolayı çeşitli sorunlarla karşılaşmaktadır (Yöney, 1974). Süt yağı ışık, ısı, , oksijen ve bazı metaller gibi dış etmenler ile bakteri, küf mantarları ve mayalar gibi mikroorganizmaların etkisine karşı oldukça duyarlıdır (Keskin, 1978). Söz konusu etmenler ile yağlarda oksidasyon ve hidrolizasyon (lipoliz) reaksiyonları meydana gelir ve yağlarda acı, bayat bir tat oluşur.

Tereyağlarında oksidatif ve lipolitik bozulmaların belirlenmesinde kullanılan asit ve peroksit değerleri ile tat- aroma arasındaki ilişkinin araştırıldığı bir çalışmada 56 adet kahvaltılık tereyağı incelenmiş ve tereyağının asit değeri 1.8 mg KOH/g yağ değerine ulaştığı zaman aroma bozukluğunun belirgin olarak algılandığı belirtilmiştir. Peroksit değeri ve aroma arasında kesin bir ilişki gözlemlenmemiştir. Bu durumun, hidroperoksitlerin, oksidasyonunun ileri safhalarında parçalanmalarından kaynaklandığı düşünülmüştür (Atamer ve Sezgin, 1984).

Kaya tarafından 2000 yılında yapılan çalışmada, doğrudan süttten ve yoğurttan üretilen tereyağlarından sadeyağ üretilmiştir. Çalışmada sadeyağların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ve ısı stabiliteleri incelenmiştir. Örneklerin su oranı, serbest yağ asitleri içeriği, asit ve peroksit değerleri, tiyobarbutirik asit sayısı, bazı süt yağı sabiteleri (refraktif indeks, iyot ve sabunlaşma sayıları) ile erime noktaları saptanmıştır. Yayık tereyağından üretilen sadeyağın peroksit değeri 0.25 meq O₂/kg yağ, erime noktası 32.0 °C, nem oranı % 0.17 olarak belirlenirken aynı parametreler süttten üretilen tereyağından elde edilen sadeyağ için sırasıyla 0.21 meq O₂/kg yağ, 30.0 °C ve % 0.14 olarak belirlenmiştir. Hayaloğlu ve Konar (2001), tarafından yapılan çalışma kapsamında

Malatya yöresinde üretilen Yayık Tereyağlarının bileşimi (yağ, su, tuz ve yağsız kurumadde oranı) ile bazı süt yağı sabiteleri (Polenske, Reichert-Meissl, sabunlaşma ve iyot sayısı) belirlenmiştir. İlaveten, asit değeri, Kreiss değerleri ve peroksit sayısı, mikrobiyolojik analizleri, lipolitik, koliform bakteriler ile proteolitik bakteri sayımları da deneme kapsamında yapılmıştır. Tereyağı örneklerinin nem, tuz ve peroksit değerlerinin yüksek bir seviyede olduğu bildirilmiştir. Refraktif indeks, iyot değeri ve Reichert-Meissl, Polenske ve sabunlaşma sayıları açısından yoğurt ile krema tereyağı arasında anlamlı bir korelasyon bulunmazken asit derecesi (serbest yağ asitleri) ile titrasyon asitliği değerleri arasındaki farkların istatistiksel olarak anlamlı olduğu ($P<0.05$) bildirilmiştir.

Sağdıç ve ark. (2002)'nin yürüttüğü çalışmada farklı yörelerden temin edilen 20 adet Yayık Tereyağı örneğinde, laktik asit bakterilerinin identifikasyonu ve izolasyonu gerçekleştirilmiştir. Ayrıca Yayık Tereyağlarına ait pH değeri, titrasyon asitliği ve tuz içeriği gibi bir takım özellikleri de belirlenmiştir. Antalya, Isparta ve Konya illerinden toplanan Yayık Tereyağı örneklerinin ortalama pH değeri 4.78, titrasyon asitliği değeri % 0.23, tuz oranı ise % 0.55 olarak belirlenmiştir.

Collins ve ark. (2003), yaptıkları çalışmanın sonucunda çoklu doymamış yağ asitlerinin süt ve süt ürünlerinde oksidasyona maruz kaldıklarını ve bu nedenle oksidatif ransidite olarak adlandırılan, ürünün tat ve aromasını olumsuz etkileyen çok sayıda doymamış aldehitlerin oluştuğunu belirtmişlerdir.

Bakırcı ve ark.'nın 2004 yılında yapmış oldukları çalışmada % 1 ve % 2 oranlarında karışık mezofilik starter kültür ((*Lactococcus lactis* subsp. *lactis* + *Lc. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (1/1, v/v) ve *Lc. lactis* subsp. *cremoris* + *Lc. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (1/1, v/v)) kullanılarak üretilen tereyağı 120 gün süreyle +4 °C'de depolanmıştır. Tereyağı örneklerinde, depolamanın 1., 30., 60., 90. ve 120. günlerinde peroksit sayısı, titrasyon asitliği ve serbest yağ asitleri miktarı analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, titrasyon asitliği düzeyi ve serbest yağ asitleri miktarı kullanılan kültür kombinasyonlarından etkilenmiştir ($P<0.05$). Kullanılan kültür oranlarının ise titrasyon asitliği değeri ve peroksit sayısını arttırdığı saptanmıştır ($P<0.05$). Ayrıca depolama süresince tereyağı örneklerinde incelenen bütün parametrelerdeki artış önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Sağdıç ve ark. (2004), tarafından yapılan bir çalışmada farklı tür sütler (koyun, keçi, inek) kullanılarak üretilen Yayık

Tereyağlarının bazı kimyasal, fiziksel ve duysal özelliklerinin yanı sıra yağ asitleri kompozisyonları karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Araştırmacılar tarafından, üretilen Yayık tereyağları içerisinde keçi sütünden üretilen Yayık Tereyağının daha fazla kabul edilebilir duysal özelliklere sahip olduğu belirtilmiştir.

Yukarıda belirtildiği gibi, yapılmış olan çalışmalarda Yayık Tereyağının bazı kimyasal, fiziksel ve duysal özellikleri belirlenmiştir. Yayık Tereyağının üretim teknolojisinin belirlenmesi amacıyla Atamer ve ark. (2004a), tarafından detaylı bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışma 3 aşamadan oluşmuş olup; 1. aşaması, Bolu ile Ankara illeri civarlarında yürütülmüş ve geleneksel üretim yönteminin belirlenmesi için 6 adet küçük aile çiftliği incelenmiştir. Buralarda, üretim gözlemlenerek teknolojik aşamaların uygulama parametreleri ve bunların seviyeleri belirlenmiştir.

Söz konusu çalışmanın ikinci kısmında; Yayık Tereyağının genel özellikleri belirlenmiştir. Bu amaçla çeşitli bölgelerin köy/mahalli pazarlarından toplanan 22 adet Yayık Tereyağının bazı kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik özellikleri belirlenmiştir. Ayrıca yürütülen çalışma kapsamında serbest yağ asidi içerikleri ile bazı karbonil bileşenleri de belirlenmiştir. Elde edilen sonuçların ışığında incelenen tüm özelliklere ait verilerin minimum ve maksimum seviyeleri arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur. Bu farklılığın geleneksel üretim metodunun standart bir üretim teknolojisi içermemesinden kaynaklandığı belirtilmiştir. Önceki çalışmada incelendiği gibi çalışmanın yürütüldüğü bölgelerde, temel teknolojik aşamalar aynı olmasına rağmen uygulamalarda birçok farklılık gözlenmiştir (Atamer ve ark., 2005).

Çalışmanın üçüncü aşamasında ise, Yayık Tereyağlarının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin yanı sıra serbest yağ asitleri, etanol içerikleri, bazı karbonil bileşenleri ve duysal testler ile bu parametrelerin 60 günlük depolama süresi boyunca değişimleri saptanmıştır. Ayrıca çalışma kapsamına kremadan üretilen tereyağları da dahil edilmiş ve sonuçlar karşılaştırmalı olarak incelenmiştir (Atamer ve ark., 2005).

Atamer ve ark. (2004b)'nın yaptığı diğer bir çalışma da ise, bazı karbonil bileşenleri (butanon, asetaldehit, etanol, diasetil ve aseton) hem Yayık Tereyağında hem de hammadde olarak kullanılan yoğurtta saptanmıştır. Tuğcu (2005), tarafından yapılan çalışmada tereyağı üretiminde farklı kültür kombinasyonları kullanımının tereyağlarının bazı özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Üretimde kullanılacak krema üç farklı kültür kombinasyonu ile aşılanmış ve çift cidarlı kazanda homojen hale getirilmiştir.

Krema daha sonra + 4 °C'de depolanmıştır. Krema her bir kültür kombinasyonu ile aşılardan önce tereyağı üretimi için pastörize edilip 18 °C'ye soğutulmuştur. Kremanın aşılmasında her farklı kültür kombinasyonu % 3 oranında kullanılmıştır. 30 gün süreyle 4 °C'de depolanan tereyağlarının depolamanın 1., 10., 20.ve 30. günlerinde kimyasal, fiziksel, duyuşsal ve mikrobiyolojik özellikleri incelenmiştir. Yapılan istatistiksel değerlendirmelere göre kullanılan farklı kültürlerin tereyağı örneklerinin asit değeri, asitlik, pH, diasetil ve mikrobiyolojik özellikleri üzerindeki etkileri önemli bulunmuştur. Duyusal özelliklere bakıldığında yoğurt kültürü ile üretilen tereyağının en fazla beğenilen tereyağı örneği olduğu görülmüştür.

Seçkin ve ark. tarafından 2005 yılında yapılan bir piyasa araştırmasında İzmir piyasasından elde edilen 8 adet tereyağı örneğine ait yağ miktarları yaklaşık % 82-83 olarak bulunmuştur.

Öztürk ve Çakmakçı (2006) yaptıkları çalışmada; inek sütünden üretilmiş tereyağında, peroksit değerini 0.78 meq O₂/kg yağ olarak TBA değerini de 0.30 mg malonaldehit /kg yağ olarak saptamışlardır.

Özkan ve ark. (2007)'nin yaptıkları bir çalışmada, tereyağının aromasını ve antioksidan özelliğini artırmak amacıyla aromatik özellikleri yüksek olan *Satureja cilicica* bitkisinin esansiyel yağını tereyağı üretiminde kullanmış ve *S. cilicica*'nın güçlü bir antioksidant özellik gösterdiğini saptamışlardır.

Özkanlı ve Kaya (2007), yaptıkları bir çalışmada pastörize edilmiş ve edilmemiş koyun sütünden imal edilen tereyağlarına ait TBA değerlerini 0.13 ve 0.22 mg MA/kg olarak belirlemişlerdir. Aynı çalışmada TBA değerlerinin depolama süresi ve sıcaklığına bağlı olarak artış gösterdiği de tespit edilmiştir. Bu artış pastörize edilmemiş süttten imal edilen tereyağlarında daha belirgin olmuştur. Aynı çalışma kapsamında tereyağı örneklerinin peroksit değerleri de ölçülmüş ve 1.21 ve 0.98 meq O₂/kg yağ olarak belirlenmiş, depolama süresi ve sıcaklığı arttıkça bu değerlerin de yükseldiği belirtilmiştir. 2008 yılında Şenel ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, yayık tereyağının lipolitik ve oksidatif stabilitesi üzerine hammaddenin yağ oranı ve yayıklama pH'sının etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, dört farklı kombinasyonda deneme parametreleri (yayıklama pH'sı ~4.0, ~ 4.6 ve yoğurt yağ oranı ~% 7, ~% 14) esas alınarak yayık tereyağı üretimi gerçekleştirilmiştir. Depolamanın 1., 15., 30., 45., ve 60. günlerinde tereyağlarında serum pH'sı, serbest yağ asitleri kompozisyonu, asit değeri,

peroksit sayısı ve duyusal değerlendirme yapmışlardır. Çalışmada esas alınan parametrelerin peroksit değerleri, asitlik ve genel olarak serbest yağ asitleri içeriği üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$). Yayıklama pH'sının, yayık tereyağlarının serum pH'sı ve C18:3 değerleri üzerine; hammadde yağ oranının da C12:0 ve C18:0 değerleri üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Yayık Tereyağı rneklerinin peroksit ve asit değerlerinin depolamanın 60. gününde krema tereyağı için bulunan sınır değerinin üzerinde olmasına rağmen, panelistlerce bozuk tat- aroma algılanmamıştır.

Altun ve ark. (2010), tarafından yapılan bir çalışmada Van pazarından temin edilen tereyağı örneklerine ait ADV değerleri 0.32 ve 37.15 arasında tespit edilmiştir. Aynı çalışmada tereyağı örneklerine ait TBA değerlerinin de 0.06 ile 0.16 mg MA/kg yağ arasında olduğu saptanmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Denemede kullanılan tereyağı örnekleri, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, süt işleme ünitesinde üretilmiştir. Tereyağlarının üretiminde kullanılan krema piyasadan temin edilmiştir. Kremanın olgunlaştırılmasında kullanılan starter kültürlerin (*Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delburieckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*, *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*) ticari suşları satın alınmıştır. Bu çalışmada söz konu suşların farklı kombinasyonları kullanılarak,

K örneği; kültür ilave edilmeden üretilen tereyağı,

T örneği; tereyağı starter kültürü ile üretilen tereyağı,

P örneği; peynir starter kültürü ile üretilen tereyağı,

Y örneği; yoğurt starter kültürü ile üretilen tereyağı, olmak üzere 4 farklı tereyağı üretilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Tereyağı üretimi

Üretimde kullanılan krema, süt işleme ünitesine getirilmiş ve kremaya pastörizasyon işlemi (75 °C’de 10 dk) uygulanmış ve soğutulmuştur (20 °C). Olgunlaştırma amacıyla mezofilik yoğurt, peynir ve tereyağı kültürleri kullanılmıştır. Kullanılan bu liyofilize kültürler % 0.1 oranında yaklaşık 250 ml sütte çözündürüldükten sonra kremaya homojen bir şekilde ilave edilmiş ve krema oda sıcaklığında 24 saat bekletilmiştir. Olgun krema yaklaşık 20 dk süreyle yayıklanmış ve oluşan tereyağı yayık altından ayrılarak 2 defa 5 L içme suyuyla yıkanmıştır. Son olarak malaksasyon işlemi yapılmış ve 300 g’lık porsiyonlar haline getirildikten sonra folyo ile sarılıp polietilen

torbalarda ambalajlanmıştır. Bundan sonra tüm tereyağı örnekleri 4 ± 1 °C'de 30 gün süreyle buzdolabı koşullarında depolanmıştır.

3.2.2. Fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal analizler

3.2.2.1. Kurumadde oranının belirlenmesi

Tereyağı örneklerinde kurumadde analizi için nikel kaplar kullanılmıştır. Etüvde 100 °C'de 15 dk tutulan nikel kaplar soğuması için desikatöre alınmış ve darası alınan nikel kaplara 2.5-3 g örnek tartılmıştır. Nikel kaplar değişmeyen ağırlığa gelinceye kadar kurutma dolabında bekletilmiş (100-102 °C'de 3-4 saat) ve desikatörde soğutulduktan sonra son tartımlar yapılmıştır. Alınan tartımlardan örneklerdeki % kurumadde oranı hesaplanmıştır (Anonim, 1999).

$$Kurumadde (\%) = \frac{(A - C)}{(B - C)} \times 100$$

A = Kap ile birlikte örnek kurumaddesinin ağırlığı (g)

B = Kap ile birlikte örnek numunesinin ağırlığı (g)

C = Kap ağırlığı (dara) (g)

3.2.2.2. Yağ oranının belirlenmesi

Tereyağı örneklerinde yağ oranı bütirometre kullanılarak Gerber yöntemi ile belirlenmiştir (Anonim, 1999).

3.2.2.3. Ham protein oranının (toplam azotlu maddelerin) belirlenmesi

Örneklerdeki toplam azot miktarı Kjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir. Kjeldahl tüplerine yaklaşık 1 g örnek tartılmış ve üzerine 12 ml kesif sülfürik asit ile 1 adet Kjeldahl tableti konulmuştur. Tüpler Kjeldahl ünitesinin yakma bölümüne takılarak tüp içeriği berraklaşınca kadar yakma işlemi yapılmıştır. Yakma ünitesinden alınan tüpler soğutulmuş ve üzerine 75 ml saf su ilave edilmiştir. Tüpler daha sonra distilasyon

ünitesine bağlanmış, distilasyon ünitesinden tüplere otomatik olarak 50 ml % 33'lük NaOH alınmıştır. Distilasyon ünitesinin diğer ucuna içinde 25 ml borik asit ve 1'er ml metil kırmızısı ile brom krezol yeşili indikatörleri bulunan erlenmayer bağlanmış. Distilasyona yaklaşık 150 ml distilat toplanınca son verilmiş, elde edilen distilat 0.05 N HCl ile titre edilmiş ve % toplam azot hesaplanmıştır (AOAC, 1990). Bulunan azot oranı 6.38 faktörüyle çarpılarak ham protein oranı (%) bulunmuştur.

$$\text{Toplam Azot (\%)} = ((A-B) \times N \times 0.014) / (\text{Örnek Miktarı (g)}) \times 100$$

A= Titrasyonda harcanan 0.05 N HCl (ml)

B= şahit deneme için harcanan 0.05 N HCl (ml)

N= HCl'in normalitesi

3.2.2.4. Titrasyon asitliği değerinin belirlenmesi

Tereyağlarında titrasyon asitliği değeri 0.1 N NaOH titrasyonu kullanılarak belirlenmiştir. Titrasyonda fenol fitalein indikatör olarak kullanılmıştır. Titrasyonda harcanan NaOH miktarı aşağıdaki formülde yerine konularak sonuç % laktik asit cinsinden hesaplanmıştır (Kurt ve ark., 1993).

$$\% \text{ laktik asit} = \frac{V \times 0.009}{m} \times 100$$

V: 0.1 N NaOH'ten harcanan miktar, mL

m: Örnek miktarı, g

0.009: 1 mL 0.1 N NaOH'a karşılık gelen süt asidi (laktik asit) miktarı, g

3.2.2.5. pH değerinin belirlenmesi

Örneklerin pH değerleri pH metre (Hanna Instruments, pH 211, Romanya) kullanılarak ölçülmüştür. 10 g tereyağı örneği tartılmış ve üzerine 20 ml saf su eklenerek iyice karıştırıldıktan sonra ölçüm yapılmıştır. (Kosikowski, 1982).

3.2.2.6. Peroksit değerinin belirlenmesi

Peroksit analizi için 0.3 g yağ örneği alınmış ve 20 ml'lik cam tüpe aktarılmıştır. Üzerine 9.6 ml kloroform/metanol (70:30 v/v) eklenmiş ve vorteks üzerinde karıştırılarak yağ çözündürölmüştür. Daha sonra % 30'luk amonyum tiyosiyanat çözeltisinden 0.05 ml eklenmiştir. Bunun üzerine 0.05 ml ferröz klorit çözeltisi (içinde % 2 oranında 10 M HCl içeren % 0.35'lik çözelti) eklenmiştir. Şahit, yağ içermeyen yukarıdaki çözeltilerin aynıyla hazırlanmış ve bütün tüplerin absorbens değerleri 500 nm'de ölçüm yapılarak belirlenmiştir.

Konsantrasyon belirlemesi, bir seri (0.25-10 mg/L) halinde hazırlanan ferrik klorit'in absorbens değerlerinden elde edilen eğri (kurve) ile yapılmıştır. Elde edilen peroksit değerleri meq O₂/kg yağ olarak ifade edilmiştir (Egan ve ark., 1981).

3.2.2.7. Tiyobarbitürik asit (TBA) analizi

On g tereyağı tartılmış ve 50 ml su ile 2 dk maserasyona tabi tutulmuştur. Daha sonra bir distilasyon balonuna 47.5 ml su ile yıkanarak aktarılmıştır. 2.5 ml 4 M HCl ilave edilerek pH değeri 1.5'in altına düşürölmüştür. Köpürmeyi önlemek için birkaç adet cam boncuğu ve slika kullanılmıştır. 10 dk içerisinde 50 ml distilat toplanacak şekilde distilasyon yapılmıştır. Distilattan 5 ml alınmış kapaklı bir tüpe aktarılmış ve üzerine 5 ml TBA çözeltisi (0.2883 g/100 ml % 90'lık glasiyel asetik asit içinde) eklenmiş ve kapağı kapatılmıştır. Çalkalama işleminden sonra kaynayan su banyosunda 35 dk. tutulmuştur. Şahit 5 ml su ve 5 ml çözelti ile hazırlanmıştır. Sonra tüpler 10 dk suda soğutulmuş ve absorbens değerleri (D) blanka karşı okunmuştur (tüp çapı 1 cm) (Egan ve ark., 1981). 450 nm yeşil pigmentler için, 532 (veya 538) nm kırmızı pigmentler için önerildiğinden bu değerlerde okuma yapılmıştır (Kristensen ve ark. 2001). TBA testinin sadece oleik ve linoleik asit içeren yağlarda olumlu sonuç vermediği, çoklu doymamış yağ asitleri içeren yağlarda daha tatmin edici sonuçlar alındığı bildirilmiştir (Liang, 2000). Hesaplama malonaldehitin bir seri dilüsyonundan (0.005-5 mg malonaldehit/L) elde edilen absorbens değerlerine dayanılarak yapılmıştır.

3.2.3. Duyusal analizler

Farklı starter kültür kombinasyonları ile üretilmiş tereyağı örneklerinde depolamanın 1. ve 30. günlerinde 10 kişilik eğitimli panelist grubu tarafından gerçekleştirilmiştir. Üretilen tereyağı örneklerinin görünüş, yapı, lezzet, koku ve tekstür özellikleri değerlendirilmiştir. Duyusal analizler 9 ölçekli hedonik skala testi (9 çok iyi, 1 çok kusurlu) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Duyusal değerlendirme formu örneği (Çizelge 3.1), Metin ve Öztürk (2002)'ün belirttiği yöntem modifiye edilerek hazırlanmıştır.



Çizelge 3.1. Duyusal analiz formu

ADI-SOYADI:					ÖRNEK KODU:				
GÖRÜNÜŞ									
RENK									
İstenen		İstenenden Biraz Koyu veya Açık				Orta			
(9)		(8)	(7)			(6)	(5)		
İstenenden Fazla koyu veya Açık		İstenenden Çok Koyu veya Açık							
(4)	(3)			(2)	(1)				
YAPI SIKILIĞI									
Çok Sıkı Yapılı		Sıkı Yapılı		Normal		Zayıf Yapılı		Çok Zayıf Yapılı	
(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	
KOKU-TAT									
YABANCI TAT VE KOKU									
Yok		Çok Az		Az		Hissedilir Oranda		Çok Fazla	
(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	
SÜT TADI									
Yok		Çok Az		Az		Hissedilir Oranda		Çok Fazla	
(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	
EKSİLİK									
Yok		Çok Az		Az		Hissedilir Oranda		Çok Fazla	
(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	
RANSİDİTE (ACILIK)									
Yok		Çok Az		Az		Biraz Fazla		Çok Fazla	
(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	
TEKSTÜR									
KESİLEBİLİRLİK									
İyi		Orta				Kötü			
(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	
SÜRÜLEBİLİRLİK									
İyi		Orta				Kötü			
(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	
GENEL BEĞENİ									
Hoş		Orta				Kötü			
(9)	(8)	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	

3.2.4. Kromatografik analizler

3.2.4.1. Uçucu bileşenlerin analizi

Aroma aktif bileşenlerin analizinde Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Süt Teknolojisi Laboratuvarında bulunan QP 2010 Ultra SHIMADZU marka GC- MS cihazı kullanılmıştır.

4 g örnek tartılarak 40 ml'lik vialle konmuş ve bunun üzerine 10 ml bidistile su ve 10 µl dahili standart (5-metil, 2-hekzanon) eklenmiştir. İçine manyetik karıştırıcı balığı atıldıktan sonra özel ısıtıcı kalıbına yerleştirilmiştir. 5 dakika süreyle 40 °C'de ön ısıtma yapıldıktan sonra Katı Faz Mikro Ekstraksiyon fiberi vialin içine daldırılarak adsorban içeren ucu serbest bırakılmıştır. 30 dk süreyle adsorpsiyon yapıldıktan sonra uç geri çekilmiş ve hemen GC-MS'e (enjeksiyon portu) uygulanarak uçucu bileşenlerin desorbe olması sağlanmıştır. MS bünyesindeki aroma kütüphanesi (FFSCN) ve genel kütüphane (W9M11) kullanılarak uçucu bileşenler tespit edilmiştir. Gaz kromatografisi kütle spektrometresi aşağıdaki koşullarda çalıştırılmıştır:

GC'nin çalışma koşulları:

Kolon: RESTEK 30 m. ID: 0.250 mm, Film: 0.25 µm, Agilent

Inlet: 250 °C

Split: yok (splitless)

Flow: 1.5 ml/dak. Helyum

Fırın: 35 °C'de 5 dak; 35 °C'den 75 °C'ye 8°C/dak; 75 °C'den 220 °C'ye 40 °C/dak; 220 °C'de 20 dak.

MS ünitesinin çalışma koşulları:

Interface temp.: 250 °C

Ion source: 200 °C

Solvent cut time: 2.5 dk

Mode: Scan

3.2.5. İstatistiksel analizler

Depolama süresinin ve işlem basamaklarının incelenen parametreler üzerinde oluşturduğu farklılıkları ortaya koymak amacıyla, deneme iki tekerrürlü olarak yürütülmüş ve analizlerden elde edilen sonuçlara varyans analizi uygulanmıştır. Varyans analizi parametreye ait tüm değerler üzerinden gerçekleştirilmiştir. Ortalamalar arasındaki farkı belirlemek amacıyla denemede kullanılan faktörlere ait değerler her dönem için kendi içinde Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuştur. Ayrıca aynı faktöre ait ortalamalar arasında farklı depolama sürelerinde ve işlem basamaklarında bir farklılık olup oluşmadığı da Duncan çoklu karşılaştırma testiyle belirlenmiştir (SPSS, 1999).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Kimyasal, Fiziksel ve Biyokimyasal Özellikler

4.1.1. Kurumadde oranı

Varyans analiz sonuçlarına bakıldığında tereyağı üretiminde Örnek faktörünün ve İşlem basamakları/Depolama süresi (İD) x Örnek (Ö) interaksiyonunun kurumadde değerleri üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı ($P>0.05$), ancak işlem basamakları ile depolama süresinin kurumadde oranını çok önemli ($P<0.01$) ölçüde etkilediği görülmektedir (Çizelge 4.1).

Farklı starter kültürler kullanılarak üretilen tereyağı örneklerinin çeşitli işlem basamaklarında ve depolama süresince kurumadde değerlerindeki değişime ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Farklı işlem basamaklarında kurumadde oranlarının değişimi Şekil 4.1’de görülmektedir.

Pastörize kremanın kurumadde oranı ortalama % 54.25 iken, olgun kremada kullanılan starter kültürlerin aktivitesi sonucu kurumadde oranı ortalama % 53.66 civarında bulunmuştur. Kurumadde oranındaki bu düşüşün kremanın fermente edilmesi esnasında, krema bünyesinde bulunan laktozun bir kısmının başta laktik asit olmak üzere organik asitlere dönüşmesinin ve kurutma esnasında bu organik asitlerin örnekten uzaklaşmasının bir sonucu olduğu söylenebilir. Yayıklama işleminden sonra kurumadde oranı % 68.27’ye çıkmıştır. 1. ve 2. yıkama işlemlerinin ardından uygulanan malakse işlemi ile kurumadde oranı % 80.29 değerine ulaşmıştır. Türk Gıda Kodeksi-Tereyağı, Diğer Süt Yağı Esaslı Sürülebilir Ürünler ve Sadeyağ Tebliği’nde tereyağının en fazla % 16 oranında su içeriğine sahip olması gerektiği bildirilmiştir. Çalışma kapsamında üretilen tereyağı örneklerinde su oranının % 16’dan yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum malaksasyon işleminin elle yapılmasından dolayı, uzaklaştırılması gereken suyun bir kısmının kitlede kalmış olmasından kaynaklanmış olabilir.

Çizelge 4.1. Tereyağı örneklerinin kurumadde oranlarına (%) ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	Önemlilik
İşlem aşaması/Depolama süresi (İD)	7	974.739	7471.046	**
Örnek (Ö)	3	0.316	2.425	-
İD x Ö	21	0.149	1.139	-
Hata	32	0.130		

- önemli değil, ** P<0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.2. Tereyağı örneklerinin kurumadde oranlarına (%) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

İşlem aşaması / Depolama süresi	Örnek			
	K	P	Y	T
PK	54.27±0.21 ^{aC}	54.27±0.21 ^{aC}	54.27±0.21 ^{aC}	54.27±0.21 ^{aC}
OK	53.39±0.11 ^{aC}	53.52±0.27 ^{aC}	53.85±0.29 ^{aC}	53.85±0.78 ^{aC}
YS	68.70±0.26 ^{aB}	68.31±0.25 ^{aB}	67.93±0.63 ^{aB}	68.10±0.43 ^{aB}
Y1	68.55±0.19 ^{aB}	68.16±0.18 ^{aB}	67.78±0.56 ^{aB}	67.95±0.50 ^{aB}
Y2	68.46±0.21 ^{aB}	68.02±0.27 ^{aB}	67.70±0.58 ^{aB}	67.87±0.46 ^{aB}
1.Gün	81.05±0.16 ^{aA}	80.34±0.08 ^{bA}	80.49±0.07 ^{bA}	80.42±0.32 ^{Ba}
15.Gün	80.95±0.08 ^{aA}	80.68±0.40 ^{aA}	80.12±0.11 ^{aA}	80.75±0.48 ^{aA}
30.Gün	80.00±0.00 ^{bA}	80.56±0.63 ^{aA}	80.48±0.36 ^{aA}	80.50±0.22 ^{aA}

PK: Pastörize krema; OK: Olgun krema; YS: Yayıklama sonrası; Y1: Birinci yıkamadan sonra; Y2: İkinci yıkamadan sonra

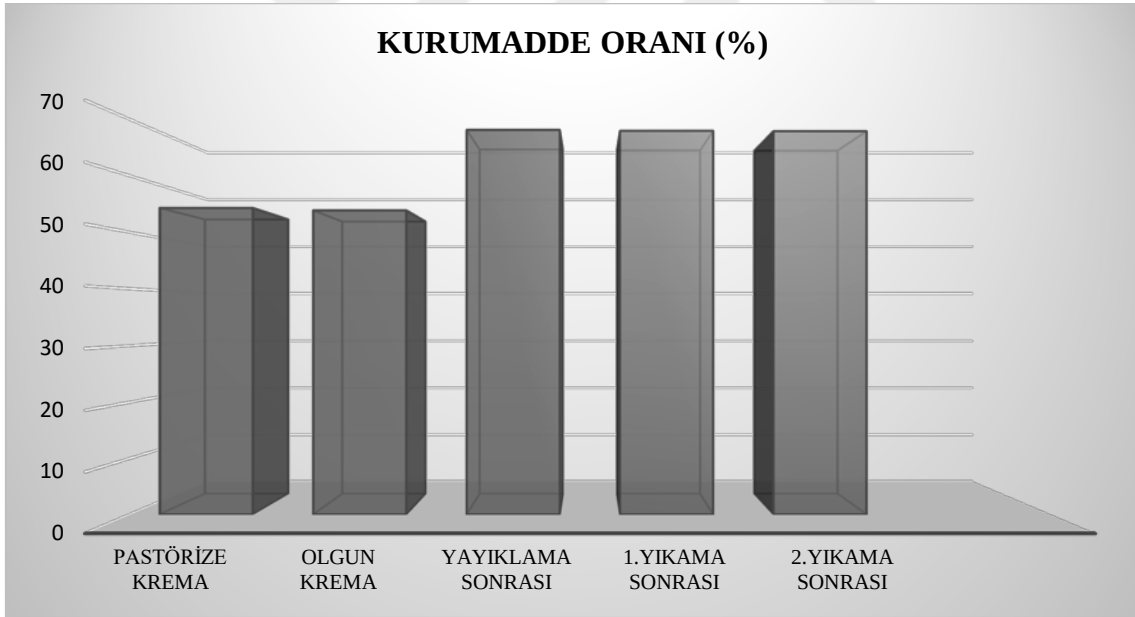
^{A,B,C}: Aynı kültürle üretilen tereyağı örneklerinde farklı işlem aşamalarında ve depolama sürelerinde aynı harfle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklı değildir (P>0.05)

^{a,b}: Farklı kültürlerle üretilen tereyağı örneklerinde aynı uygulama için aynı harfle gösterilen ortalama değerler istatistiksel olarak farklı değildir (P>0.05)

Tuğcu (2005), 3 farklı starter kültür kullanarak elde ettiği tereyağlarının kurumadde değerlerini % 89.26-90.47 arasında, Sağdıç ve ark. (2002), % 84.07-84.51 arasında olduğunu belirlemişlerdir. Koyuncu (2010), farklı şartlarda muhafaza ettiği krema tereyağlarının kurumadde oranını ortalama % 83.782 olarak belirlemiştir. Kaya (2000), süttten ve yoğurttan ürettiği tereyağı örneklerinin kalite özelliklerini

değerlendirdiği çalışmada, süttten elde edilen tereyağında kurumadde oranını % 83 olarak bulurken yoğurttan ürettiği tereyağında % 86 değerinde bulmuştur. Kesler (2008), fonksiyonel tereyağı üretimi amacıyla probiyotik ve lif ilavesiyle zenginleştirdiği tereyağlarının kurumadde oranını % 69-97 aralığında tespit etmiştir.

Tosun (2016), tereyağı, yayık tereyağı ve kaymağın kalite nitelikleri üzerine ekzopolisakkarit üreten kültürlerin etkisinin araştırıldığı çalışmada kurumadde oranını % 81.33-85.30 aralığında saptamıştır. Malatya piyasasından toplanan kremadan üretilmiş tereyağı örneklerinin incelendiği bir çalışmada, kurumadde oranları ortalama olarak % 80.70 olarak belirlenmiştir (Hayaloğlu, 1999). Bu çalışmadaki tereyağı örneklerinin kurumadde değerleri Hayaloğlu (1999)'nun tespit ettiği değerlerle benzerlik gösterirken, diğer çalışmalarda bulunan kurumadde değerlerinden bir miktar düşük bulunmuştur. Bu durumun, yukarıda da belirtildiği gibi, malakse etme esnasında suyun tereyağı kitlesinden yeterince uzaklaştırılmamasından kaynaklandığı söylenebilir.



Şekil 4.1. Farklı işlem aşamalarında tereyağı örneklerine ait ortalama kurumadde oranlarının (%) değişimi.

4.1.2. Yağ oranı

Tereyağı örneklerinin yağ değerlerinin varyans analiz sonuçlarına bakıldığında örnek çeşidinin ve İD x Ö interaksyonunun yağ değerleri üzerinde istatistiksel açıdan bir fark oluşturmadığı ($P>0.05$) görülmektedir (Çizelge 4.3). Aynı örnek için farklı işlem basamakları ve depolama süresinin ise yağ oranları üzerindeki etkisinin çok önemli ($P<0.01$) olduğu görülmüştür. Farklı kültürlerle olgunlaştırılmış ve kültür ilave edilmemiş kremadan üretilen tereyağı örneklerinin yağ oranlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.4'te görülmektedir. Pastörize krema ve olgun krema örneklerinde yağ oranları ortalama % 47.25 iken yayıklama işlemi sonrasında ortalama yağ oranı % 66.50'ye yükselmiştir. 1. ve 2. yıkama işlemlerini takiben uygulanan malaksasyon işlemi sonucunda tereyağı örneklerinin ortalama yağ oranı % 79.50'ye ulaşmıştır. Bu değer tereyağı örneklerinin nihai yağ oranı olup depolama süresince değişim görülmemiştir. Farklı işlem basamakları sonrasında yağ oranlarının değişimi Şekil 4.2'de verilmiştir. Türk Gıda Kodeksi Tereyağı, Diğer Süt Yağı Esaslı Sürülebilir Ürünler ve Sadeyağ Tebliği (Tebliğ No: 2005/19)'nde tereyağının ağırlıkça en az % 80, en fazla % 90 oranında süt yağı içermesi gerektiği belirtilmiştir. Çalışma kapsamında üretilmiş tereyağı örneklerinin ortalama yağ değerleri yönetmelikte belirtilen değerden biraz düşük bulunmuştur. Bu durum malaksasyon işlemi sırasında uzaklaştırılması gereken suyun yeterince uzaklaştırılmamasından kaynaklanmış olabilir.

Çizelge 4.3. Tereyağı örneklerinin yağ oranlarına (%) ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	Önemlilik
İşlem aşaması/ Depolama süresi (İD)	7	1426.641	2311.519	**
Örnek (Ö)	3	0.214	0.346	-
İD x Ö	21	0.106	0.172	-
Hata	32	0.617		

- önemli değil, ** $P<0.01$ düzeyinde önemli

Çizelge 4.4.Tereyağı örneklerinin yağ oranlarına (%) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

İşlem aşaması / Depolama süresi	Örnek			
	K	P	Y	T
PK	47.000±1.414 ^{aC}	47.000±1.414 ^{aC}	47.000±1.414 ^{aC}	47.000±1.414 ^{aC}
OK	47.500±0.707 ^{aC}	47.500±0.707 ^{aC}	47.500±0.707 ^{aC}	47.500±0.707 ^{aC}
YS	67.000±0.000 ^{aB}	66.750±0.354 ^{aB}	66.500±0.700 ^{aB}	66.250±0.354 ^{aB}
Y1	66.500±0.707 ^{aB}	66.500±0.707 ^{aB}	66.500±0.707 ^{aB}	66.500±0.707 ^{aB}
Y2	66.500±0.707 ^{aB}	66.500±0.707 ^{aB}	66.500±0.707 ^{aB}	66.500±0.707 ^{aB}
1.Gün	79.500±0.007 ^{aA}	80.000±0.000 ^{aA}	79.000±1.414 ^{aA}	79.000±0.000 ^{aA}
15.Gün	79.500±0.707 ^{aA}	70.500±0.707 ^{aA}	79.000±0.000 ^{aA}	79.500±0.707 ^{aA}
30.Gün	80.000±0.000 ^{aA}	79.500±0.707 ^{aA}	79.500±0.707 ^{aA}	80.000±0.000 ^{aA}

PK: Pastörize krema; OK: Olgun krema; YS: Yayıklama sonrası; Y1: Birinci yıkamadan sonra; Y2: İkinci yıkamadan sonra

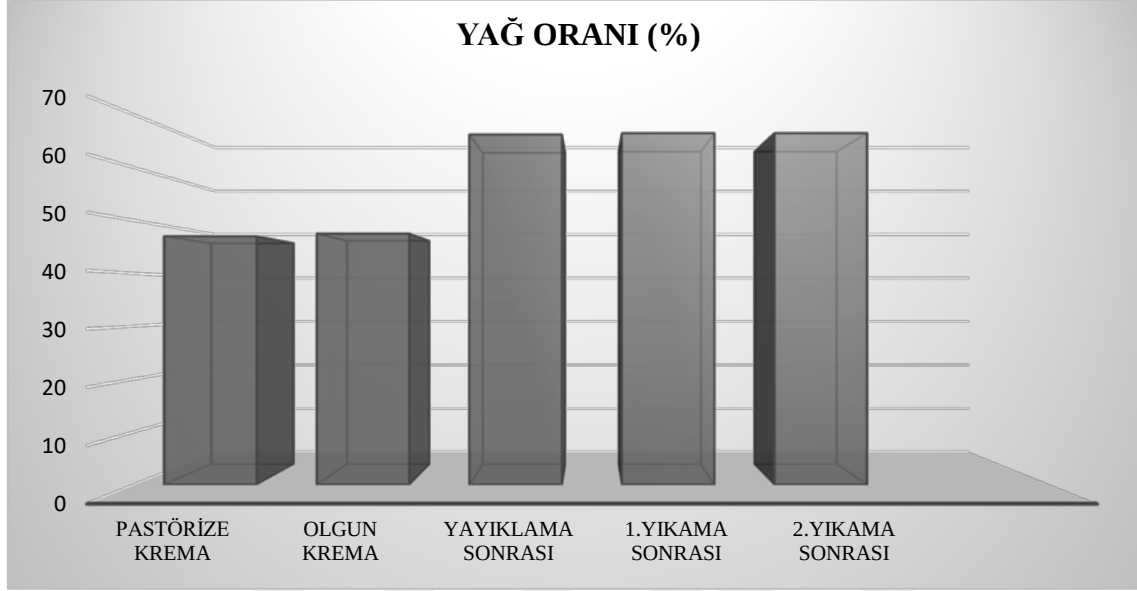
^{A,B,C}: Aynı kültürle üretilen tereyağı örneklerinde farklı işlem aşamalarında ve depolama sürelerinde aynı harfle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklı değildir (P>0.05)

^a Farklı kültürlerle üretilen tereyağı örneklerinde aynı uygulama için aynı harfle gösterilen ortalama değerler istatistiksel olarak farklı değildir (P>0.05)

Engin (2012), kremadan ve yoğurttan farklı kültürler kullanarak ürettiği tereyağlarının aroma profilini incelediği çalışmada yoğurt tereyağında en yüksek yağ oranını % 81.63, en düşük yağ oranını ise % 79 olarak tespit etmiştir. Krema tereyağlarında ise yağ oranının en yüksek % 83.94 en düşük % 79.88 olduğunu belirtmiştir. Bu değerler bu çalışmada elde edilen bulgularla benzerlik göstermektedir.

Şenel (2006), krema tereyağlarının yağ oranının % 83.75-85.25 arasında, yayık tereyağlarının yağ oranının ise % 83.75-85.75 arasında olduğunu bildirmiştir. 2010 yılında Şenel ve ark. tarafından yapılan çalışmada kremadan elde edilen tereyağlarının yağ oranları ortalama % 84 bulunmuştur. Gürsel ve ark. (2006), +5 °C, -18 °C ve -25 °C’de muhafaza ettikleri tereyağlarının yağ oranlarının sırasıyla % 83.25, % 84.75 ve % 85.13 olduğunu bildirmişlerdir. Samet Bali ve ark. (2009), geleneksel yöntemle üretilmiş Tunus tereyağının yağ oranını % 65.70 olarak saptamıştır. Koyuncu (2010), farklı şartlarda muhafaza ettiği krema tereyağlarının yağ oranını ortalama % 83.04 olarak belirlemiştir. Gündoğdu (2012), starter kültür kullanılmadan üretilen krema tereyağına ait yağ oranlarını depolama süresinin 1, 15, 30, 45, 60. günlerinde sırasıyla % 82.13, %

82.50, % 83.19, % 82.75, % 83.00 olarak tespit etmiştir. Tosun (2016), tereyağı, yayık tereyağı ve kaymağın kalite nitelikleri üzerine ekzopolisakkarit üreten kültürlerin etkisini incelediği çalışmada yağ oranını % 79.50-83.25 aralığında bildirmiştir.



Şekil 4.2. Farklı işlem aşamalarında tereyağı örneklerine ait ortalama yağ oranlarının (%) değişimi.

4.1.3. Ham protein oranı

Çizelge 4.5'te verilen varyans analiz sonuçlarından anlaşıldığı üzere, tereyağı üretiminde aynı işlem basamakları için farklı kültür kullanımı ham protein değerleri üzerinde istatistiksel olarak bir farklılık oluşturmazken ($P>0.05$) her bir kültür için farklı işlem basamaklarının ham protein değerleri üzerindeki etkisi istatistiksel olarak çok önemli ($P<0.01$) bulunmuştur. Farklı starter kültürlerle üretilmiş tereyağı örneklerinin çeşitli işlem basamaklarında ve depolama süresince ham protein değerlerindeki değişime ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir. En yüksek ham protein oranı olgun krema ve pastörize kremada tespit edilmiş olup ortalama % 1.50 olarak belirlenmiştir. Kremada saptanan ham protein oranı Şekil 4.3'ten görüleceği gibi yayıklama, 1. yıkama ve 2. yıkama işlemlerinden sonra çok önemli ($P<0.01$) bir düşüş göstermiştir. Yıkama işlemlerinin amacı yağ dışındaki mevcut protein ve benzeri bileşenleri uzaklaştırmak olduğundan yıkama sonrası ham protein değerlerine bakıldığında istenen sonuçların elde edildiği görülmektedir.

Yayıklama işlemi sonrası yayık altının uzaklaştırılmasıyla tereyağı örneklerinde ortalama ham protein oranı % 1.50'den % 0.21'e düşmüştür. Böylece yayık altının uzaklaştırılmasıyla kremada mevcut olan ham proteinin % 86'sı uzaklaştırılmıştır. Tereyağı örneklerinin ham protein değerleri 1. yıkama işleminin ardından % 0.11'e, 2. yıkama işleminin ardından da % 0.06'ya kadar düşmüştür. Depolama süresi boyunca kullanılan kültür çeşidine ve süreye bağlı olarak tereyağı örneklerinde istatistiksel açıdan bir farklılık görülmemiştir.

Çizelge 4.5. Tereyağı örneklerinin ham protein oranlarına (%) ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	Önemlilik
İşlem aşaması / Depolama süresi (İD)	7	3.394	9283.696	**
Örnek (Ö)	3	0.000	0.669	-
İD x Ö	21	9.088	0.249	-
Hata	32	0.000		

- önemli değil, ** P<0.01 düzeyinde önemli

Koyuncu (2010), farklı muhafaza şartlarında 90 gün süreyle depoladığı tereyağı örneklerine ait ortalama ham protein değerini % 0.14 olarak bildirmiştir. Bu çalışma kapsamında üretilen tereyağlarının 1. yıkama işleminden sonraki ham protein değerleri bile % 0.11 ile bu değerlerden daha düşük bulunmuştur. Bu durum, tereyağı/su oranının uygun olması halinde tek yıkamanın bile yeterli olduğunu göstermektedir. Aşırı yıkamanın tereyağında aroma kaybına sebep olduğu da göz önünde bulundurulursa, yıkama sayısının üretim koşullarında optimize edilmesinin gerekliliği daha fazla önem kazanmaktadır.

Öztekin Öztürk (2010), yayık tereyağlarında sulandırma oranı ve yıkamanın tereyağlarının nitelikleri üzerindeki etkisini incelediği çalışmada ham madde olarak kullanılan yoğurt, % 50 oranında sulandırılmış yoğurt ve % 150 oranında sulandırılmış yoğurt örneklerinin ham protein değerlerini sırasıyla % 3.06, % 2.06 ve % 1.32 olarak saptamıştır. % 50 oranında sulandırılmış yoğurdun yayık altına ait ham protein değerini % 2.6, % 150 oranında sulandırılmış örneğin yayık altına ait ham protein değerini ise % 1.30 olarak bildirmiştir. Literatürde mevcut çalışmalardan ve yapılan çalışmanın

bulgularından anlaşılaçağı üzere ham maddede mevcut ham proteinin neredeyse tamamı yayık altı ve yıkama sularıyla uzaklaşmaktadır.

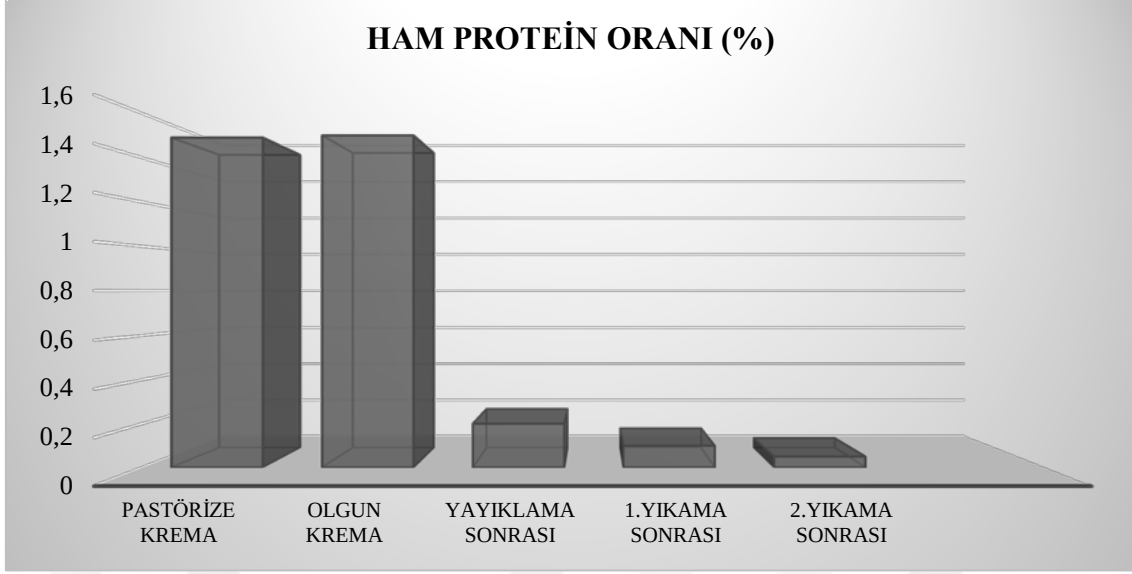
Çizelge 4.6. Tereyağı örneklerinin ham protein oranlarına (%) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

İşlem aşaması / Depolama süresi	Örnek			
	K	P	Y	T
PK	1.499±0.036 ^{aA}	1.499±0.036 ^{aA}	1.499±0.036 ^{aA}	1.499±0.036 ^{aA}
OK	1.499±0.036 ^{aA}	1.499±0.021 ^{aA}	1.509±0.036 ^{aA}	1.505±0.028 ^{aA}
YS	0.222±0.002 ^{aB}	0.223±0.007 ^{aB}	0.214±0.014 ^{aB}	0.200±0.005 ^{aB}
Y1	0.112±0.006 ^{bC}	0.125±0.000 ^{aC}	0.107±0.000 ^{bC}	0.103±0.006 ^{bC}
Y2	0.067±0.006 ^{aC}	0.063±0.013 ^{aD}	0.072±0.000 ^{aCD}	0.054±0.000 ^{aD}
1.Gün	0.067±0.007 ^{aC}	0.063±0.013 ^{aD}	0.067±0.007 ^{aD}	0.057±0.004 ^{aD}
15.Gün	0.067±0.006 ^{aC}	0.063±0.013 ^{aD}	0.067±0.007 ^{aD}	0.058±0.002 ^{aD}
30.Gün	0.066±0.005 ^{aC}	0.061±0.009 ^{aD}	0.067±0.006 ^{aD}	0.059±0.006 ^{aD}

PK: Pastörize krema; OK: Olgun krema; YS: Yayıklama sonrası; Y1: Birinci yıkamadan sonra; Y2: İkinci yıkamadan sonra

^{A,B,C,D}: Aynı kültürle üretilen tereyağı örneklerinde farklı işlem aşamalarında ve depolama sürelerinde aynı harfle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklı değildir (P>0.05)

^{a,b}: Farklı kültürlerle üretilen tereyağı örneklerinde aynı uygulama için aynı harfle gösterilen ortalama değerler istatistiksel olarak farklı değildir (P>0.05)



Şekil 4.3. Farklı işlem aşamalarında tereyağı örneklerine ait ortalama ham protein oranlarının (%) değişimi.

4.1.4. Titrasyon asitliği değeri

Varyans analiz sonuçları değerlendirildiğinde, kullanılan örnek çeşidinin, işlem aşamaları ile depolama süresinin ve İD x Ö interaksiyonunun titrasyon asitliği üzerindeki etkisi çok önemli ($P < 0.01$) bulunmuştur (Çizelge 4.7). Farklı uygulamalarla üretilen tereyağı örneklerinin işlem aşamaları ve depolama süresine bağlı olarak ölçülen titrasyon asitliği değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.8’de verilmiştir. İşlem aşamalarının ve depolama süresi ile starter kültür çeşidinin titrasyon asitliği üzerindeki etkisi Şekil 4.4 ve Şekil 4.5’ten de görülebilmektedir. T, P ve Y kültürleri kullanılarak üretilen tereyağı örneklerinde işlem basamakları ve depolama süresince en yüksek titrasyon asitliği değeri olgun kremada saptanırken, kültür kullanılmadan üretilen K tereyağının kremasında titrasyon asitliği en düşük değere sahip olmuştur. T, P ve Y kültürlerinin kullanıldığı tereyağlarında kremanın olgunlaştırılması tüm örneklerde titrasyon asitliğinin artmasına neden olmuş ve en büyük artış Y kültürünün kullanıldığı kremada görülmüştür. Y ve P örneklerinde yayıklama, 1. yıkama, 2. yıkama ve depolama süresinin 15. gününe kadar titrasyon asitliğinde düşüş olduğu, 15. gün örneklerinde yükseldiği, ancak 30. gün örneklerinde tekrar düşüş olduğu görülmüştür. K örneğinde ise yayıklama, 1. yıkama, 2. yıkama ve depolama süresi boyunca titrasyon asitliği düşüş göstermiştir. Depolama süresinin sonunda en yüksek

titrasyon asitliği % 0.089 ile Y örneğinde, en düşük titrasyon asitliği ise % 0.06 ile T örneğinde saptanmıştır.

Çizelge 4.7. Tereyağı örneklerinin titrasyon asitliği değerlerine (%) ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	Önemlilik
İşlem aşaması / Depolama süresi (İD)	7	2.083	3871.905	**
Örnek (Ö)	3	0.086	159.280	**
İD x Ö	21	0.045	84.566	**
Hata	32	0.001		

** P<0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.8. Tereyağı örneklerinin titrasyon asitliği değerlerine (%) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

İşlem aşaması / Depolama süresi	Örnek			
	K	P	Y	T
PK	0.965±0.007 ^{aA}	0.965±0.007 ^{aB}	0.965±0.007 ^{aB}	0.965±0.007 ^{aBb}
OK	0.835±0.021 ^{dB}	1.675±0.021 ^{bA}	1.780±0.000 ^{aA}	1.525±0.007 ^{Ca}
YS	0.280±0.014 ^{cC}	0.440±0.028 ^{bC}	0.450±0.028 ^{abC}	0.520±0.028 ^{Ac}
Y1	0.140±0.014 ^{bD}	0.145±0.021 ^{bD}	0.175±0.021 ^{bD}	0.295±0.007 ^{Ad}
Y2	0.105±0.007 ^{bE}	0.135±0.021 ^{bD}	0.120±0.014 ^{bE}	0.245±0.637 ^{Ad}
1.Gün	0.059±0.001 ^{bF}	0.065±0.007 ^{bE}	0.081±0.001 ^{bF}	0.130±0.014 ^{Ae}
15.Gün	0.121±0.001 ^{aDE}	0.095±0.007 ^{bE}	0.105±0.007 ^{bEF}	0.091±0.001 ^{Be}
30.Gün	0.072±0.003 ^{aF}	0.081±0.001 ^{aE}	0.089±0.001 ^{aEF}	0.060±0.085 ^{Ae}

PK: Pastörize krema; OK: Olgun krema; YS: Yayıklama sonrası; Y1: Birinci yıkamadan sonra; Y2: İkinci yıkamadan sonra

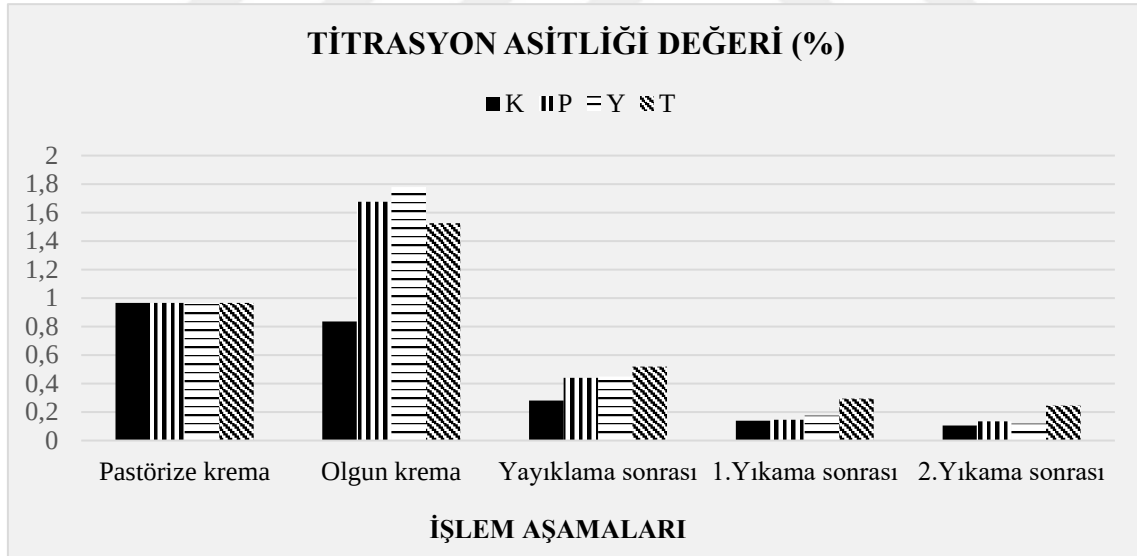
^{A,B,C,D,E}: Aynı kültürle üretilen tereyağı örneklerinde farklı işlem aşamalarında ve depolama sürelerinde aynı harfle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklı değildir (P>0.05)

^{a,b,c,d}: Farklı kültürlerle üretilen tereyağı örneklerinde aynı uygulama için aynı harfle gösterilen ortalama değerler istatistiksel olarak farklı değildir (P>0.05)

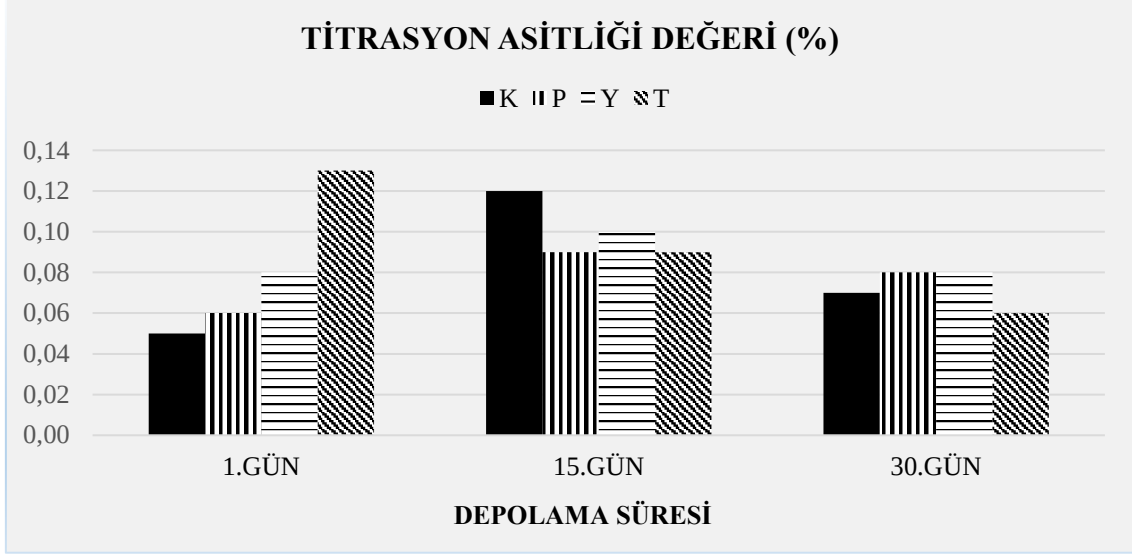
Gündoğdu (2012), farklı starter kültür kullanımının yoğurt ve kremadan elde edilen tereyağlarının niteliklerine etkisini araştırdığı çalışmada kullanılan kültür ve depolama süresinin tereyağlarının titrasyon değerleri üzerinde P<0.05 düzeyinde, ham

madde ve hammadde x depolama interaksiyonunun ise $P < 0.01$ düzeyinde etkili olduğunu bildirmiştir. Tuğcu (2005), farklı kültür kombinasyonlarını kullanarak elde ettiği tereyağlarında titrasyon asitliğinin depolama süresince düşüş gösterdiğini, ortalama değerin % 0.48 olduğunu saptamıştır. Tahmas Kahyaoğlu (2014), inek, koyun ve keçi sütünden üretilen ve 90 gün süreyle depolanan tereyağı örneklerinin tümünde depolama süresince titrasyon asitliği değerinin yükseldiğini bildirmiştir. En yüksek titrasyon asitliği değerinin ortalama % 0.38 ile koyun tereyağında saptandığını belirtmiştir. Bakırcı ve ark. (2004), farklı starter kültürlerle üretilmiş tereyağı örneklerinin titrasyon asitliği değerinin % 0.12-0.13 aralığında olduğunu tespit etmişlerdir.

Gürsel ve ark. (2006), $+5^{\circ}\text{C}$, -18°C ve -25°C 'de muhafaza ettikleri tereyağı örneklerinin titrasyon asitliği değerlerinin sırasıyla % 0.03, % 0.03 ve % 0.02 olduğunu saptamışlardır. Tosun (2016), ekzopolisakkarit üreten laktik kültür ile üretilen tereyağlarının bazı özelliklerini incelediği çalışmada, titrasyon asitliğinin % 0.15-0.58 arasında değiştiğini bildirmiştir. Çalışma kapsamında saptanan tereyağlarına ait titrasyon asitliği değerleri, mevcut çalışma verileriyle benzerlik göstermektedir.



Şekil 4.4. Farklı işlem aşamalarında tereyağı örneklerinin titrasyon asitliği değerlerinin (%) değişimi.



Şekil 4.5. Depolama süresince tereyağı örneklerinin titrasyon asitliği değerlerinin (%) değişimi.

4.1.5. pH değeri

Varyans analiz sonuçlarına bakıldığında örnek çeşidinin, işlem aşamaları ile depolama süresinin ve İD x Ö interaksiyonunun tereyağı örneklerine ait pH değerleri üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak çok önemli ($P < 0.01$) olduğu görülmektedir (Çizelge 9). Çalışma kapsamında üretilen tereyağlarının üretim aşamaları ve depolama süresince pH değerlerindeki değişime ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir. T, P, Y ve K tereyağı örneklerinde işlem basamaklarının ve depolama süresinin pH değerlerinde oluşturduğu farklılık Şekil 4.6 ve 4.7'den de açıkça görülmektedir. Pastörize kremanın pH değeri 5.22 iken olgunlaştırma işlemiyle beraber kullanılan starter kültürlerin aktiviteleri sonucu tüm örneklerde pH değeri düşüş göstermiştir. Olgun krema örneklerinde en düşük pH değeri P örneğinde görülürken K örneğine ait pH değerinde çok az bir düşüş meydana gelmiştir. Yayıklama işleminin ardından starter kültür kullanılarak üretilen T, P, Y tereyağlarında pH değerlerindeki düşüş devam ederken kültürsüz üretilen K tereyağında pH değeri bir miktar artmıştır. 1. ve 2. yıkama işlemleri sonrasında P ve T örneklerinde pH değerleri düşerken Y ve K örneklerinde yükselmiştir. Depolama süresince T, P ve Y tereyağlarında pH değeri düşerken K tereyağının pH değerinde dalgalanmalar görülmüştür. 30 günlük depolama periyodunun sonunda en yüksek pH değeri 5.29 ile P örneğinde, en düşük pH değeri ise 4.56 ile T örneğinde saptanmıştır.

Fermente süt ürünlerinde olgunlaşma işlemini takiben meydana gelen asitlerin dissosiyasyon düzeylerinin pH değeri üzerinde etkileri söz konusudur (Şenel, 2006). Asitlerin dissosiyasyon düzeyiyle ilgili en güvenilir sonuç pH ölçümü ile saptanır. Böylece ortamda bulunan serbest hidrojen iyonlarının aktivitesi ile miktarı hakkında bilgi edinilebilmektedir (Metin, 2008). Buna ilaveten asitlerin suda çözünme seviyeleri de ortam pH'sı üzerinde etkili olmaktadır (Şenel, 2006).

Çizelge 4.9. Tereyağı örneklerinin pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	Önemlilik
İşlem aşaması / Depolama süresi (İD)	7	0.521	539.77	**
Örnek (Ö)	3	1.838	1906.919	**
İD x Ö	21	0.180	186.655	**
Hata	32	0.001		

** P<0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.10. Tereyağı örneklerinin pH değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

İşlem aşaması / Depolama süresi	Örnek			
	K	P	Y	T
PK	5.220±0.283 ^{aF}	5.220±0.283 ^{aD}	5.220±0.283 ^{aB}	5.220±0.283 ^{Aa}
OK	5.205±0.007 ^{aF}	4.410±0.014 ^{dG}	4.625±0.021 ^{bE}	4.480±0.028 ^{Cc}
YS	5.365±0.007 ^{aD}	4.555±0.021 ^{bF}	4.580±0.014 ^{bF}	4.455±0.064 ^{Cc}
Y1	5.845±0.021 ^{aB}	4.785±0.007 ^{bE}	4.560±0.014 ^{cF}	4.490±0.085 ^{Cc}
Y2	6.355±0.021 ^{aA}	5.355±0.007 ^{bB}	5.205±0.021 ^{cB}	4.780±0.085 ^{Db}
1.Gün	5.120±0.000 ^{cF}	5.445±0.007 ^{aA}	5.375±0.007 ^{bA}	4.780±0.014 ^{Db}
15.Gün	5.680±0.014 ^{aC}	5.345±0.007 ^{bB}	5.105±0.007 ^{cC}	4.585±0.035 ^{Dc}
30.Gün	5.110±0.014 ^{bF}	5.295±0.007 ^{aC}	5.005±0.007 ^{cD}	4.560±0.057 ^{Dc}

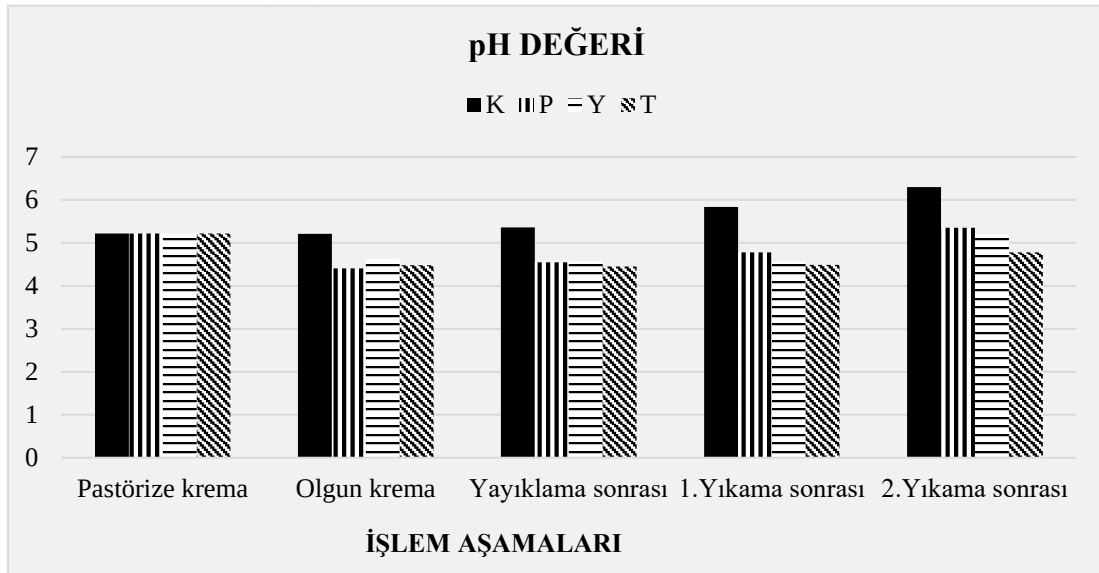
PK: Pastörize krema; OK: Olgun krema; YS: Yayıklama sonrası; Y1: Birinci yıkamadan sonra; Y2: İkinci yıkamadan sonra

A,B,C,D,E,F,G: Aynı kültürle üretilen tereyağı örneklerinde farklı işlem aşamalarında ve depolama sürelerinde aynı harfle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklı değildir (P>0.05)

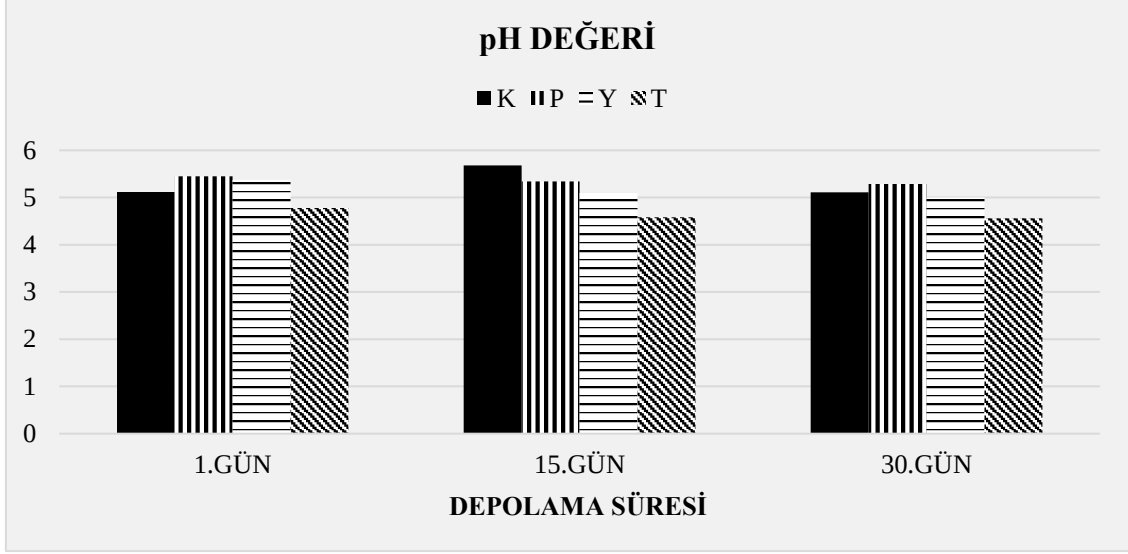
a,b,c,d: Farklı kültürlerle üretilen tereyağı örneklerinde aynı uygulama için aynı harfle gösterilen ortalama değerler istatistiksel olarak farklı değildir (P>0.05)

Tahmas Kahyaoğlu (2014), farklı starter kültür kullanarak yoğurt ve kremadan üretilen tereyağlarında kültür çeşidinin, hammaddenin, depolama süresinin kültür × hammadde, kültür × depolama süresi ve kültür × hammadde × depolama süresi interaksiyonlarının pH değerleri üzerinde $P < 0.01$ düzeyinde etkili olduğunu bildirmiştir. Aynı çalışmada farklı kültür kombinasyonları ile üretilmiş tereyağı örneklerinde en yüksek pH değeri 4.79 en düşük değer ise 4.38 olarak saptanmıştır.

Gündoğdu (2012), starter kültür kullanılmadan üretilen krema tereyağına ait pH değerini depolamanın 1, 15, 30, 45 ve 60. günlerinde ölçmüş ve sırasıyla 5.65, 5.55, 5.18, 5.32 ve 5.33 olarak saptamıştır. Şimşek (2011), yayık tereyağlarının depolama süresi boyunca kararlılığını incelediği çalışmada karanlık ortamda, 4 °C’de depolanmış tereyağına ait pH değerini depolamanın 1, 15, 30, 45 ve 60. günlerinde ölçmüş ve sırasıyla 5.25, 5.11, 4.95, 4.88 ve 4.81 olarak bildirmiştir. Bu araştırmada elde edilen bulgular Gündoğdu’nun (2012) ve Şimşek’in (2011) bildirdikleri sonuçlar ile benzerlik göstermektedir. Samet Bali ve ark. (2009), farklı sıcaklık derecelerinde depoladıkları tereyağlarının pH değerlerinde depolama süresince düşüş meydana geldiğini saptamışlardır.



Şekil 4.6. Farklı işlem aşamalarında tereyağı örneklerinin pH değerlerinin değişimi.



Şekil 4.7. Depolama süresince tereyağı örneklerinin pH değerlerinin değişimi.

4.1.6. Peroksit değeri

Varyans analiz sonuçlarının verildiği Çizelge 4.11'e bakıldığında örnek çeşidinin, işlem aşamaları ile depolama süresinin ve İD x Ö interaksiyonunun tereyağı örneklerinin peroksit değerleri üzerinde istatistiksel açıdan $P < 0.01$ düzeyinde etkili olduğu görülmektedir. Bu önemlilik peroksit değerlerine uygulanan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarında farklı istatistik gruplarının oluşmasından da anlaşılmaktadır (Çizelge 4.12). Pastörize kremanın peroksit değeri 0.656 meq O_2/kg yağ olarak tespit edilmiştir. Y kültürü kullanılarak olgunlaştırılan krema hariç diğer olgun krema örneklerinde peroksit değeri artış göstermiş olup en yüksek peroksit değeri T kültürüyle olgunlaştırılan örnekte ve 0.853 meq O_2/kg yağ olarak belirlenmiştir. Y kültürü ile olgunlaştırılan krema örneğinde ise peroksit değeri 0.656'dan 0.566 meq O_2/kg yağ değerine düşmüştür. Yayıklama işleminden sonra T, P, Y ve K örneklerinin tümünde peroksit değerlerinin düştüğü ve bu düşüşün 1. yıkama ve 2. yıkama işlemlerinden sonra da devam ettiği görülmüştür. Oksidasyonun başlangıcında meydana gelen hidroperoksitler ve aromatik karbonil bileşikler suda çözünbilme özelliğine sahip olduğundan söz konusu bileşikler yayıkaltı ve yıkama suları ile ortamdan uzaklaşmaktadırlar (Şenel 2006; Atamer ve ark. 2007). Bu nedenle hidroperoksit miktarının ifadesi olan peroksit değerinde de düşüşlerin olması beklenen bir durumdur. Depolama süresince tereyağı örneklerinin peroksit değerlerinde dalgalanmalar görülmektedir. İşlem basamakları boyunca en yüksek

peroksit değerlerinin T örneğinde olduğu, 30 günlük depolama periyodunun sonunda en düşük değerin K örneğinde, en yüksek değerin ise Y örneğinde olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.8, Şekil 4.9).

Çizelge 4.11. Tereyağı örneklerinin peroksit değerlerine (meq O₂/kg yağ) ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	Önemlilik
İşlem aşaması / Depolama süresi (İD)	7	0.175	199.258	**
Örnek (Ö)	3	0.037	41.815	**
İD x Ö	21	0.008	9.012	**
Hata	32	0.001		

** P<0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.12. Tereyağı örneklerinin peroksit değerlerine ait (meq O₂/kg yağ) Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

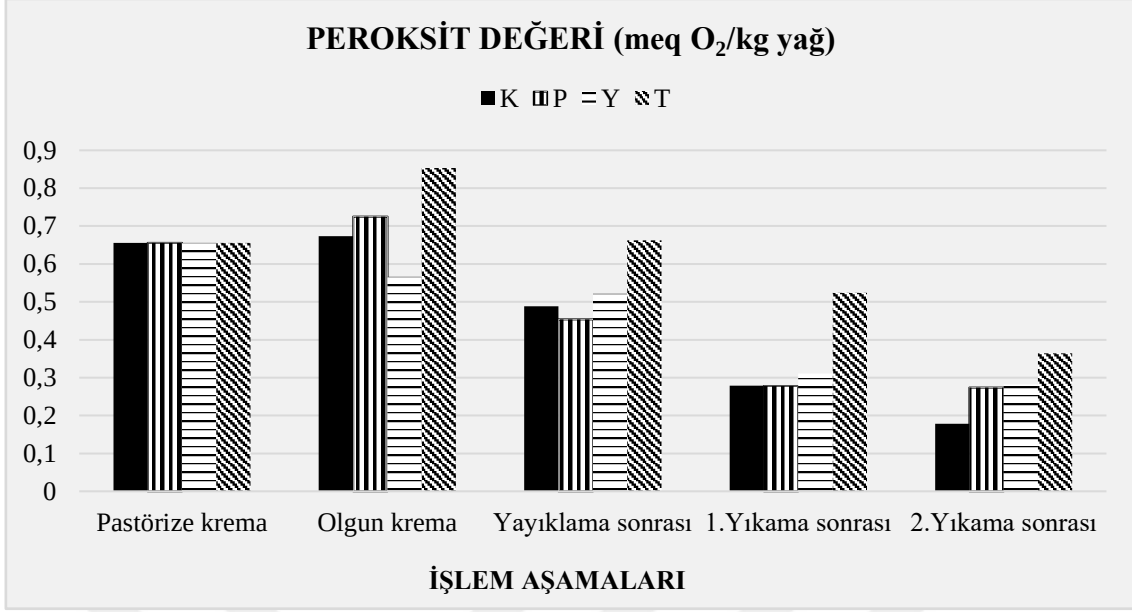
İşlem aşaması / Depolama süresi	Örnek			
	K	P	Y	T
PK	0.656±0.006 ^{aA}	0.656±0.006 ^{aB}	0.656±0.006 ^{aA}	0.656±0.006 ^{Ab}
OK	0.673±0.012 ^{bcA}	0.725±0.008 ^{bA}	0.566±0.017 ^{cB}	0.853±0.076 ^{Aa}
YS	0.488±0.026 ^{bcB}	0.454±0.006 ^{cCD}	0.521±0.003 ^{bB}	0.662±0.010 ^{Ab}
Y1	0.279±0.021 ^{bD}	0.278±0.019 ^{bE}	0.311±0.003 ^{bD}	0.524±0.029 ^{Ac}
Y2	0.178±0.009 ^{cE}	0.274±0.009 ^{bE}	0.282±0.022 ^{bD}	0.364±0.019 ^{Ad}
1.Gün	0.393±0.025 ^{aC}	0.458±0.037 ^{aC}	0.413±0.021 ^{aC}	0.433±0.012 ^{AcD}
15.Gün	0.389±0.009 ^{aC}	0.403±0.010 ^{aD}	0.406±0.033 ^{aC}	0.434±0.052 ^{AcD}
30.Gün	0.401±0.010 ^{aC}	0.468±0.450 ^{aC}	0.513±0.082 ^{aB}	0.420±0.053 ^{Ad}

PK: Pastörize krema; OK: Olgun krema; YS: Yayıklama sonrası; Y1: Birinci yıkamadan sonra; Y2: İkinci yıkamadan sonra

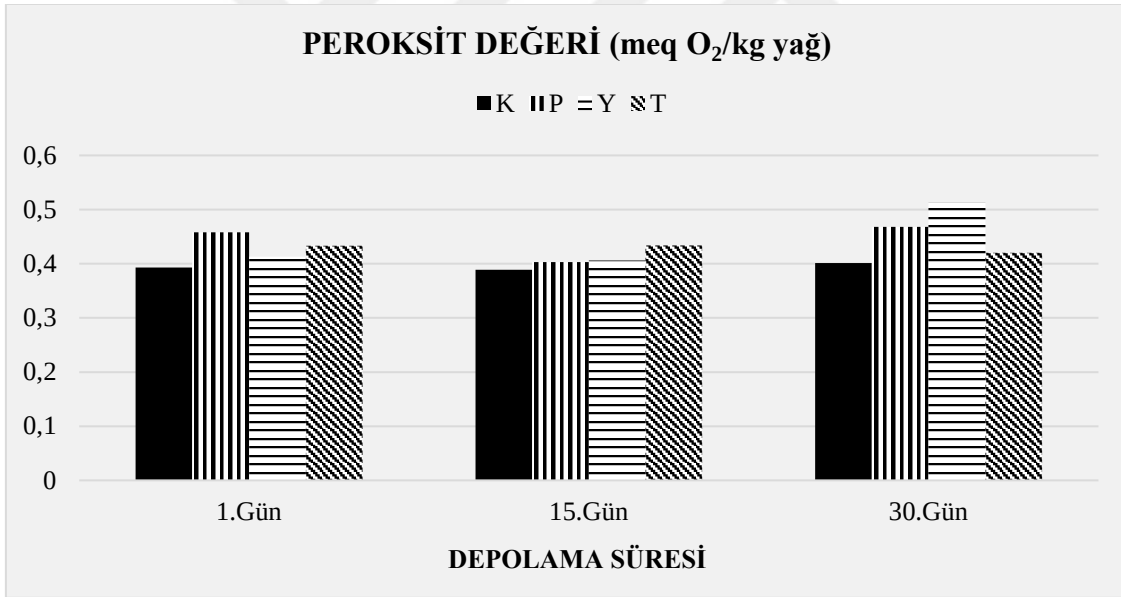
^{A,B,C,D,E}: Aynı kültürle üretilen tereyağı örneklerinde farklı işlem aşamalarında ve depolama sürelerinde aynı harfle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklı değildir (P>0.05)

^{a,b,c}: Farklı kültürlerle üretilen tereyağı örneklerinde aynı uygulama için aynı harfle gösterilen ortalama değerler istatistiksel olarak farklı değildir (P>0.05)

Tosun (2016), ekzopolisakkarit üreten kültür kullanımının tereyağının kalite özelliklerine etkisini araştırdığı çalışmada peroksit değerlerini 0.59-6.79 meq O₂/kg yağ olduğunu belirtmiştir. Koyuncu (2010), farklı muhafaza şartlarında 90 gün süreyle depoladığı tereyağı örneklerinin peroksit değerlerinin 0.441-9.259 aralığında değiştiğini bildirmiştir. Çakmakçı ve ark. (2014), çörekotu uçucu yağının tereyağının kararlılığına etkisini inceledikleri çalışmada kontrol grubu tereyağının peroksit değerini depolamanın 30, 60 ve 90. günlerinde ölçmüş ve sırası ile 0.22, 0.72 ve 1.70 meq O₂/kg yağ olduğunu belirtmişlerdir. Özkanlı ve Kaya (2007), yapmış oldukları çalışmada koyun sütünü pastörize ederek ve etmeden elde ettikleri tereyağlarının peroksit değerlerini sırasıyla 1.21 ve 0.98 meq O₂/kg yağ olarak belirtmişlerdir. Kaya (2000), süt ve yoğurt kullanılarak üretilen tereyağlarının peroksit değerlerini sırası ile 0.25 ve 0.21 meq O₂/kg yağ olduğunu bildirmiştir. Tahmas Kahyaoğlu (2014), yapmış olduğu çalışmada inek koyun ve keçi sütünden üretilen tereyağlarının peroksit değerlerini sırasıyla 0.09, 0.22 ve 0.25 meq O₂/kg yağ olarak tespit etmiştir. Ayrıca hammadde, depolama süresi ve hammadde × depolama periyodu interaksiyonlarının peroksit değerini P<0.01 düzeyinde etkilediğini bildirmiştir. Şimşek (2011), yayık tereyağlarının depolama süresince kararlılığını araştırdığı çalışmada karanlık ortamda, 4 °C’de muhafaza edilen tereyağının depolama süresince 1, 15, 30, 45 ve 60. günlerde peroksit değerini ölçmüş ve sırasıyla 0.42, 0.42, 0.46, 0.52 ve 0.57 meq O₂/kg yağ olarak bildirmiştir. Şenel (2006), yayık tereyağlarının nitelikleri üzerine bazı üretim parametrelerinin etkisini araştırdığı çalışmada peroksit değerlerini 0.22-0.46 meq O₂/kg yağ aralığında tespit etmiştir. Bu çalışmada elde edilen bulgular Tahmas Kahyaoğlu (2014), Şimşek (2011), Şenel (2006) ve Kaya (2000)’deki verilerle uyumlu bulunurken diğer çalışmalarda bulunan peroksit değerlerinden bir miktar düşük bulunmuştur.



Şekil 4.8. Farklı işlem aşamalarında tereyağı örneklerinin peroksit değerlerinin (meq O₂/kg yağ) değişimi.



Şekil 4.9. Depolama süresince tereyağı örneklerinin peroksit değerlerinin (meq O₂/kg yağ) değişimi.

4.1.7. TBA değeri

Elde edilen bulguların varyans analiz sonuçlarına bakıldığında örnek çeşidinin, işlem aşamaları ile depolama süresinin ve İD x Ö interaksiyonunun TBA değeri üzerindeki etkilerinin istatistiksel olarak çok önemli ($P < 0.01$) olduğu görülmektedir

(Çizelge 4.13). Tereyağı örneklerinin TBA değerlerinin örnek çeşidi ile işlem basamağı ve depolama süresine bağlı değişiminin Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.14'te verilmiştir. Pastörize kremanın TBA değeri 0.643 mg malonaldehit/kg yağ iken olgunlaştırma işleminin ardından T, P ve Y örneklerinde sırasıyla 0.916, 0.721 ve 1.344 mg malonaldehit/kg yağ değerine yükselmiştir. Starter kültür ilave edilmeyen K örneğinde ise TBA değerinin 0.565 mg malonaldehit/kg yağ değerine düştüğü saptanmıştır. Yayıklama sonrasında yayık altının uzaklaştırılmasıyla tüm tereyağı örneklerinin TBA değerlerinde düşüş gözlenmiştir. 1. yıkama işleminden sonra T, P, Y ve K örneklerinde TBA değerleri yükselmiş ve tüm örnekler için işlem aşamaları ve depolama süresince en yüksek değer bu aşamada saptanmıştır. Bu ani yükselişin ardından 2. yıkama işlemi neticesinde tüm örneklerin TBA değerleri tekrar düşüş göstermiştir. 30 günlük depolama periyodunun sonunda en yüksek TBA değeri T örneğinde en düşük değer ise P örneğinde tespit edilmiştir. Tereyağı örneklerinin işlem aşamaları ve depolama periyodu boyunca TBA değerlerinin değişimi Şekil 4.10 ve Şekil 4.11'de görülmektedir.

Çizelge 4.13. Tereyağı örneklerinin TBA değerlerine ait (mg malonaldehit/kg yağ) varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	Önemlilik
İşlem aşaması / Depolama süresi (İD)	7	0.605	53.165	**
Örnek (Ö)	3	0.199	17.514	**
İD x Ö	21	0.092	8.062	**
Hata	32	0.011		

** P<0.01 düzeyinde önemli

Najgebauer Lejko ve ark. (2009), adaçayı ve biberiye kullanılarak ürettikleri tereyağlarında ve kontrol örneğinde 6 ay boyunca her ay TBA değerini belirlemiş ve sonuçların depolama süresine bağlı olarak düşüş ve yükseliş sergilediğini bildirmişlerdir. 1. ayda ölçülen TBA değeri 0.25, 2. ayda 0.09, 3. ayda 0.06, 4. ayda 0.02, 5. ayda 0.07 ve 6. ayda 0.22 mg malonaldehit/kg yağ olarak belirtilmiştir. Bu çalışma sonuçları da bulgularımızda görüldüğü gibi depolamaya bağlı olarak TBA değerlerinde artış ve azalışların olabileceğini göstermektedir.

Çizelge 4.14. Tereyağı örneklerinin TBA değerlerine ait (mg malonaldehit/kg yağ) Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

İşlem Aşaması / Depolama süresi	Örnek			
	K	P	Y	T
PK	0.643±0.028 ^{aB}	0.643±0.028 ^{aBC}	0.643±0.028 ^{aD}	0.643±0.028 ^{Accd}
OK	0.565±0.028 ^{bC}	0.721±0.083 ^{cBD}	1.344±0.083 ^{aAB}	0.916±0.028 ^{Bbc}
YS	0,331±-0,138 ^{aC}	0.253±-0,028 ^{aD}	0,409±-0,028 ^{aE}	0,448±0.083 ^{Ad}
Y1	0.721±0.083 ^{bB}	1.402±0.276 ^{aA}	1.286±0.000 ^{aB}	1.305±0.083 ^{Aa}
Y2	0.643±0.028 ^{aB}	0.409±0.028 ^{bCD}	0.740±0.055 ^{aD}	0.741±0.551 ^{Abcd}
1.Gün	1.013±0.299 ^{bcA}	1.247±0.055 ^{aA}	1.129±0.111 ^{bcC}	0.604±0.358 ^{Ccd}
15.Gün	1.013±0.055 ^{bcA}	0.877±0.083 ^{cB}	1.480±0.055 ^{aA}	1.091±0.055 ^{Aab}
30.Gün	0.740±0.055 ^{bB}	0.662±0.055 ^{bBC}	0.721±0.083 ^{bD}	1.071±0.193 ^{Aab}

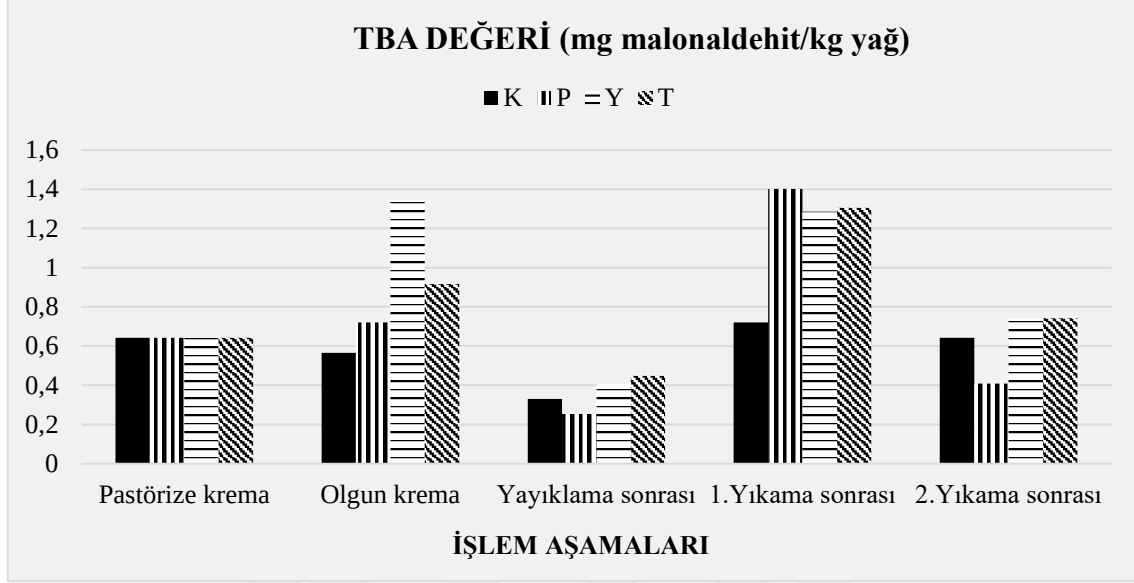
PK: Pastörize krema; OK: Olgun krema; YS: Yayıklama sonrası; Y1: Birinci yıkamadan sonra; Y2: İkinci yıkamadan sonra

A,B,C,D: Aynı kültürle üretilen tereyağı örneklerinde farklı işlem aşamalarında ve depolama sürelerinde aynı harfle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklı değildir (P>0.05)

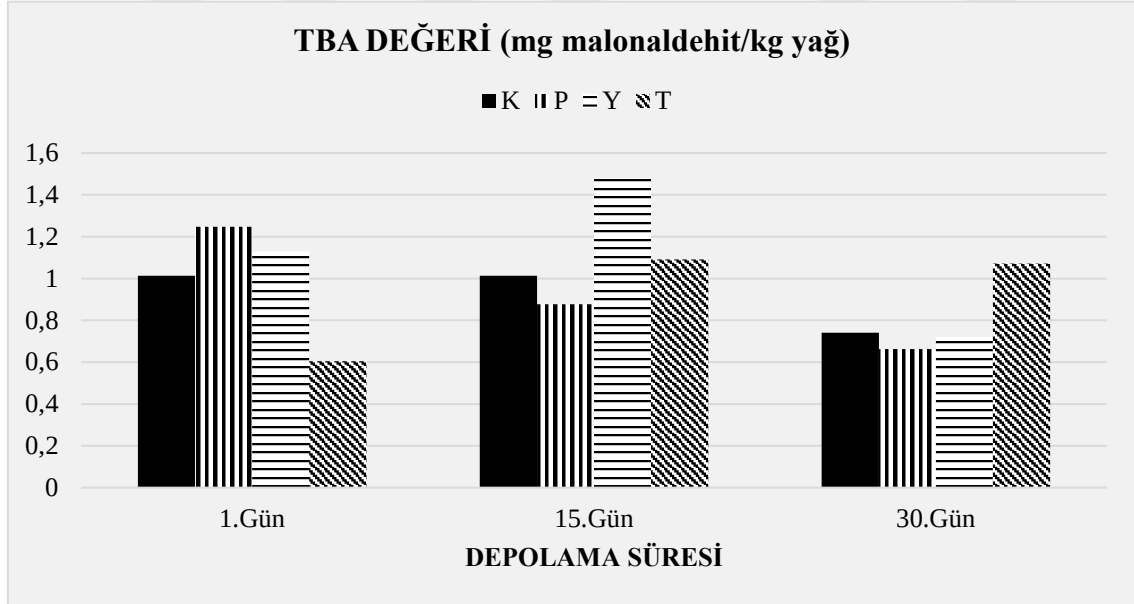
a,b,c: Farklı kültürlerle üretilen tereyağı örneklerinde aynı uygulama için aynı harfle gösterilen ortalama değerler istatistiksel olarak farklı değildir (P>0.05)

Özkanlı ve Kaya (2007), yaptıkları çalışmada pastörize edilmiş ve edilmemiş koyun sütünü kullanarak ürettikleri tereyağlarının TBA değerlerini sırasıyla 0.22 ve 0.13 mg malonaldehit/kg yağ olarak saptamışlardır. Ayar ve ark (2006), 5 °C ve 25 °C’de depoladıkları kontrol tereyağının TBA değerinin sırası ile 0.196 ve 0.284 mg malonaldehit/kg yağ olduğunu bildirmişlerdir. Öztürk ve Çakmakçı (2006), farklı antioksidanların depolama süresince tereyağları üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmada kontrol örneği için TBA değerini 0.30 mg malonaldehit/kg yağ olarak belirtmişlerdir. Çakmakçı ve ark. (2014), çörekotu uçucu yağının tereyağının kararlılığını nasıl etkilediğini araştırdıkları çalışmada, kontrol örneğe ait TBA değerini depolama süresinin 30, 60 ve 90. günlerinde ölçmüş ve sırası ile 0.15, 0.25 ve 0.28 mg malonaldehit/kg yağ olarak belirtmişlerdir. Gündoğdu (2012), farklı starter kültürler kullanarak yoğurt ve kremadan üretilen tereyağlarının ortalama TBA değerlerini depolamanın 1, 15, 30, 45 ve 60. günlerinde sırasıyla 0.12, 0.11, 0.15, 0.13 ve 0.19 mg malonaldehit/kg yağ olarak tespit etmiştir. Bu çalışmadaki bulgular literatürdeki mevcut

verilerden biraz yüksek bulunmuştur. Bu durum, tereyağı üretiminde hammadde olarak kullanılan kremanın TBA değerinin yüksek olmasından kaynaklanmış olabilir.



Şekil 4.10. Farklı işlem aşamalarında tereyağı örneklerinin TBA değerlerinin (mg malonaldehit/kg yağ) değişimi.



Şekil 4.11. Depolama süresince tereyağı örneklerinin TBA değerlerinin (mg malonaldehit/kg yağ) değişimi.

4.2. Duyusal Özellikler

4.2.1. Görünüş

4.2.1.1. Renk

Tereyağı örneklerinin varyans analiz sonuçlarına bakıldığında örnek çeşidinin (Ö) ve dönem (D) faktörünün renk değerlerini önemli düzeyde ($P<0.05$) etkilediği görülmektedir (Çizelge 4.15). Ancak D x Ö interaksiyonunun tereyağı örneklerinin renk değerleri üzerindeki etkisi önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$). Panelistler tarafından tereyağı örneklerinin renk değerlerine verilen puanların Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.24'te diğer duyusal özelliklere ait ortalamalarla birlikte verilmiştir. Depolama periyodunun 1. gününde en yüksek renk puanı 8.00 ile Y örneğinde, 30. günde ise 8.27 ile T örneğinde belirlenmiştir. Hem 1. gün hem de 30. gün örneklerinde en düşük renk puanı K örneğinde saptanmıştır.

Çizelge 4.15. Tereyağı örneklerinin renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	Önemlilik
Depolama süresi (D)	1	8.533	7.545	*
Örnek (Ö)	3	4.452	3.910	*
D x Ö	3	1.667	1.474	-
Hata	112	1.131		

- önemli değil, * $P<0.05$ düzeyinde önemli

Sağdıç ve ark. (2004)'de yapmış oldukları çalışmada en yüksek puan 5 olacak şekilde, görünüş puanını inek tereyağı için 4.7, keçi tereyağı için 4.9 ve koyun tereyağında ise 4.8 olduğunu bildirmişlerdir. Gürsel ve ark. (2006), +5 °C, -18 °C ve -25 °C olmak üzere 3 farklı sıcaklık derecesinde muhafaza ettikleri tereyağlarının renk puanını en yüksek puan 20 olmak üzere, sırası ile 18.33, 20.00 ve 20.00 olduğunu belirtmişlerdir. Gündoğdu (2012), farklı kültür kombinasyonu ile ürettiği krema tereyağlarının A,B,C ve D örneklerine ait renk puanlarını sırasıyla 7.97, 7.92, 7.96 ve 7.93 olarak belirtmiştir. A,B,C ve D örneklerinin 60 günlük depolama süresince en yüksek renk puanlarını 30.

gün örneklerinde en düşük renk puanlarını ise 60. gün örneklerinde saptamıştır. Kültür çeşidinin renk değerlerini çok önemli düzeyde, depolama süresinin ise önemli düzeyde etkilediğini bildirmiştir. Tahmas Kahyaoğlu (2014), inek, keçi ve koyun sütlerinden üretilen tereyağı örneklerine ait en yüksek renk puanlarını sırası ile 8.83, 8.00 ve 7.93 olarak belirtmiştir. Bu çalışmada tereyağı örneklerinin renk özelliği için elde edilen veriler Gündoğdu (2012) ve Tahmas Kahyaoğlu'nun (2014) belirttiği verilerle uyum sağlamaktadır.

4.2.1.2. Yapı sıklığı

Varyans analiz sonuçları örnek çeşidinin yapı sıklığı değeri üzerindeki etkisinin önemli ($P<0.05$) olduğunu ancak dönem ile D x Ö interaksyonunun etkisinin önemli olmadığını ($P>0.05$) göstermiştir (Çizelge 4.16). Tereyağı örneklerinin depolama süresi ve kültür çeşidine bağlı olarak panelistler tarafından belirlenen yapı sıklığı değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.24'de verilmiştir. Çizelgedeki verilere bakıldığında 1. gün örneklerinde en yüksek yapı sıklığı puanı 6.20 ile Y örneğinde, 30. gün örneklerinde ise T örneğinde görülmüştür. En düşük yapı sıklığı değeri 1 ve 30. gün örneklerinin ikisi için de K örneğinde tespit edilmiştir. Bu durum renk değerleri için elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.16. Tereyağı örneklerinin yapı sıklığı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	Önemlilik
Depolama süresi (D)	1	1.408	1.343	-
Örnek (Ö)	3	9.097	8.674	*
D x Ö	3	5.475	5.220	*
Hata	112	1.049		

- önemli değil, * $P<0.05$ düzeyinde önemli

Öztekin Öztürk (2010), yayık tereyağı üretiminde hammadde olarak kullanılan yoğurdun sulandırma oranının ve yıkama sayısının tereyağının bazı özellikleri üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada örneklerin yapı ve tekstür özelliklerine verilen puanların 30 puan üzerinden 28.75-29.50 aralığında değiştiğini bildirmektedir. Tosun (2016),

tereyağı üretiminde ekzopolisakkarit üreten starter kültür kullandığı çalışmasında yapmış olduğu duyusal analiz sonucunda tereyağı örneklerine panelistler tarafından 9 puan üzerinden 5.00-7.10 aralığında değerler verildiğini belirtmiştir. Kesler (2008), probiyotik ve lif ilave ederek ürettiği tereyağı örneklerinin 60 günlük depolama periyodunun sonunda almış olduğu görünür doku puanlarını A,B,C ve D örnekleri için sırası ile 7, 6.8, 6.0 ve 6.4 olarak bildirmiştir. Çalışmamızda elde edilen bulgular Tosun (2016) ve Kesler (2008)'in elde ettiği bulgularla uyum göstermektedir.

4.2.2. Koku – tat

4.2.2.1. Yabancı tat ve koku

Örneklerin varyans analiz sonuçlarına bakıldığında (Çizelge 4.17) deneme desenini oluşturan faktör ve interaksiyonların hiçbirisinin yabancı tat ve koku parametresi üzerinde istatistiksel açıdan önemli derecede bir fark oluşturmadığı ($P>0.05$) görülmüştür. Panelistler tarafından tereyağı örneklerinin yabancı tat ve koku kriterine verilen puanların Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.24'te verilmiştir. Çizelgeden görüleceği üzere yabancı tat ve koku değerleri depolamanın 1 ve 30. günleri için 6.73-7.87 aralığında değişmektedir. Depolama boyunca yabancı tat ve koku bakımından en fazla beğenilen örnek K örneği, en az beğenilen ise T örneği olmuş, ancak örnekler arasındaki farklılık ayrı Duncan grupları oluşturacak derecede olmamıştır.

Çizelge 4.17. Tereyağı örneklerinin yabancı tat ve koku değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	Önemlilik
Depolama süresi (D)	1	4.800	1.570	-
Örnek (Ö)	3	2.500	0.818	-
D x Ö	3	1.000	0.327	-
Hata	112	3.057		

- önemli değil

Tosun (2016), tereyağı üretiminde ekzopolisakkarit üreten starter kültür kullandığı çalışmasında yapmış olduğu duyusal analiz sonucunda tereyağı örneklerinin yabancı tat ve koku puanlarını 4.67-8.00 arasında olduğunu belirtmiştir. Kesler (2008), fonksiyonel tereyağı üretmek amacıyla probiyotik ve lif ilave ettiği tereyağı örneklerinin 60 günlük depolama periyodunun sonunda duyusal analize tabi tutulan A, B, C ve E örneklerinin yabancı tat ve koku puanlarının 9 puan üzerinden sırası ile 7.0, 6.4, 6.8 ve 7.6 olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada elde edilen veriler Kesler (2008) tarafından verilen sonuçlar ile benzerlik göstermektedir.

Gündoğdu (2012), farklı starter kültür kombinasyonları kullanarak yoğurt ve kremadan üretilen tereyağı örneklerinin koku puanlarının yoğurt tereyağları için 6.35 ile 8.08 arasında, krema tereyağları için ise 6.00 ile 7.77 arasında değiştiğini belirtmiştir. Aynı örnekler için yabancı tat ve aroma puanlarını yoğurt tereyağları için 6.25 ile 8.25 arasında, krema tereyağlarında ise 6.00 ile 7.92 arasında saptamıştır. Sağdıç ve ark. (2002), kremadan üretilen tereyağlarında koku puanını kontrol örneğinde, en yüksek puan 5 olmak üzere, 4.2 olarak tespit etmişlerdir. Sağdıç ve ark. (2004), inek, koyun, keçi sütünden ürettikleri tereyağlarının koku puanını 5 üzerinden üç örnekte de 4.7 olarak belirlemişlerdir. Dağdemir ve ark. (2009), uçucu yağların inek sütünden üretilen tereyağlarının kararlılığı üzerine etkisini inceledikleri çalışmada kontrol örneğinde depolamanın 2, 30, 60 ve 90. günlerine ait koku puanlarını en yüksek puan 9 olmak üzere sırası ile 8.37, 8.00, 7.62 ve 7.37 olarak saptamışlardır.

4.2.2.2. Süt tadı

Çizelge 4.18'den görüleceği üzere örnek faktörü, depolama süresi ve D x Ö interaksyonu süt tadı değerleri üzerinde istatistiksel olarak bir fark oluşturmamıştır. Bu durum Çizelge 4.24'de verilen Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarından da görülebilmektedir. Elde edilen sonuçlara bakıldığında depolama süresince dört farklı örneğe ait süt tadı değerlerinin 6.13-7.80 aralığında değiştiği görülmektedir. Süt tadı bakımından en yüksek puan Y örneğine, en düşük değer ise K örneğine verilmiştir.

Çizelge 4.18. Tereyağı örneklerinin süt tadı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	Önemlilik
Depolama süresi (D)	1	4.800	1.450	-
Örnek (Ö)	3	6.444	1.947	-
D x Ö	3	5.244	1.584	-
Hata	112	3.311		

- önemli değil

Tosun (2016), tereyağı üretiminde ekzopolisakkarit üreten starter kültür kullandığı çalışmasında yapmış olduğu duyusal analiz sonucunda tereyağı örneklerine ait süt tadı değerlerinin 45 günlük depolama süresince 5.83-8.00 arasında değiştiğini belirtmiştir. Kesler (2008), fonksiyonel tereyağı üretmek amacıyla probiyotik ve lif ilave ettiği tereyağı örneklerinin 60 günlük depolama periyodunun sonunda duyusal analize tabi tutulan A, B, C ve E örneklerinin süt tadı puanlarının 9 puan üzerinden sırası ile 6.0, 6.4, 6.0 ve 5.4 olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada elde edilen bulgular Tosun'un (2016) ve Kesler'in (2008) verileri ile benzerlik göstermektedir. Üretilen tereyağı örneklerinde süt tadı fazla hissedilmemiştir.

4.2.2.3. Ekşilik

Dört farklı tereyağı örneğinin ekşilik değerleri üzerinde örnek çeşidinin, depolama süresinin ve D x Ö interaksiyonunun etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.19). Panelistler tarafından tereyağı örneklerine verilen puanların Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.24'de verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü gibi T, P, Y ve K örneklerinin ekşilik değerleri 8.20-8.80 arasında değişmektedir.

Çizelge 4.19. Tereyağı örneklerinin ekşilik değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	Önemlilik
Depolama süresi (D)	1	0.853	0.730	-
Örnek (Ö)	3	0.322	0.282	-
D x Ö	3	0.500	0.438	-
Hata	112	1.142		

- önemli değil

Tosun (2016), yayık tereyağı örneklerine ait ekşilik değerlerinin 9 puan üzerinden 4.83 ile 8.33 aralığında olduğunu belirtmiştir. Yayık tereyağlarında ekşilik değerinin hiçbir kültür ilave edilmeyen kontrol grubuna kıyasla oldukça yüksek olduğunu bildirmiştir. Bu durumun tereyağı üretiminde hammadde olan yoğurdun pH 4.4-4.5'e düşene kadar inkübasyona bırakılması ve bu süreçte laktik asit bakterilerinin aktivitesi sonucu oluşan laktik asidin yayık tereyağına geçmesinden kaynaklandığını belirtmiştir. Kesler (2008), probiyotik ve lif ilavesiyle üretilen fonksiyonel tereyağı örneklerinin 60 günlük depolama süresince ekşilik değerlerinin 2.6-7.8 değerleri arasında değiştiğini saptamıştır. Bu çalışmada üretilen tereyağı örneklerinin ekşilik puanları Tosun (2016) ve Kesler (2008)'in bildirdiği puanlardan daha yüksektir. Bu kriterde yüksek puan ekşilik değerinin çok az olduğunu ifade etmektedir (Bkz. Çizelge 3.1).

4.2.2.4. Ransidite

Örneklerin varyans analiz sonuçları, deneme parametrelerinin ve bunların interaksiyonunun ransidite (acılık) değerleri üzerinde istatistiksel açıdan bir fark oluşturmadığını ($P>0.05$) göstermektedir (Çizelge 4.20). T, P, Y ve K tereyağlarının farklı depolama sürelerine ait acılık değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 24'te verilmiştir. Sonuçlara bakıldığında örneklerin acılık değerlerinin 30 günlük depolama süresince 7.27-8.60 aralığında değiştiği görülmektedir. Örneklerin acılık değerlerinin yüksek olması ransiditenin olmadığını veya çok az olduğunu ifade etmektedir (Bkz. Çizelge 3.1). Tereyağı örneklerinin peroksit değerlerinin acı (ransit) tadın algılanması için eşik değer olan 10 meq O_2/kg yağdan daha düşük olması da (Anonim, 1999) bu sonucu desteklemektedir (Bkz. Çizelge 4.12).

Çizelge 4.20. Tereyağı örneklerinin acılık değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	Önemlilik
Depolama süresi (D)	1	0.008	0.004	-
Örnek (Ö)	3	2.608	1.279	-
D x Ö	3	0.5086	0.287	-
Hata	112	2.039		

- önemli değil

Gündoğdu (2012), farklı starter kültür kombinasyonları kullanarak yoğurt ve kremadan üretilen tereyağı örneklerinin acılık puanlarının yoğurt tereyağları için 6.17 ile 8.25 arasında, krema tereyağları için ise 5.62 ile 8.08 arasında değiştiğini belirtmiştir. Ayrıca tereyağı üretiminde kullanılan hammadde ve kültürün acılık değerleri arasında istatistiksel açıdan bir fark oluşturmadığını ancak depolama süresinin acılık değerini $P<0.01$ düzeyinde değiştirdiğini belirtmiştir. Kesler (2008), probiyotik ve lif ilavesiyle üretilen fonksiyonel tereyağı örneklerinin 60 günlük depolama süresince acılık puanlarının 6.4-8.0 aralığında değiştiğini bildirmiştir. Tahmas Kahyaoğlu (2014), inek, koyun ve keçi sütünden ürettiği tereyağlarının acılık puanlarını sırasıyla 7.56, 6.56 ve 6.72 olarak belirlemiş ve tereyağı çeşidi, depolama süresi ve tereyağı çeşidi $\times$ depolama süresi interaksyonunun acılık değerlerini $P<0.01$ seviyesinde etkilediğini tespit etmiştir. Tosun (2016), ekzopolisakkarit üretebilen starter kültür kullanarak ürettiği yayık tereyağı örneklerine ait acılık değerlerinin 9 puan üzerinden 4.83 ile 8.00 arasında olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada saptanan acılık puanları Gündoğdu (2012) ve Kesler (2008)'in bildirdiği sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

4.2.3. Tekstür

4.2.3.1. Kesilebilirlik

Tereyağlarının üretiminde örnek çeşidinin kesilebilirliği önemli düzeyde ($P<0.05$), depolama süresinin ise çok önemli düzeyde ($P<0.01$) etkilediği ancak D x Ö interaksyonunun istatistiksel açıdan bir fark oluşturmadığı ($P>0.05$) görülmüştür (Çizelge 4.21). Tereyağı örneklerinin depolama periyodu boyunca kesilebilirlik

puanlarının değişimine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarından örneklerin kesilebilirlik değerlerinin 5.87-7.60 aralığında puanlandığı görülmektedir (Çizelge 4.24). En düşük kesilebilirlik puanı K örneğinde, en yüksek puan ise T örneğinde saptanmıştır. Örneklerin kesilebilme nitelikleri duyu analizi ortamının sıcaklığından etkilendiğinden değerler düşük bulunmuş olabilir.

Çizelge 4.21. Tereyağı örneklerinin kesilebilirlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	Önemlilik
Depolama süresi (D)	1	12.675	8.836	**
Örnek (Ö)	3	4.031	2.810	*
D x Ö	3	3.831	2.670	-
Hata	112	1.435		

- önemli değil

Tosun (2016), ekzopolisakkarit üretebilen starter kültür kullanarak ürettiği yayık tereyağı örneklerinin kesilebilirlik puanlarının 4.33 ile 7.50 aralığında olduğunu belirtmiştir. Depolamanın 15. gününde örneklerin kesilebilirlik puanları arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli ($P < 0.05$) olduğunu ancak 0, 30 ve 45. günlerde ise farkın önemli olmadığını ($P > 0.05$) belirtmiştir. Kesler (2008), probiyotik ve lif ilavesiyle ürettiği fonksiyonel tereyağı örneklerinin 60 günlük depolama süresince kesilebilirlik puanlarının 5.4-7.8 arasında değiştiğini bildirmiştir. Bu çalışmada elde edilen kesilebilirlik puanları söz konusu çalışmalara kıyasla daha yüksek bulunmuştur.

4.2.3.2. Sürülebilirlik

Çizelge 4.22’de verilen varyans analiz sonuçlarına bakıldığında örnek çeşidinin, depolama süresinin ve D x Ö interaksiyonunun sürülebilirlik değeri üzerinde istatistiksel açıdan bir fark oluşturmadığı ($P > 0.05$) görülmektedir. Örneklerin sürülebilme özellikleri benzerlik göstermiştir. Tereyağı örneklerinin bu parametre açısından benzer özelliğe sahip olduğu Çizelge 4.24’ten de görülebilmektedir. Örneklerin sürülebilirlik puanları 7.27-7.73 arasında değişmektedir. Depolamanın 1. gününde en yüksek değerler T ve Y, 30. gününde ise T ve P örneklerinde saptanmıştır.

Çizelge 4.22. Tereyağı örneklerinin sürülebilirlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	Önemlilik
Depolama süresi (D)	1	0.300	0.258	-
Örnek (Ö)	3	0.456	0.392	-
D x Ö	3	0.411	0.353	-
Hata	112	1.163		

- önemli değil

Kesler (2008), probiyotik ve lif kullanarak ürettiği fonksiyonel tereyağı örneklerinin 60 günlük depolama periyodunun 10, 20, 40 ve 60. günlerine ait sürülebilirlik puanlarını sırasıyla 7.4, 7.0, 7.0 ve 8.2 olarak belirlemiştir. Tosun (2016), ekzopolisakkarit üretebilen starter kültür kullanarak ürettiği yayık tereyağı örneklerine ait kesilebilirlik puanlarının en yüksek 7.5 ile ekzopolisakkarit içeren tereyağında, en düşük 5.88 ile ekzopolisakkarit içermeyen sade tereyağında saptandığını bildirmiştir. Bu durumun ekzopolisakkaritin yapışkan özellikte olmasından ve viskozite ve tekstürel özellikleri iyileştirmesinden kaynaklandığını belirtmiştir. Bu araştırmadaki sürülebilirlik puanları Kesler'in (2008) çalışmasında bildirdiği sonuçlar ile benzerlik göstermektedir.

4.2.4. Genel beğeni

Örnek çeşidi, depolama süresi ve D x Ö interaksyonu genel beğeni puanları üzerinde istatistiksel açıdan önemli bir fark oluşturmamıştır ($P>0.05$) (Çizelge 4.23). Tereyağı örneklerine uygulanan duyusal analizde panelistler tarafından verilen genel beğeni puanlarının Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.24'te verilmiştir. Örneklerle verilen genel beğeni puanları 6.87-7.73 aralığında değişmiştir. En çok beğenilen örnek 30. güne ait T örneği iken, en az beğenilen örnek 1. gün T örneği olmuştur. T, P, K örneklerinin depolama süresince genel beğeni puanları artarken Y örneğinin puanında düşüş olmuştur.

Çizelge 4.23. Tereyağı örneklerinin genel beğeni değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	Önemlilik
Depolama süresi (D)	1	3.333	2.156	-
Örnek (Ö)	3	0.544	0.352	-
D x Ö	3	1.933	1.250	-
Hata	112	1.546		

- önemli değil

Tosun (2016), ekzopolisakkarit üretebilen starter kültür kullanarak ürettiği yayık tereyağı örneklerine ait genel beğeni puanlarının 3.92-7.33 aralığında değiştiğini belirlemiştir. Çakmakçı ve ark. (2014), tereyağının kararlılığı üzerine çörekotu uçucu yağının kullanılabilirliğini inceledikleri çalışmada kontrol örneğinde depolamanın 2, 30, 60 ve 90. günlerinde genel beğeni puanını en yüksek puan 9 olmak üzere sırasıyla 8.50, 7.90, 7.75 ve 7.55 olarak belirlemişlerdir. Gündoğdu (2012), starter kültür kullanmadan üretilen krema tereyağında genel beğeni puanının en yüksek puan 9 olmak üzere depolamanın 1, 15, 30, 45 ve 60. günleri için sırası ile 7.65, 7.71, 7.79, 6.17 ve 5.92 olduğunu belirtmiştir. Kesler (2008), probiyotik ve lif kullanarak ürettiği fonksiyonel tereyağı örneklerinin 60 günlük depolama süresince genel beğeni puanlarının 3.3-8.1 arasında değiştiğini saptamıştır. Dağdemir ve ark. (2009), *Thymus haussknechtii* ve *Origanum acutidens* uçucu yağlarının inek sütünden üretilmiş tereyağlarının kararlılığı üzerine etkisini inceledikleri çalışmada kontrol örneğinde depolamanın 2, 30, 60 ve 90. günlerine ait genel beğeni puanının en yüksek puan 9 olmak üzere sırası ile 8.50, 7.90, 7.75 ve 7.55 olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen genel beğeni puanları Çakmakçı ve ark. (2014), Gündoğdu (2012) ve Dağdemir ve ark. (2009) ile benzerlik göstermektedir.

Genel olarak duyu analizlerle ilgili olarak belirtilmesi gereken husus, duyu analizlerin subjektif analizler olduğu ve daha çok aynı çalışmadaki farklı örnek veya uygulamaların birbiriyle karşılaştırılmasında bir fayda sağladığıdır. Yani farklı çalışmalarda elde edilen duyu sonuçlarının birbiriyle karşılaştırılması genel olarak özellikler hakkında bir fikir verse de, sağlıklı bir sonuca ulaşma konusunda yeterli güvenilirliğe sahip olmayacaktır.

Çizelge 4.24. Tereyağı örneklerinin duyuşal değerdendirme puanlarının Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Özellik	Depolama süresi	Örnek			
		K	P	Y	T
Renk	1	6.67±0.97 ^{bB}	7.53±1.24 ^{aA}	8.00±1.00 ^{aA}	7.80±1.32 ^{aA}
	30	7.73±1.10 ^{aA}	8.20±1.08 ^{aA}	7.93±0.70 ^{aA}	8.27±0.96 ^{aA}
Yapı sıkılığı	1	5.47±0.99 ^{aA}	5.60±1.12 ^{aA}	6.20±1.01 ^{aA}	5.53±1.06 ^{aA}
	30	4.87±0.74 ^{bA}	5.47±1.25 ^{bA}	6.40±0.99 ^{aA}	6.93±0.96 ^{aA}
Yabancı tat-koku	1	7.87±1.30 ^{aA}	7.47±2.1 ^{aA}	7.33±1.59 ^{aA}	6.73±2.57 ^{aA}
	30	7.87±0.99 ^{aA}	7.73±1.83 ^{aA}	7.80±1.21 ^{aA}	7.60±1.84 ^{aA}
Süt tadı	1	6.80±1.47 ^{aA}	6.33±1.99 ^{aA}	6.73±1.94 ^{aA}	6.67±2.19 ^{aA}
	30	6.13±1.89 ^{aA}	6.47±1.89 ^{aA}	7.80±1.47 ^{aA}	7.73±1.58 ^{aA}
Ekşilik	1	8.33±0.90 ^{aA}	8.33±1.11 ^{aA}	8.47±1.06 ^{aA}	8.20±1.42 ^{aA}
	30	8.80±0.41 ^{aA}	8.40±1.12 ^{aA}	8.33±0.98 ^{aA}	8.47±1.25 ^{aA}
Acılık	1	8.53±0.64 ^{aA}	7.87±1.181 ^{aA}	8.27±1.67 ^{aA}	8.00±2.10 ^{aA}
	30	8.60±0.51 ^{aA}	7.87±1.59 ^{aA}	7.87±0.99 ^{aA}	8.27±1.28 ^{aA}
Kesilebilirlik	1	5.87±0.83 ^{bB}	7.00±1.92 ^{aA}	7.53±1.13 ^{aA}	7.20±1.47 ^{aA}
	30	7.53±0.99 ^{aA}	7.53±1.41 ^{aA}	7.53±1.25 ^{aA}	7.60±1.18 ^{aA}
Sürülebilirlik	1	7.27±0.79 ^{aA}	7.40±1.24 ^{aA}	7.73±1.11 ^{aA}	7.73±1.03 ^{aA}
	30	7.60±0.83 ^{aA}	7.67±1.45 ^{aA}	7.60±1.06 ^{aA}	7.67±0.98 ^{aA}
Genel beğeni	1	7.13±0.92 ^{aA}	7.00±1.89 ^{aA}	7.60±1.12 ^{aA}	6.87±1.89 ^{aA}
	30	7.67±0.62 ^{aA}	7.27±1.10 ^{aA}	7.27±0.79 ^{aA}	7.73±0.96 ^{aA}

^{A,B}: Aynı kültürle üretilen tereyağı örneklerinde farklı işlem aşamalarında ve depolama sürelerinde aynı harfle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklı değildir (P>0.05)

^{a,b}: Farklı kültürlerle üretilen tereyağı örneklerinde aynı uygulama için aynı harfle gösterilen ortalama değerler istatistiksel olarak farklı değildir (P>0.05)

4.3. Kromatografik Özellikler

4.3.1. Uçucu bileşenler

4.3.1.1. Ketonlar

Ketonlar metil ketonlar ile keto-asitlerin dekarboksilasyonu sonucunda yağ asitlerinin enzimatik oksidasyonu ile meydana gelirler (McSweeney ve Sousa, 2000). Süt ve süt ürünlerinde bulunan ketonlar mikroorganizmaların serbest yağ asitlerini katabolize etmesi sonunda oluşmaktadır ve bunlar çoğunlukla tek karbonlu metil ketonlardır. Metil ketonların oluşumu sırasıyla yağların lipolizi, β -keto asitlere oksidasyonu ve ardından dekarboksilasyon ile ketonlara dönüşümü şeklinde olmaktadır. Ayrıca ısı işlem görmüş sütte de ketonlar oluşabilmektedir (Quach ve ark., 1999; Kaminarides ve ark., 2007).

Bu çalışma kapsamında 4 farklı tereyağı örneğinde asetoin (3-hidroksi-2-bütanon), fenilasetat, diasetil, 2-pentanon ve 2-heptanon olmak üzere toplam 5 tane keton bileşiği saptanmıştır (Bkz. Ek 1). Çizelge 4.25’de verilen varyans analiz sonuçlarına bakıldığında örnek çeşidinin, işlem aşamaları ile depolama süresinin ve İD x Ö interaksiyonunun keton miktarları üzerinde istatistiksel açıdan çok önemli bir fark ($P < 0.01$) oluşturduğu görülmektedir. Tereyağı örneklerinde tespit edilen ketonların işlem aşamaları ve depolama süresine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.26’da verilmiştir. İşlem aşamaları ve depolama süresince en yüksek keton miktarı T örneğinde ve 1. yıkama işleminden sonra $413.85 \mu\text{g/kg}$ yağ olarak tespit edilmiştir. P, Y ve K örneklerinde ise en yüksek keton miktarı pastörize kremada $238.43 \mu\text{g/kg}$ yağ olarak saptanmıştır. Örneklerin tümünde tüm işlem basamakları ve depolama süresince keton bileşenleri tespit edilmiştir.

Tereyağı üretiminde kullanılan pastörize kremada asetoin, 2-heptanon, 2-pentanon ve fenilasetat sırasıyla 126.65 , 46.74 , 42.53 ve $26.51 \mu\text{g/kg}$ yağ düzeyinde bulunurken tereyağının temel aroma maddesi olan diasetil saptanamamıştır. Olgunlaşma işleminin ardından tüm örneklerde diasetil saptanmıştır. Depolama periyodunun sonunda sadece P örneğinde diasetil görülürken T, Y ve K örneklerinde görülmemiştir (Bkz. Ek 1). Diasetil miktarının depolama süresi sonunda azalmasının veya tespit edilememesinin diasetil’in, asetoin, 2-bütanon ve 2-bütanole indirgenmesinden kaynaklanabileceğini

bildirilmiştir (Mallia ve ark., 2005). Diasetil (2,3-bütandione) ilk kez 1929'da Van Niel ve ark. tarafından tatlı kremadan tereyağının temel aroma maddesi olarak tanımlanmıştır. Tereyağı ve diğer süt ürünleri için önemli bir aroma maddesi olan diasetil, asetoinden daha düşük bir aroma eşik değerine sahip olup, yayık altında yaklaşık 2-4 mg/L düzeyinde bulunmaktadır (Berger, 2007). Fermente süt ürünlerinin en önemli karbonil bileşenlerinden olan ve sitrat fermentasyonu ile oluşan diasetil fındığımsı veya tereyağımsı aromadan sorumludur (Reineccius, 2006). Atamer ve ark. (2005), kremadan tereyağlarının diasetil miktarını depolamanın tüm günlerinde iz miktarda belirlemişlerdir. Bakırcı ve ark. (2002), farklı starter kültürlerle ürettikleri tereyağı örneklerinde +4 °C ve -18 °C 'de 4 aylık depolama süresince diasetil miktarını 0.31-3.20 ppm olarak belirlemişlerdir. Macciola ve ark. (2008), tereyağı, süt ve fermente süt ürünlerinde diasetil miktarını gaz kromatografisi yöntemiyle belirlemiş ve tereyağında ortalama 21 µg/g olarak saptamışlardır. Şenel (2006) krema tereyağlarının diasetil miktarını depolamanın 1, 15, 30, 45 ve 60. günleri için sırası ile 3.37, 4.41, 4.74, 1.77 ve 3.57 ppm olarak bildirmiştir.

Örneklerin asetoin, fenilasetat, diasetil, 2-pentanon, 2-heptanon miktarları sırasıyla 0-126.65, 0-62.91, 0-137.48, 0-12.82 ve 0-162.80 µg/kg yağ aralığında değişmiştir (Bkz. Ek 1). Mallia ve ark. (2008), konjuge linoleik asit ve doymamış yağ asidi ilavesiyle zenginleştirilen tereyağı ve geleneksel tereyağı örneklerinde tereyağı çeşidi ve depolama süresinin 2-pentanon miktarı üzerinde istatistiksel açıdan $P < 0.01$ düzeyinde etkili olduğunu belirtmişlerdir. Gündoğdu (2012), farklı starter kültürlerin ve muhafaza şartlarının tereyağının niteliklerine etkisini incelediği çalışmada krema tereyağının 2-pentanon miktarını kontrol örneğinde depolamanın 1, 30 ve 60. günlerinde sırasıyla 14.65, 140.80 ve 533.43 µg/100 g olarak, asetoin miktarını ise 23.79, 202.13 ve 245.84 µg/100 g olarak tespit etmiştir. Lozano ve ark. (2007), 12 ay süreyle depoladıkları tereyağı örneklerinin taze, 6 ve 12 aylık süre sonundaki 2-heptanon miktarlarını sırası ile 38.9-26.5, 51.0 - 51.4 ve 57.5-19.0 µg/kg aralığında olduğunu tespit etmişlerdir. Taze, tuzlu ve ısıtılmış işlem görmüş tereyağlarının incelendiği çalışmada örneklerin 2-heptanon miktarı 1294 µg/kg olarak saptanmıştır (Peterson ve Reineccius, 2003b). Tosun (2016), ekzopolisakkarit üreten kültürlerin tereyağının niteliklerine etkisini incelediği çalışmada 4 tane keton bileşiği tespit ettiğini bildirmiştir. Bu bileşikler diasetil, 2-heptanon, 2-

nonanon ve 2-undecanon'dur. Bu çalışma kapsamında da literatürde mevcut tereyağı çalışmalarına benzer bileşikler belirlenmiştir.

Çizelge 4.25. Tereyağı örneklerinin keton bileşenlerine ait varyans analiz testi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	Önemlilik
İşlem aşaması / Dönem (İD)	10	58228.704	5.802	**
Örnek (Ö)	3	103222.725	10.286	**
İD x Ö	30	20331.714	2.026	*
Hata	44	10035.124		

* P<0.05 düzeyinde önemli, ** P<0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.26. Tereyağı örneklerinin keton bileşenlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

İşlem aşaması / Depolama süresi	Örnek			
	K	P	Y	T
PK	238.43±52.27 ^{aA}	238.43±52.27 ^{Ab}	238.43±52.27 ^{aA}	238.43±52.27 ^{aA}
OK	134.84±28.39 ^{aBC}	735.49±575.38 ^{Abc}	92.19±8.29 ^{aBCD}	182.20±44.92 ^{aB}
YS	218.16±28.59 ^{abA}	355.17±109.58 ^{Aab}	11.96±40.39 ^{bBCD}	85.95±24.94 ^{bC}
YA	103.77±27.91 ^{aCD}	87.75±31.60 ^{Ab}	86.71±18.39 ^{aBCD}	16.05±2.80 ^{bD}
Y1	77.63±20.14 ^{bCDE}	413.85±162.59 ^{Aab}	104.65±29.92 ^{bBCD}	55.11±8.78 ^{bCD}
SU1	38.76±10.71 ^{aDE}	35.11±6.51 ^{Ab}	33.19±7.68 ^{aCD}	11.19±1.39 ^{bD}
Y2	97.10±44.30 ^{abCD}	241.17±94.85 ^{Ab}	72.86±19.79 ^{bBCD}	41.65±19.39 ^{bCD}
SU2	23.92±0.09 ^{aE}	9.56±3.03 ^{Bb}	17.60±3.41 ^{aD}	8.64±2.18 ^{bD}
1.Gün	179.24±41.63 ^{3aAB}	177.81±149.52 ^{Ab}	131.58±12.60 ^{aBC}	54.43±8.94 ^{aCD}
15.Gün	39.92±14.12 ^{aDE}	146.66±19.27 ^{Ab}	150.83±92.34 ^{aAB}	34.64±23.01 ^{aCD}
30.Gün	97.22±1.25 ^{aCD}	53.44±24.78 ^{Ab}	11.98±70.19 ^{aBCD}	22.42±13.10 ^{aD}

PK: Pastörize krema; OK: Olgun krema; YS: Yayıklama sonrası; Y1: Birinci yıkamadan sonra; Y2: İkinci yıkamadan sonra; SU1: 1. yıkama suyu; SU2: 2. yıkama suyu

^{A,B,C,D,E}: Aynı kültürle üretilen tereyağı örneklerinde farklı işlem aşamalarında ve depolama sürelerinde aynı harfle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklı değildir (P>0.05)

^{a,b}: Farklı kültürlerle üretilen tereyağı örneklerinde aynı uygulama için aynı harfle gösterilen ortalama değerler istatistiksel olarak farklı değildir (P>0.05)

4.3.1.2. Aldehitler

Aldehitler birçok gıdanın aroma profilinde önemli rol oynayan uçucu aroma maddelerindendir. Doymamış alifatik aldehitlerin, doymuş olanlara kıyasla daha fazla aroma üretme eğiliminde oldukları belirtilmektedir (Fisher ve Scott, 1997). Primer alkollerin ilk yükseltgenme ürünü olan aldehitler, alkoller ve karboksilli asitlerde olduğu gibi düşük kaynama noktasına sahip uçucu bileşiklerdir. Aldehitler yapılarında bulunan çift bağdan dolayı alkollerden daha reaktiftirler. Aldehitlerin indirgenmesi ile alkoller oluşurken yükseltgenmesi ile asitler oluşmaktadır. Aldehitlerin düşük molekül ağırlığına sahip olanları keskin kokuludur (Bilişli, 2009). Aldehitler geçici bileşiklerdir bunlar alkollere veya uygun asitlere dönüşürler (Hayaloğlu ve ark., 2013).

Deneme parametrelerinin tümü yani örnek çeşidi, işlem aşamaları ile depolama süresi ve İD x Ö interaksyonu örneklerin aldehit miktarlarını istatistiksel açıdan çok önemli düzeyde ($P<0.01$) etkilemiştir (Çizelge 4.27). Yapılan kromatografik analizler sonucunda tereyağı örneklerinde saptanan aldehit bileşiklerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.28’de verilmiştir. Çalışma sonucunda 30 gün süreyle depolanan 4 farklı tereyağı örneğinde asetaldehit, 3-metil bütanal, 2-metil bütanal, pentanal, hekzanal, (E)-2-nonenal ve nonanal bileşikleri tespit edilmiştir (Bkz. Ek 2).

Tereyağı üretiminde hammadde olarak kullanılan pastörize kremada sadece 3-metil bütanal, 2-metil bütanal ve non-2(e)-nal bileşikleri saptanmış olup bu bileşenlerin miktarları sırasıyla 18.87, 207.93 ve 18.29 $\mu\text{g/kg}$ yağ düzeyindedir. Pastörize kremada olduğu gibi diğer işlem aşamaları ile depolama süresince tüm örnekler için öne çıkan aldehit bileşeni 2-metil bütanal olmuştur. Önceki araştırmalarda 2-metil-bütanal daha çok peynir ve sütte bulunan bir aroma bileşiği olarak bilinmesine rağmen Peterson ve Reineccius (2003a), bu bileşiği ilk defa tuzlu ve taze olarak ürettikleri tereyağı örneklerinde saptamış ve miktarını 4.9 $\mu\text{g/kg}$ olarak bildirmişlerdir. T, Y ve K örneklerinde yayıklama işleminin ardından aldehit miktarlarının düştüğü görülmüştür. Bu durum hidrofilik özellikte olan aldehit bileşiklerinin bir kısmının yayık altıyla uzaklaşmasından kaynaklanmış olabilir. Otuz günlük depolama periyodunun sonunda hiçbir örnekte asetaldehit, hekzanal, nonanal ve (E)-2-nonenal saptanmazken, 2-metil bütanal ve pentanal tüm örneklerde tespit edilmiştir. 3-metil bütanal bileşiği ise sadece Y örneğinde belirlenmiştir (Bkz. Ek 2).

Çizelge 4.27. Tereyağı örneklerinin aldehit bileşenlerine ait varyans analiz testi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	Önemlilik
İşlem aşaması / Depolama süresi (İD)	10	4109447.532	23.407	**
Örnek (Ö)	3	4019674.045	22.893	**
İD x Ö	30	805754.043	4.589	**
Hata	44	175566.383		

** P<0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.28. Tereyağı örneklerinin aldehit bileşenlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

İşlem aşaması / Depolama süresi	Örnek			
	K	P	Y	T
PK	245.10±26.36 ^{aBCDE}	245.10±26.36 ^{Ade}	245.10±26.36 ^{aBCD}	245.10±26.36 ^{aBC}
OK	358.55±123.76 ^{cABCD}	1747.06±348.81 ^{Bab}	195.50±43.51 ^{cCD}	3406.31±882.524 ^A
YS	630.44±286.97 ^{ba}	2011.34±282.68 ^{abA}	1521.10±722.34 ^{abABC}	2917.41±773.17 ^{aA}
YA	68.16±15.11 ^{aCDE}	42.57±10.06 ^{Ae}	50.46±11.81 ^{aD}	79.42±13.56 ^{aC}
Y1	626.23±148.66 ^{ba}	1455.67±437.73 ^{Babc}	1701.09±218.23 ^{ba}	3100.56±686.92 ^{aA}
SU1	22.73±6.53 ^{aDE}	18.09±3.67 ^{Ae}	22.41±5.06 ^{aD}	20.21±0.24 ^C
Y2	475.60±191.00 ^{baB}	1695.31±224.86 ^{abAB}	1632.70±68.08 ^{abAB}	3025.75±971.19 ^{aA}
SU2	11.32±3.27 ^{aE}	5.14±1.58 ^{Be}	9.02±1.43 ^{abD}	13.54±1.39 ^{cA}
1.Gün	339.23±109.76 ^{baBCDE}	1166.64±29.36 ^{abBC}	1584.26±593.64 ^{aABC}	1373.54±242.33 ^{aB}
15.Gün	389.05±199.53 ^{aABC}	1274.68±196.91 ^{Abc}	1743.58±1.62 ^{aA}	533.92±130.32 ^{Abc}
30.Gün	607.68±86.86 ^{aA}	825.911±562.64 ^{Accd}	1030.96±519.40 ^{aABCD}	519.01±121.95 ^{Abc}

PK: Pastörize krema; OK: Olgun krema; YS: Yayıklama sonrası; Y1: Birinci yıkamadan sonra; Y2: İkinci yıkamadan sonra; SU1: 1. yıkama suyu; SU2: 2. yıkama suyu

A,B,C,D,E: Aynı kültürle üretilen tereyağı örneklerinde farklı işlem aşamalarında ve depolama sürelerinde aynı harfle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklı değildir (P>0.05)

a,b,c: Farklı kültürlerle üretilen tereyağı örneklerinde aynı uygulama için aynı harfle gösterilen ortalama değerler istatistiksel olarak farklı değildir (P>0.05)

Mallia ve ark. (2008), konjuge linoleik asit ve doymamış yağ asidi ilavesiyle zenginleştirilen tereyağı ve geleneksel tereyağı örneklerinde depolama periyodunun ilk haftasında 3-metil bütanal (meyvemsi/maltımsı koku), hekzanal (çimenimsi, metalik koku), (E)-2-hekzanal (sabunumsu, çimenimsi, yağlı), heptanal (yağlı, çimenimsi), (E)-2-nonenal (çimenimsi koku), (Z)-2-nonenal (meyvemsi koku) ve trans-4,5-epoksi-2-dekanal (metalik, yağlı) miktarlarının düşük, nonanal miktarının ise orta (sabunumsu, süt)

düzeyde olduğunu bildirmişlerdir. Povolo ve Contarini (2003), tereyağının uçucu fraksiyonlarını SPME (solid phase microextraction) ve PT (purge-and-trap) metotları ile belirledikleri araştırmada SPME metodunun kullanıldığı örneklerde asetaldehit ve hekzanal bileşiklerini tespit etmişlerdir. Tosun (2016), ekzopolisakkarit üreten kültürlerin tereyağının niteliklerine etkisini incelediği çalışmada 2-hekzanal, hekzanal ve nonanal olmak üzere 3 adet aldehit bileşiği tespit etmiştir. Bu bileşiklerin miktarlarının sırasıyla % 0-8.56, % 0-4.82 ve % 0-6.43 aralığında değiştiğini bildirmiştir. Gündoğdu (2012), farklı starter kültür kullanımının yayık ve krema tereyağlarının nitelikleri üzerine etkisini araştırdığı çalışmada 60 günlük depolama süresince asetaldehit, 3-metil bütanal, 2-metil bütanal, bütanal, bebenzaldehit, 2-hekzanal, hekzanal ve (E)-2-hekzanal bileşiklerini tespit etmiştir. Bu aldehit bileşiklerinin 0-22.24 µg/kg yağ aralığında değiştiği belirtilmiştir. Çalışmamızda saptanan aldehit bileşikleri Tosun (2016) tarafından bildirilen sonuçlar ile benzerlik göstermektedir.

Peterson ve Reineccius (2003a), tatlı krema tereyağlarının uçucu bileşenlerinin karakterizasyonunu araştırdıkları çalışmada, nonanal bileşiğinin miktarının 43,0 µg/kg tereyağı düzeyinde olduğunu belirtmişlerdir. Peterson ve Reineccius (2003b), tarafından yapılan başka bir çalışmada ısıtıl işlem görmüş tereyağlarında nonanal miktarını 83 µg/kg tereyağı olarak tespit etmişlerdir. Nonanal ve benzeri düz zincirli aldehit bileşiklerinin doymamış yağ asitlerinin β-oksidasyon reaksiyonu sonucu oluşabileceği bildirilmiştir (Ayad ve ark. 1999). Tahmas Kahyaoğlu (2014), inek, koyun ve keçi sütünden üretilen tereyağlarını incelediği çalışmada 12 tane aldehit bileşiği tespit etmiştir. Bu bileşiklerden pentanal sadece inek ve keçi tereyağlarında saptanırken koyun tereyağında saptanamamıştır. Aynı çalışmada 2-hekzadienal bileşiğinin sadece keçi tereyağlarında görüldüğü ve bu bileşiklerin miktarları üzerinde hammadde ve depolama süresinin istatistiksel açıdan çok önemli olduğu belirtilmiştir. 3-metil bütanal bileşiği miktar olarak en yüksek 46.18 µg/kg ile inek tereyağında, en düşük 0.96 µg/kg ile keçi tereyağında saptanmıştır. Depolama süresince aldehit miktarlarının artış ve azalış gösterdiği bildirilmiştir. Bu çalışmada da benzer sonuçlar görülmüştür. 3-metil bütanal bileşiğinin peynirlerde olgunlaşmamış, maltımsı, baharatlı aromadan sorumlu olduğu ve aromaya etkisinin miktarına ve diğer uçucu maddelerle olan etkileşimine bağlı olduğu bildirilmiştir (Nogueira ve ark., 2005).

4.3.1.3. Asitler

Mikroorganizmalar tarafından üretilen asitler fermente ürünlerin ve pek çok gıda maddesinin aromasında önemli rol oynamaktadır. Fermente ürünlerde aroma oluşumunda en önemli asit laktik asit olmakla beraber fermentasyon sırasında bütanoik asit, asetik asit, propanoik asit, heptanoik asit, izovalerik asit, pentanoik asit ve oktanoik asit gibi başka asitler de oluşmaktadır (Bayrak, 2006). Karboksilik asitlerin oluşumu glikoliz, lipoliz ve proteoliz olmak üzere 3 temel biyokimyasal yolla olmaktadır (McSweeney ve Sousa, 2000). Lipolitik aktivite gösteren lipaz ve esteraz enzimleri düz zincirli yağ asitlerinin serbest hale gelmesine sebep olurken, proteolitik aktivite izovalerik ve izobütirik asit gibi dallanmış yağ asitlerinin serbestlenmesinden sorumludur (Wolf ve ark., 2010).

Tereyağı örneklerinin varyans analiz sonuçları örnek çeşidi, depolama süresi ve İD x Ö interaksiyonunun uçucu asit bileşenlerinin miktarları üzerinde çok etkili ($P<0.01$) olduğunu göstermiştir (Çizelge 4.29).

Bu çalışma kapsamında asetik asit, pirüvik asit, izobütirik asit ve bütanoik asit olmak üzere 4 adet uçucu asit bileşeni tespit edilmiş olup bu asitlerin toplam değerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.30'da verilmiştir. Pastörize kremada asit bileşenlerine rastlanmazken olgunlaşma işleminin ardından örnek çeşidine bağlı olarak farklı düzeylerde asit bileşenlerinin olduğu görülmüştür. Olgun krema örneklerde en yüksek asit miktarı 679.06 µg/kg ile T kültürün kullanıldığı örnekte saptanırken en düşük miktarda uçucu asit oluşumu 221.17 µg/kg ile P örneğinde saptanmıştır. Yayıklama işleminin ardından tüm örneklerdeki uçucu asit miktarında düşüş görülmüştür. Bu durum asitlerin suda çözünebilme özelliklerinden dolayı büyük bir kısmının yayık altıyla uzaklaşmasından kaynaklanmış olabilir. Nitekim yayık altına ve yıkama sularına geçen asit miktarları bunu doğrular niteliktedir (Çizelge 4.30). Yayıklamadan sonra en düşük asit miktarı K örneğinde, en yüksek asit miktarı ise olgun kremada olduğu gibi T örneğinde tespit edilmiştir. Depolamanın 1 ve 15. günlerinde sadece T ve K örneklerinde asit bileşenleri belirlenmiştir, 30. günde ise asidik bileşenlerin miktarı belirleme sınırının altında kalmıştır. Tereyağı örneklerindeki uçucu asit bileşiklerinin miktarının 0–288.93 µg/kg yağ aralığında değiştiği belirlenmiştir (Bkz. Ek 3).

Çizelge 4.29. Tereyağı örneklerinin asit bileşenlerine ait varyans analiz testi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	Önemlilik
İşlem aşaması / Depolama süresi (İD)	10	100357.406	65.800	**
Örnek (Ö)	3	17459.347	11.447	**
İD x Ö	30	8459.035	5.546	**
Hata	44	1525.186		

** P<0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.30. Tereyağı örneklerinin asit bileşenlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

İşlem aşaması / Depolama süresi	Örnek			
	K	P	Y	T
PK	0.00±0.00 ^{aB}	0.00±0.00 ^{Ac}	0.00±0.00 ^{aC}	0.00±0.00 ^{aB}
OK	365.61±5.54 ^{abA}	221.17±31.35 ^{Ba}	284.76±125.97 ^{bA}	679.06±211.50 ^{aA}
YS	1.22±7.47 ^{bDE}	9.06±1.69 ^{Bc}	14.35±8.35 ^{bB}	81.18±1.15 ^{aB}
YA	31.45±9.58 ^{bC}	36.45±12.17 ^{Bc}	33.02±7.15 ^{bB}	78.31±7.71 ^{aB}
Y1	0.00±0.00 ^{cEB}	127.99±23.81 ^{Ac}	0.00±0.00 ^{cB}	73.18±25.85 ^{bB}
SU1	4.59±1.56 ^{bDE}	5.74±3.02 ^{Bc}	5.23±1.17 ^{bB}	15.48±3.73 ^{aB}
Y2	0.00±0.00 ^{bEB}	106.81±58.36 ^{Ac}	0.00±0.00 ^{bB}	54.19±8.28 ^{abB}
SU2	1.96±1.31 ^{aE}	2.30±0.06 ^{Ac}	1.25±0.09 ^{aB}	0.58±0.83 ^{aB}
1.Gün	76.31±15.08 ^{aB}	0.00±0.00 ^{Cc}	0.00±0.00 ^{cB}	51.27±1.63 ^{bB}
15.Gün	17.96±5.85 ^{aCD}	0.00±0.00 ^{Bc}	0.00±0.00 ^{bB}	18.05±2.61 ^{aB}
30.Gün	0.00±0.00 ^E	0.00±0.00 ^{Ac}	0.00±0.00 ^{aB}	0.00±0.00 ^{aB}

PK: Pastörize krema; OK: Olgun krema; YS: Yayıklama sonrası; Y1: Birinci yıkamadan sonra; Y2: İkinci yıkamadan sonra; SU1: 1. yıkama suyu; SU2: 2. yıkama suyu

^{A,B,C,D,E}: Aynı kültürle üretilen tereyağı örneklerinde farklı işlem aşamalarında ve depolama sürelerinde aynı harfle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklı değildir (P>0.05)

^{a,b,c}: Farklı kültürlerle üretilen tereyağı örneklerinde aynı uygulama için aynı harfle gösterilen ortalama değerler istatistiksel olarak farklı değildir (P>0.05)

Tosun (2016), ekzopolisakkarit üreten kültür kullanarak ürettiği tereyağlarında 5 adet asit bileşeni tespit etmiştir. Bütanoik, heptanoik, hekzanoik, oktanoik ve asetik asit bileşenlerinin uçucu bileşenler içindeki oranının sırası ile % 0-12.51, % 0-3.25, % 0-6.25 ve % 0-8.22 aralığında değiştiğini belirlemiştir Gündoğdu (2012), farklı starter kültür kullanımının yayık ve krema tereyağları üzerine etkisini incelediği çalışmada 3-metil-bütanoik asit, asetik asit, pentanoik asit, 2-metil-propiyonik asit, hekzanoik asit ve

bütanoik asit olmak üzere 6 adet asit bileşeni tespit etmiştir. Kullanılan kültür çeşidinin, ham maddenin ve depolama süresinin bu uçucu asit bileşenleri üzerinde istatistiksel yönden $P < 0.01$ düzeyinde etki gösterdiğini bildirmiştir. Tahmas Kahyaoğlu (2014), inek, koyun ve keçi sütlerinden ürettiği tereyağlarında asetik, izobütirik, bütanoik, isovalerik, pentanoik, hekzanoik, heptanoik, oktanoik, dekanolik, benzoik ve dodekanoik asit bileşenleri belirlemiştir. Bu çalışmada tespit edilen asit bileşenleri Tosun (2016) ve Tahmas Kahyaoğlu (2014) ile benzerlik göstermektedir.

Lozano ve ark. (2007), tatlı krema tereyağlarının nitelikleri üzerine soğukta muhafaza ve paketlenme materyalinin etkilerini araştırdıkları çalışmada 2. gün (4 °C), 6. ay (4 °C), 12. ay (4 °C) ve 12. ay (-20 °C)'deki örneklerin asetik asit miktarını parşömenle paketlenmiş 1. örnek için sırasıyla 293.3, 319.6, 355.9 ve 442.7 µg/kg, 2. örnek için 322.2, 97.5, 417.9 ve 542.9 µg/kg olarak ve folyoyla paketlenmiş 3. örnek için ise 488.1, 32.9, 349.3 ve 281.4 µg/kg olduğunu belirlemişlerdir. Çalışmamızda belirlenen asetik asit miktarı Lozano ve ark. (2007)'nin bildirdikleri değerlerden düşük bulunmuştur.

4.3.1.4. Alkoller

Alkoller mikroorganizmaların metabolik faaliyetleri sonucu veya karbonil bileşenlerinin redüksiyonu ile oluşabilmektedirler. Alkoller ilgili oldukları aldehitlerinden çok daha yüksek bir koku eşiğine sahip olmalarına rağmen örnek içerisindeki miktarları bağıl olarak yüksek olmadığında veya 1-okten-3-ol bileşiği gibi doymamış formda olmadıklarında aromaya katkıları oldukça azdır (Reineccius, 2006; Fisher ve Schott, 1997). Örneğin karbonil keton ve aldehit karbonil bileşenlerinin depolama süresince ilgili alkollerin oluşumuna bağlı olarak azaldığı ve bu düşüşün aroma değerindeki düşüşle eş değerde olduğu belirtilmiştir (Fisher ve Schott, 1997).

Etanol, alanin katabolizması veya laktoz ya da sitrat fermantasyonuyla oluşurken (Izco ve Torre, 2000; Marilley ve Casey, 2004), 1-butanol, 1-hekzanol ve 1-propanol gibi birincil alkoller bazı metil keton ve aldehitlerin redüksiyonu sonucu oluşurlar (Arora, ve ark. 1995). İkincil alkoller ise büyük oranda metil ketonların enzimatik redüksiyonuyla oluşurlar (Collins, ve ark. 2003).

Örneklerin varyans analiz testi sonuçları örnek çeşidinin, işlem aşamaları ile depolama süresinin ve İD x Ö interaksiyonunun alkol miktarlarını istatistiksel açıdan çok önemli ($P < 0.01$) düzeyde etkilediğini göstermektedir (Çizelge 4.31).

Bu çalışmada tereyağı örneklerinin işlem aşamaları ve 30 günlük depolama periyodu boyunca alkol bileşenlerinden etanol, 3-metil bütanol ve izobutil alkol tespit edilmiş olup, toplam alkol miktarlarının Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.32’de verilmiştir. Çizelgeden görüleceği üzere tereyağı üretiminin hammaddesi olan pastörize kremada hiçbir alkol bileşeni saptanmamıştır. Olgunlaştırma işleminin ardından tüm örneklerde alkol bileşenleri saptanmış olup en yüksek alkol miktarı 203.32 µg/kg yağ ile T örneğinde, en düşük ise 15.55 µg/kg yağ ile K örneğinde belirlenmiştir. Tüm örneklerde yayıklama işleminin ardından alkol miktarlarında düşüş görülmüştür. Bu durum alkol bileşenlerinin büyük bir kısmının yayık altına geçmesinden kaynaklanmış olabilir. Depolama periyodunun bitiminde P ve Y örneklerinde alkol bileşenleri tespit edilememiştir.

İşlem aşamaları ve depolama süresince etanol miktarı 0-69.81, 3-metil bütanol miktarı 0-76.25 ve izobütil alkol miktarı da 0-57.25 µg/kg yağ aralığında değişmiştir (Bkz. Ek 4).

Tosun (2016), ekzopolisakkarit üreten kültür kullanarak ürettiği tereyağlarında alkol bileşikleri olarak 1-hekzanol, 1-hekzanol-2-etil, 1-oktanol-2-bütil, 2-etil hekzanol ve 2-heptanol bileşiklerini tespit etmiştir. Tahmas Kahyaoğlu (2014), inek, koyun ve keçi sütlerinden ürettiği tereyağlarında 24 adet alkol bileşeni belirlemiştir. Bunlardan 5-metil-2-hekzanol, 1-heptanol-6-metil, 2-bütanol-3metil sadece koyun tereyağında 6-okten-1-ol, 3,7-dimetil heptanol ve 1-nonanol ise sadece keçi tereyağında saptanmış olup bu alkol bileşikleri inek tereyağında saptanmamıştır. Atamer ve ark. (2005), kremadan ürettikleri tereyağlarının etanol miktarını depolama periyodunun 1, 15, 30, 45 ve 60. günlerinde belirlemiş ve konsantrasyonlarının sırasıyla 161.41, 111.99, 99.41, 604.51 ve 946.40 ppm olduğunu tespit etmişlerdir. Gündoğdu (2012), farklı starter kültür kullanımının yayık ve krema tereyağları üzerine etkisini incelediği çalışmada 1-pentanol, 3-metil-1-bütanol, 1-oktanol, 1-bütanol, 2-nonanol ve etanol bileşiklerini tüm depolama periyotlarında tespit ettiğini bildirmiştir. Ayrıca toplam alkol miktarının kremadan elde edilen tereyağlarında yoğurttan elde edilenlerden daha fazla olduğunu saptamıştır. Krema tereyağının kontrol örneğinde 3-metil-1-butanol miktarlarını 1, 30 ve 60. günler için sırasıyla günde 1.40,

77.85, 101.58 µg/100 g, etanol miktarlarını ise 65.11, 36.20, 48.88 µg/100 g olarak tespit etmiştir. Bu çalışmada etanol ve 3-metil bütanol bileşikleri için elde edilen sonuçlar Gündoğdu (2012)'nin bildirdiği değerlerden daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.31. Tereyağı örneklerinin alkol bileşenlerine ait varyans analiz testi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	Önemlilik
İşlem aşaması/ Depolama süresi (İD)	10	2691.475	10.498	**
Örnek (Ö)	3	1812.970	7.071	**
İD x Ö	30	790.777	3.084	**
Hata	44	256.387		

** P<0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.32. Tereyağı örneklerinin alkol bileşenlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

İşlem aşaması / Depolama süresi	Örnek			
	K	P	Y	T
PK	0.00±0.00 ^{aB}	0.00±0.00 ^{Ab}	0.00±0.00 ^{aD}	0.00±0.00 ^{aC}
OK	15.55±6.16 ^{bAB}	95.49±52.36 ^{abA}	27.79±1.53 ^{bBC}	203.32±59.69 ^{aA}
YS	0.00±0.00 ^{bB}	62.91±24.95 ^{abAB}	34.45±8.41 ^{bA}	123.83±43.99 ^{aB}
YA	24.76±1.03 ^{aAB}	36.78±9.04 ^{Aab}	29.78±4.72 ^{aAB}	63.76±6.06 ^{aBC}
Y1	0.00±0.00 ^{bB}	35.05±26.12 ^{Bab}	0.00±0.00 ^{bB}	114.48±24.06 ^{aB}
SU1	11.19±2.99 ^{aB}	11.61±1.34 ^{Ab}	18.06±2.94 ^{aC}	30.05±4.07 ^{aC}
Y2	0.00±0.00 ^{aB}	0.00±0.00 ^{Ab}	0.00±0.00 ^{aD}	52.71±0.00 ^{aBC}
SU2	5.02±0.69 ^{bB}	0.00±0.00 ^{Cb}	6.37±1.14 ^{bD}	16.23±0.74 ^{aC}
1.Gün	0.00±0.00 ^{bB}	19.93±0.00 ^{abB}	0.00±0.00 ^{bD}	54.83±6.83 ^{Abc}
15.Gün	0.00±0.00 ^{bB}	30.84±10.34 ^{Aab}	7.80±0.00 ^{bD}	32.85±0.00 ^{Ac}
30.Gün	37.32±32.56 ^{aA}	0.00±0.00 ^B	0.00±0.00 ^{bD}	31.54±0.00 ^{Ac}

PK: Pastörize krema; OK: Olgun krema; YS: Yayıklama sonrası; Y1: Birinci yıkamadan sonra; Y2: İkinci yıkamadan sonra; SU1: 1. yıkama suyu; SU2: 2. yıkama suyu

^{A,B,C,D}: Aynı kültürle üretilen tereyağı örneklerinde farklı işlem aşamalarında ve depolama sürelerinde aynı harfle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklı değildir (P>0.05)

^{a,b}: Farklı kültürlerle üretilen tereyağı örneklerinde aynı uygulama için aynı harfle gösterilen ortalama değerler istatistiksel olarak farklı değildir (P>0.05)

4.3.1.5. Terpenler

Terpenler genellikle baharat, turunçgiller ve otlarda bulunan doymuş, doymamış, kükürt, oksijen ve azot gibi yapıları içerebilen hidrokarbonlar olarak anılmaktadırlar (Reineccius, 2006). Terpenler doğal bileşenleri olan esansiyel yağlardan hoş olmayan tat ve aromaya neden olmalarından dolayı farklılık gösterirler (Berger, 2007). Bitkisel kaynaklı olan terpen bileşikleri yem rasyonlarına ve hayvanın beslenme şekline bağlı olarak farklılık göstermektedirler (Curioni ve Bosset, 2002).

Örneklerin varyans analiz sonuçları, işlem aşamaları ile depolama süresinin terpen miktarını çok önemli ölçüde ($P<0.01$) etkilediğini, ancak örnek çeşidinin ve İD x Ö interaksyonunun terpen miktarını etkilemediğini ($P>0.05$) göstermiştir (Çizelge 4.33).

Bu çalışmada d-limonen ve beta-pinen olmak üzere iki adet terpen bileşiği saptanmıştır. Bu terpen bileşiklerinin toplam miktarlarının Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.34'de verilmiştir. Terpen bileşiklerinin toplam değeri 0-105.16 $\mu\text{g/kg}$ yağ aralığında değişmiştir. En yüksek terpen miktarı Y örneğinde görülmüştür. Pastörize kremada terpen bileşikleri saptanmazken P, Y, K örneklerinin olgun krema örneklerinde sırasıyla 24.53, 16.53 ve 17.52 $\mu\text{g/kg}$ yağ düzeyinde terpen bileşikleri belirlenmiştir. Depolamanın 1 ve 15. günlerinde tüm örneklerde terpen bileşenleri tespit edilirken 30. günde sadece P örneğinde tespit edilmiştir.

Örneklerdeki beta-pinen miktarı 0-82.65 $\mu\text{g/kg}$ yağ aralığında değişirken d-limonen miktarı 0-39.32 aralığında değişmiştir (Bkz. Ek 4). Condurso ve ark. (2008), limonen ve pinen monoterpenlerinin özellikle turunçgillerde bulunduğunu ve sütte bulunmasının hayvanın yediği otlardan kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Gündoğdu (2012), farklı starter kültür kullanımının yayık ve krema tereyağları üzerine etkisini incelediği çalışmada krema tereyağlarının kontrol örneğinin β -pinen miktarını 1, 30 ve 60. günlerde sırasıyla 0.16, 0.63 ve 0.52 $\mu\text{g/100 g}$ olarak belirlemiştir. Tahmas Kahyaoğlu (2014), inek, koyun ve keçi sütlerinden ürettiği tereyağlarında alfa-tujen, beta-pinen, alfa-pinen ve d-limonen bileşenlerini tespit etmiştir. İnek tereyağında 1, 30, 60 ve 90. günlere ait beta-pinen miktarını sırasıyla 1.30, 8.04, 3.09, 2.07 ve 5.13 $\mu\text{g/100 g}$, d-limonen miktarlarını ise 1.87, 3.81, 1.41 ve 4.34 $\mu\text{g/100 g}$ olarak tespit etmiştir. Depolama süresince terpen bileşiklerinin artış ve azalışlar gösterdiğini bildirmiştir. Bu durum çalışmamızdaki sonuçlarla benzerdir.

Çizelge 4.33. Tereyağı örneklerinin terpen bileşenlerine ait varyans analiz testi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F Değeri	Önemlilik
İşlem aşaması/ Depolama süresi (İD)	10	5322.522	10.695	**
Örnek (Ö)	3	825.551	1.659	-
İD x Ö	30	411.002	0.826	-
Hata	44	497.676		

- önemli değil, ** P<0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.34. Tereyağı örneklerinin terpen bileşenlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

İşlem aşaması / Depolama süresi	Örnek			
	K	P	Y	T
PK	0.00±0.00 ^{aC}	0.00±0.00 ^{aC}	0.00±0.00 ^{aB}	0.00±0.00 ^{aD}
OK	17.52±7.90 ^{abBC}	24.53 ±10.00 ^{aCB}	16.53±7.07 ^{abAB}	0.00±0.00 ^{bD}
YS	0.00±0.00 ^{aC}	0.00±0.00 ^{aC}	0.00±0.00 ^{aB}	0.00±0.00 ^{aD}
YA	0.00±0.00 ^{aC}	0.00±0.00 ^{aC}	0.00±0.00 ^{aB}	0.00±0.00 ^{aD}
Y1	25.93±5.86 ^{aB}	18.01±25.47 ^{aBC}	33.49±7.28 ^{aAB}	43.22±14.88 ^{aB}
SU1	0.00±0.00 ^{aC}	2.37±0.65 ^{aC}	0.00±0.00 ^{aB}	0.00±0.00 ^{aDd}
Y2	0.00±0.00 ^{bC}	44.88±1.12 ^{aABC}	0.00±0.00 ^{bB}	0.00±0.00 ^{bD}
SU2	0.00±0.00 ^{aC}	0.00±0.00 ^{aC}	0.00±0.00 ^{aB}	0.43±0.61 ^{aDd}
1.Gün	62.59±32.64 ^{aA}	77.12±44.97 ^{aA}	105.16±96.05 ^{aA}	87.12±16.21 ^{aAa}
15.Gün	9.64±1.02 ^{aBC}	55.01±28.43 ^{aAB}	82.65±83.66 ^{aAB}	17.33±3.98 ^{aC}
30.Gün	0.00±0.00 ^{aC}	32.30±17.91 ^{BC}	0.00±0.00 ^{aB}	0.00±0.00 ^{Ad}

PK: Pastörize krema; OK: Olgun krema; YS: Yayıklama sonrası; Y1: Birinci yıkamadan sonra; Y2: İkinci yıkamadan sonra; SU1: 1. yıkama suyu; SU2: 2. yıkama suyu

^{A,B,C}: Aynı kültürle üretilen tereyağı örneklerinde farklı işlem aşamalarında ve depolama sürelerinde aynı harfle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklı değildir (P>0.05)

^{a,b,c}: Farklı kültürlerle üretilen tereyağı örneklerinde aynı uygulama için aynı harfle gösterilen ortalama değerler istatistiksel olarak farklı değildir (P>0.05)



5. SONUÇ

Piyasada mevcut olan hem ticari markalı hem de geleneksel yöntemlerle üretilmiş tereyağlarının tercih edilmesinde birinci neden olan tat ve aromanın kullanılan starter kültürlerden etkilendiği bilinmektedir. Bu nedenle bu çalışmada tereyağı üretiminde kullanılacak farklı kültür kombinasyonlarının ve işlem aşamaları ile depolama süresinin tereyağının bazı fiziksel, kimyasal, biyokimyasal ve duyuşsal özellikler ile tat ve aroma profilini nasıl etkilediği incelenmiştir.

Çalışmada elde edilen bulgular değerlendirildiğinde, örneklerin kurumadde, yağ ve ham protein değerlerinin benzer olduğu, örnek çeşidinin bu değerler üzerinde istatistiksel açıdan bir fark oluşturmadığı ($P>0.05$), ancak işlem aşamaları ile depolama süresinin bu değerler üzerinde istatistiksel yönden çok önemli bir fark oluşturduğu ($P<0.01$) tespit edilmiştir. Diğer yandan titrasyon asitliği, pH, peroksit ve TBA değerleri ile uçucu bileşenlerin örnek çeşidinden, işlem aşamaları ile depolama süresinden ve bunların interaksiyonundan istatistiksel açıdan çok önemli ölçüde ($P<0.01$) etkilendiği belirlenmiştir.

Tereyağının kendine özgü tat ve aromasının oluşumunda rol oynayan birçok bileşik tanımlanmasına rağmen, bu tat ve aromanın standart bir şekilde tekrar etmesini sağlayan kimyasal bir karışım verilememektedir. Yani tereyağının aromasını oluşturan maddeler her örnekte farklı olabilmekte ve anahtar bileşikler tam olarak bilinmemektedir (Kieseker ve ark., 1975). Bu durum, tereyağının aroma profilinin, hayvanın beslenmesinden, üretim sezonundan, üretim yönteminden, mikrobiyal faaliyetlerden ve depolama şartlarından etkilenmesinin bir sonucudur (Azzara ve Campbell, 1992). Bu çalışmada da üretim aşamalarının, depolama süresinin ve mikrobiyal faaliyetlerin bir sonucu olarak tereyağı örneklerinde 6 adet aldehit, 5 adet keton, 4 adet asit, 3 adet alkol ve 2 adet terpen olmak üzere toplam 20 adet aroma bileşeni saptanmış ve yukarıda bahsedilen nedenlerden dolayı literatürdeki çalışmalarla benzerlikler olmasına rağmen bazı farklılıklar da görülmüştür. Tereyağlarında arzu edilen tat ve aromayı oluşturan bu uçucu bileşenlerin deneme faktörlerinin tümünden çok önemli düzeyde ($P<0.01$) etkilendiği ve bu uçucu aroma bileşenlerinin bazılarında yayıklama, 1. yıkama ve 2. yıkama işlemlerinin ardından büyük kayıpların meydana geldiği, bazı bileşenlerin ise

tamamen bu yıkama sularıyla uzaklaştığı saptanmıştır. Bu sonuçların ışığında, tat ve aroma kaybına yol açmamak için, su/yağ oranı yeterliyse, tereyağı üretiminde 1 defa yıkamanın yeterli olacağı kanaatine varılmıştır.

Tereyağının fiziksel, kimyasal, biyokimyasal ve duyuşsal özellikleri ile aroma profilinin incelendiğı bu çalışma, hammadde olan kremadan son ürün tereyağına kadar olan 30 günlük depolama periyodunu kapsamass yönüyle literatürdeki benzer tereyağı çalışmalarından farklılık göstermekte olup, sonraki çalışmalarda analiz çeşitliliğı ve parametrelerinin değıştirilmesi/geliştirilmesiyle daha ayrıntılı sonuçlar elde edilebileceğı düşünölmektedir.



KAYNAKLAR

- Akın, N., 2004. **Modern Süt Ürünleri Teknolojisi**. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Konya, 357.
- Altun, İ., Andiç, S., Tunçtürk, Y., Çeçen, A., Fındık, O. 2010. **Van Piyasasından Elde Edilen Tereyağlarının Bazı Özellikleri**. Yazılı görüşme. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Van.
- Anonim, 1999. **TS 1330 Yoğurt Standardı**. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 2000. **Committee for Veterinary Medicinal Products**. <http://www.emea.europa.eu/pdfs/vet/swp/027699en.pdf>
- AOAC, 1990. **Official Methods of Analysis**, Vol II: 15th. edition. Association of Official Analytical Chemist, Arlington, USA.
- Arora, G., Cormier, F., Lee, B., 1995. Analysis of odor active volatiles in Cheddar cheese headspace by multidimensional GC/ MS/Sniffing. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, **43**: 748-752.
- Atamer, M., Kaptan, N., 1984. Krema dayanıklılığı üzerine yağ oranı ve depolama sıcaklığının etkisi. **Gıda Dergisi**, **9**: 147-151.
- Atamer, M., Sezgin, E., 1984. Tereyağlarında lipolitik ve oksidatif bozulmaların saptanmasında yararlanılan asit ve peroksit değerleri ile aroma arasındaki ilişki. **Gıda Dergisi**, **9**: 329-334.
- Atamer, M., 1993. **Tereyağı Teknolojisi Uygulama Kılavuzu**, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara, No: 1314, s. 35-46.
- Atamer, M., Şenel, E., Öztekin, F.Ş., 2004a. A traditional product: Yayık Tereyağı conventional way of manufacturing and it's some properties. **International Dairy Symposium**. Recent Developments in dairy science and technology Isparta – turkey 149-152.
- Atamer, M., Gürsoy, A., Öztekin, Ş., Şenel, E., 2004b. Determination of some carbonyl compounds in yayık tereyağı. **International Dairy Symposium**. Recent developments in dairy science and technology. Isparta – turkey 174-175.
- Atamer, M., Şenel, E., Öztekin, Ş., 2005. **Yoğurttan Üretilen Tereyağlarının (Yayık Tereyağı) Bazı Niteliklerinin Belirlenmesi**. TÜBİTAK, TOGTAG- 3035 nolu proje. 37 s. Ankara
- Atamer, M., Şenel, E. ve Öztekin, F.Ş. 2007. **Farklı Tür Sütlerden Üretilen Yayık Tereyağlarının Bazı Nitelikleri**. TÜBİTAK, TOVAG – 105O157 No'lu proje, 43, Ankara.
- Ayad, H.E.E., Verheul, A., Catrienus, J., Wouters, J.T.M., Smit, G., 1999. Flavour forming abilities and amino acid requirements of *Lactococcus lactis* strains isolated from artisanal and non-dairy origin. **International Dairy Journal**, **9**: 725-735.
- Ayar, A., Sert, D., Arslan, D., Özcan, M.M., 2010. The effect of some spice extracts on storage stability of “Yayık Butter”. **World Applied Sciences Journal**, **11**: 1114-1123.
- Azzara C.D. and Campbell, L.B., 1992. **Off-flavour of Dairy Products**. In: **Charalambous G (ed): Off-flavors in Foods and Beverages**. Elsevier publishers BV, Amsterdam, 329-374.
- Bakırcı, İ., Çelik, Ş. and Özdemir, C., 2002. The effects of commercial starter culture and storage temperature on the oxidative stability and diacetyl production in butter. **International Journal of Dairy Technology**, **55**: 177-181.

- Bakırcı, İ., Çelik, Ş., Coşkun, H., 2004. Mezofilik liyofilize starter kültür kullanılarak üretilen tereyağının bazı özellikleri. **Gıda Dergisi** **29**: 57-62.
- Bayrak, A., 2006. **Gıda Aromaları**. Gıda Teknolojisi Derneği, Yayın No: 32. Ankara. 497.
- Berger, R.G., 2007. **Flavours and Fragrances Chemistry, Bioprocessing and Sustainability**. Springer Berlin Heidelberg, New York.
- Bilişli, A., 2009. **Gıda Kimyası**. Sidas Medya Ltd. Şti., 355 s, İzmir.
- Boumerdassi, H., Desmazeaud, C., Monnet, C., Boquien, C.Y. and Corrieu, G., 1996. Improvement of diacetyl production by *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* CNRZ 483 through oxygen control. **Journal of Dairy Science**, **79**: 775-781.
- Collins, Y. F., McSweeney, P. L. H., Wilkinson, M. G., 2003. Lipolysis and free fatty acid catabolism in cheese: A review of current knowledge. **International Dairy Journal** **13**: 841-866.
- Condurso, C., Verzera, A., Romeo, V., Ziino, M., Conte, F., 2008. Solid-phase microextraction and gas chromatography mass spectrometry analysis of dairy product volatiles for the determination of shelf-life. **International Dairy Journal**, **18**: 819-825.
- 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**: 959-984.
- Çakmakçı, S., Gündoğdu, E., Dağdemir, E., Erdoğan, Ü., 2014. Investigation of the possible use of black cumin (*Nigella sativa* L.) essential oil on butter stability. **Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi**, **20**: 533-539.
- Dağdemir, E., Cakmakci, S. and Gundogdu, E., 2009. Effect of *Thymus haussknechtii* and *Origanum acutidens* essential oils on the stability of cow milk butter. **European Journal of Lipid Science and Technology**, **111**: 1-6.
- Demirci, M., Yüksel, A. N., Soysal, M. G., 1991. **Memeden Mamul Maddeye Süt**. Hasat Yay., Hayvancılık Serisi 1, İstanbul, 364.
- Downey, W.K., 1975. **Butter Quality**. Published by An Foras Taluntais 19 Sadyamount Avenue Dublin 4, Dairy Research & Review series no. 7, 142p.
- Early, R., 1998. **The Technology of Dairy Products**, Blackie Academic & Professional, Cornwall
- Egan, H., Kirk, R. S., Sawyer, R., 1981. **Oils and Fats. Chap. 17**. Pearson's Chemical Analysis of Foods (Editör: H. Egan). Churchill Livingstone, Edinburg, UK. 534-539.
- Eralp, M., 1969. **Tereyağı ve Kaymak Teknolojisi**, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara, No: 375, Ders Kitabı: 133, , s. 252.
- Ergin, G., 1989. Ülkemizde Tereyağı Sektörünün Sorunları, **Ulusal Süt Ürünleri Sempozyumu**, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, Ankara, No: 394.
- Fisher, C., and Scott, T.R., 1997. **Food flavours: Biology and chemistry**. Introduction problems in flavour research. Chapter 1. 1-14. Published by The Royal Society of Chemistry, Thomas Graham House, Science Park, Milton Road, Cambridge CB4 4WF, UK.
- Fuller, R., **Probiotics; an Overview, Int. Poultry Production**, 2 (1), 13-17, 1994.
- Ganguli, N.C., Jain, M.K. 1972. Ghee: its chemistry, processing and technology. **Journal of Dairy Science**, **56**: 19-25.

- Galvano, F., Galofaro, V., Angelis, A., Galvano, M., Bognanno, M., Gavano, G., 1998. Survey of the occurrence of aflatoxin m1 in dairy products marketed in Italy. **Journal of Food Protection**, **61**: 738-741.
- Gündoğdu, E., 2012. *Yoğurt ve Kremadan Üretilen Tereyağlarının Aroma Profili ve Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Kültür Kullanımının ve Muhafaza Süresinin Etkileri*. (doktora tezi), Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Gürsel, A., Pamuk, Ü., Şenel, E., Şanlı, E., 2006. Kremanın dondurularak muhafazası üzerine bir araştırma. **Gıda Dergisi**, **31**: 151-157.
- Grummer, R. R., 1991. Effect of feed on the composition of milk fat, **J. Dairy Science**, **74**: 3244-3257.
- Hayaloğlu, A.A., 1999. *Malatya Yöresinde Yoğurttan ve Kremadan Üretilen Tereyağlarının Mikrobiyolojik Kalitesi Üzerinde Karşılaştırmalı Bir Araştırma* (yüksek lisans tezi). Ç. Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Hayaloğlu, A.A., Konar, A.A., 2001. Comparative study on physicochemical and sensorial properties of butter made from yoghurt and cream. **Milchwissenschaft**, **56**: (12);675-677.
- Hayaloglu, A.A., Yasar, K., Tolu, C., Sahingil, D., 2013. Characterizing volatile compounds and proteolysis in Gokceada artisanal goat cheese. **Small Ruminant Research**, **113**: 187-194.
- Henriksen, C.M., Nilsson, D., Hansen, S. and Johansen, E., 1999. Industrial applications of genetically modified microorganisms: Genetic Technology at Chr. Hansen A/S. **International Dairy Journal**, **9**: 17-23.
- Hui, Y.H., Goddik, L.M., Hansen, A.S., Josephsen, J., Nip, W.K., Stanfield, P.S., Toldra, F., 2004. **Handbook of Food and Beverage Fermentation Technology**. Marcel Dekker Inc., New York 173.
- Hutkins, R.W., 2006. **Microbiology and Technology of Fermented Foods**. Blackwell Publishing Professional, Iowa, USA 473.
- Izco, J., Torre, P., 2000. Characterisation of volatile flavour compounds in Roncal cheese extracted by the purge and trap method and analysed by GC-MS. **Food Chemistry**, **70**: 409-417.
- Kaminarides, S., Stamou, P. and Massouras, T., 2007. Comparison of the characteristics of set type yoghurt made from ovine milk of different fat content. **International Journal of Food Science and Technology**, **42**: 1019-1028.
- Kaya, A., 2000. Properties and stability of butter oil obtained from milk and yoghurt. **Nahrung**, **44**: 126-129.
- Keenan, T.W., Bills, D.D., 1968. Metabolism of volatile compounds by lactic starter culture microorganisms. **J. Dairy Science**, **51**: 1561-1567.
- Keskin, H., 1975. **Gıda Kimyası**, Ş.Ü. Yayınları, Yay. No: 1980. Mürettibiye Basımevi. İstanbul.
- Keskin, H., 1978. **Besin Kimyası**. Güryay Matbaacılık Tic. Ltd. Şti., 5.Baskı, Cilt 2. İstanbul.
- Kesler, Y., 2008. *Tereyağına Probiyotik Kültür ve Lif İlavesiyle Fonksiyonel Özellik Kazandırılması* (yüksek lisans tezi). Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Kristensen, D., Hansen, E., Arndal, A., Trinderup, R.A., Skibsted, L.H., 2001. Influence of light and temperature on the colour and oxidative stability of processed cheese. **International Dairy Journal**, **11**: 837-843.

- Konar, A., 1996. **Süt Teknolojisi**. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yay. No: 140, Ders Kitabı: 45, Adana, 198.
- Kosikowski, F.V., 1982. **Cheese and Fermented Milk Foods**. Published by F.V. Kosikowski and Associates, New York, 711.
- Koyuncu, M., 2010. **Farklı Muhafaza Şartlarında Tereyağının Bazı Niteliklerinde Meydana Gelen Değişiklikler** (yüksek lisans tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Kranenburg, R., Kleerebezem, M., Vlieg, J.H., Ursing, B.M., Boekrost, J., Smit, B.A., Ayad, E.H.E., Smit, G., Siezen, R., 2002. Flavour formation from amino acids by lactic acid bacteria: predictions from genome sequence analysis. **International Dairy Journal** 12: 111-121.
- Kurt, A., Çakmakçı, S., Çağlar, A. 1993. **Süt ve Mamulleri Muayene ve Analiz Metotları Rehberi**. Atatürk Üniv. Yay. 252/d, Ziraat Fak. Yay. 18, Erzurum, s.1-238.
- Lazauskas, V., 1976. Use of *Lactobacillus Acidophilus/Streptococcus diacetilactis* Starter For Ripening Part of The Cream in Buttermaking. Nauchnoissledovatel'skogo Instituta Maslodelnoi **Syrodelnoi Promyshlennosti**, 10: 247-252.
- Lehninger, A. L., 1982. **Principles of Biochemistry**. Worth Publishers Inc., New York, USA 321.
- Liang, J-H. 2000. Kinetics of fuorescence formation in whole milk powders during oxidation. **Food Chemistry**, 71: 459-463.
- Lozano, R.P., Miracle, E.R., Krause, A.J., Drake, M. and Cadwallader K.R., 2007. Effect of cold storage packaging metarial on the major aroma components of sweet cream butter. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 55: 7840-7846.
- Macciola, V., Candela, G. and De Leonardis, A., 2008. Rapid gas-chromatographic method for the determination of diacetyl in milk, fermented milk and butter. **Food Control**, 19: 873-878.
- Mallia, S., Fernández-García, E. and Bosset, J. O., 2005. Comparison of purge and trap and solid phase microextraction techniques for studying the volatile aroma compounds of three European PDO hard cheeses. **International Dairy Journal**, 15: 741-758.
- Mallia, S., 2008. **Oxidative Stability and Aroma Of Ufa/Cla (Unsaturated Fatty Acids/Conjugated Linoleic Acid) Enriched Butter** (doktora tezi). Swiss Federal Institute of Technology Zurich, Zurich.
- Marilley, L., Casey, M.G., 2004. Flavours of cheese products: metabolic pathways, analytical tools and identification of producing strains. **International Journal of Food Microbiology**, 90: 139-159.
- Mayol, A.R., Acree, T.E., 2001. Advances in gas chromatography-olfactometry. In: Gas Chromatography- Olfactometry **The State of the Art, Leland JV**, Schieberle.
- McSweeney, P.L.H., Sousa, M.J., 2000. Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheeses during ripening: A review. **Lait**, 80: 293-324.
- Metin, M., 1979. **Yurdumuzda Tereyağlarına Yemeklik Margariner Karıştırmak Suretiyle Yapılan Hilelerin Tespiti Üzerinde Gaz Kromatografisi Metodu ile Araştırmalar**. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No: 704, Ankara. 80.30.
- Metin, M., Öztürk, G.F., 2002. **Süt ve Mamülleri Analiz Yöntemleri**, Ege Meslek Yüksekokulu Basımevi, Bornova-İzmir.
- Metin, M., 2008. **Süt Teknolojisi** - Sütün Bileşimi ve İşlenmesi (Yedinci Baskı). Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayın No: 33, 802 s. Bornova, İzmir.

- Najgebauer-Lejko, D., Grega, T., Sady, M. and Domagala, J., 2009. The quality and storage stability of butter made from sour cream with addition of dried sage and rosemary. *Biotechnology in Animal Husbandry*, **25**: 753-761
- Nogueira, M.C.L., Lubachevsky, G., Rankin, S.A., 2005. A study of the volatile composition of Minas cheese. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, **38**: 555-563.
- Oysun, G., 1996, *Tereyağı Teknolojisi*. E.Ü. Ziraat Fakültesi Ofset basımevi, İzmir.
- Özkan, G., Simsek, B. and Kuleasan, H., 2007. Antioxidant activities of *Satureja cilicia* essential oil in butter and in vitro. *Journal of Food Engineering*, **79**: 1391-1396.
- Özkanlı, O., Kaya, A., 2007. Storage stability of butter oils produced from sheep's non-pasteurized and pasteurized milk. *Food Chemistry*, **100**: 1026-1031.
- Öztekin-Öztürk, F.Ş., 2010. *Yoğurdun Sulandırma Oranı Ve Granüllerin Yıkama Sayısının Yayık Tereyağının Nitelikleri Üzerine Etkisi* (yüksek lisans tezi). Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Öztürk, S. and Çakmakçı, S., 2006. The effect of antioxidants on butter in relation to storage temperature and duration. *European Journal of Lipid Science and Technology*, **108**: 951-959.
- Peterson, D.G. and Reineccius, G.A., 2003a. Characterization of the volatile compounds that constitute fresh sweet cream butter aroma. *Flavour and Fragrance Journal*, **18**: 215-220.
- Peterson, D.G. and Reineccius, G.A., 2003b. Determination of the aroma impact compounds in heated sweet cream butter. *Flavour and Fragrance Journal*, **18**: 320-324.
- Povolo, M., Contarini, G., 2003. Comparison of solid-phase microextraction and purge-and-trap methods for the analysis of the volatile fraction of butter. *Journal of Chromatography A*, **985**: 117-125.
- Quach, M.L., Chen, X.D., Stevenson, R.J., 1999. Headspace sampling of whey protein concentrate solutions using solid-phase microextraction. *Food Research International*, **31**: 371-379.
- Rasic, J.L., ve Kurman, J.A., 1978. *Yoghurt Scientific Grounds Technology Manufacture and Preparations*. Vol. 1. Technical Pub. House, Copenhagen
- Reineccius G.A., 1994. *Flavor Analysis*. In: Source Book of Flavors, Reineccius GA, (Ed) Chapman & Hall, New York, pp.24-60.
- Reineccius, G., 2006. *Flavor Chemistry and Technology*, 2nd ed., CRC Press Taylor & Francis Group
- Samet-Bali, O., Ayadi, M.A. and Attia, H., 2009. Traditional Tunisian butter: physicochemical and microbial characteristics and storage stability of the oil fraction. *Food Science and Technology*, **42**: 899-905.
- Sağdıç, O., 2000. *Yayık Tereyağından Elde Edilen Laktik Asit Bakterilerinin Tereyağı Kültürü Olarak Kullanımları Üzerine Bir Araştırma* (doktora tezi). T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Sağdıç, A., Arıcı M., Şimşek, O., 2002. Selection of starter for a traditional turkish yayık butter made from yoghurt. *Food Microbiology*, **19**: 303-312.
- Sağdıç, O., Arıcı M., Şimşek, O., 2004. Comparison of characteristic and fatty acid profiles of traditional turkish yayık butters produced from Goats', Ewes' or Cows' milk. *Food Control*, **15**: 485-490.

- Seçkin, A.K., Gursoy, O., Kinik, O., Akbulut, N., 2005. Conjugated linoleic acid (cla) concentration, fatty acid composition and cholesterol content of some Turkish dairy products. *LWT- Food Science and Technology*, **38**:909–915.
- Seher, V.A., 1987. Der cholesterin-gehalt von pflanzenölen. *Feet Wissenschaft Technologie*, **89**: 27-30.
- Smit, G., Smit, A.S., Engels, W.J.M., 2005. Flavour formation by lactic acid bacteria and biochemical flavour profiling of cheese products. *FEMS Microbiology Reviews* **29**: 591-610.
- Spreer, E., 1998. *Milk and Dairy Product Technology*. Marcel Dekker, Inc., New York.
- SPSS, 1999. *SPSS Software, Version 10.0*, Chicago, IL.
- Şenel, E., 2006. *Bazı Üretim Parametrelerinin Yoğurttan Üretilen Yayık Tereyağının Nitelikleri Üzerine Etkisi* (doktora tezi). Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Şenel, E., Öztürk, Ş. F., Atamer, M., 2008. Bazı üretim parametrelerinin yayık tereyağının oksidatif ve lipolitik stabilitesi üzerine etkileri. *Türkiye 10. Gıda Kongresi*, 21-23 Mayıs, 2008. Erzurum. 87-91 s.
- Şenel, E., Atamer, M., Öztekin, E., 2010. Yayıklama parametrelerinin yayık ayranı ve yayık tereyağının bazı nitelikleri üzerine etkisi. *Gıda Dergisi*, **201**: 35
- Şimşek, B., 2011. Studies on the storage stability of yayık butter. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, **6**: 175–181.
- Tahmas Kahyaoğlu, D., 2014. *İnek Koyun ve Keçi Sütlerinden Üretilen Tereyağlarında Depolama Süresince Uçucu Bileşikler, Oksidasyon Stabilitesi ve Diğer Bazı Kalite Kriterlerinin Belirlenmesi* (doktora tezi). Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Tamime, A.Y. and Deeth, H.C., 1980. Yoghurt: technology and biochemistry. *Journal Food Protection*, **43**: 939-976.
- Tamime, A.Y., Robinson, R.K. 1999. *Yoghurt Science and Technology. Second Edition. Woodhead Publishing Limited*. Cambridge England.
- Tavlaş Hocalar, B., 2003. *Tereyağı Teknolojisi*, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Tekinşen, O. C., 1996. *Süt Ürünleri Teknolojisi*. Selçuk Üniv. Veteriner Fakültesi Yayın Ünitesi, Konya, 326.
- Tekinşen, O.C., Tekinşen K.K., 2005. *Süt ve Süt Ürünleri*: Temel Bilgiler Teknoloji Kalite Kontrolü, Selçuk Üniversitesi Basımevi, 349 s, Konya.
- Tosun, F., 2016. *Egzopolisakkarit Üreten Laktik Kültürlerin Tereyağı, Yayık Tereyağı ve Kaymağın Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi* (doktora tezi). Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Tunail, N. 2009. *Mikrobiyoloji*. Pelin Ofset, Ankara, 448 s.
- Tuçcu, M., 2005. *Tereyağı Kalitesi Üzerine Farklı Kültür Kullanımının Etkileri* (yüksek lisans tezi). Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Üçüncü, M. 2005. *Süt ve Mamulleri Teknolojisi*. Meta basım matbaacılık hizmetleri. İzmir. 571 s.
- Varnam, A.H., Sutherland, J.P., 2001. *Milk and Milk Products-Technology, Chemistry and Microbiology*, Aspen Publishers, Inc., Maryland.
- Vodickova, M., Forman, L., 1981. Alternative method to butter manufacture from ripened cream. *Prumysl Potravin*; **32**: 333-335.
- Walstra, P., Geurts, T.J., Noomen, A., Jellema, A., Van Boekel, M.A.J.S., 1999. *Dairy Technology Principles of Milk Properties and Processes*, Marcel Dekker, Inc., New York.

- Wolf, I.V., Perotti, M.C., Bernal, S.M., Zalazar, C.A., 2010. Study of the chemical composition, proteolysis, lipolysis and volatile compounds profile of commercial Reggianito Argentino cheese: Characterization of Reggianito Argentino cheese. ***Food Research International***, **43**:1204-1211.
- Yaygın, H., Kılıç, S. 1993. ***Süt endüstrisinde Saf Kültürler***. Altındağ Matbaacılık, İzmir.
- Yöney, Z., 1974. ***Süt Kimyası***. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları 530.





EKLER

Ek 1. Tereyağı örneklerinde işlem aşamaları ve depolama süresince saptanan keton bileşenleri (µg/kg)

İşlem aşaması/ Dep.süresi	Kültür çeşidi	Uçucu Bileşen				
		Asetonin	Fenil asetat	Diasetil	2-pentanon	2-heptanon
PK	K	126.654±30.971	26.501±8.442	0.000±0.000	42.531±9.097	46.746±20.651
	P	126.654±30.971	26.501±8.442	0.000±0.000	42.531±9.097	46.746±20.651
	Y	126.654±30.971	26.501±8.442	0.000±0.000	42.531±9.097	46.746±20.651
	T	126.654±30.971	26.501±8.442	0.000±0.000	42.531±9.097	46.746±20.651
OK	K	37.483±20.781	22.964±0.773	13.896±1.442	17.081±8.084	43.470±1.746
	P	381.185±386.156	62.914±36.915	66.086±32.58	122.829±46.958	102.483±72.794
	Y	11.796±3.100	13.456±3.638	10.785±1.275	13.346±4.973	42.813±15.074
	T	13.392±5.022	47.321±20.487	41.142±10.486	57.133±23.875	23.211±6.045
YS	K	82.908±15.582	13.330±5.02	0.000±0.000	44.673±6.663	77.254±14.665
	P	118.749±95.633	32.057±17.192	33.023±19.641	42.694±13.071	128.648±35.976
	Y	28.053±14.495	12.811±3.617	10.608±1.078	12.061±6.093	48.426±15.126
	T	5.403±2.110	41.632±16.147	15.991±6.564	0.000±0.000	22.926±4.362
YA	K	41.596±9.131	3.101±1.215	25.897±8.211	16.808±5.69	17.408±4.709
	P	40.481±13.394	2.168±0.260	10.965±5.214	16.856±5.632	17.282±7.112
	Y	36.765±5.632	0.000±0.000	20.220±7.638	17.248±2.925	12.479±2.216
	T	0.000±0.000	3.101±1.214	2.792±0.987	5.433±1.101	4.732±1.465
Y1	K	17.928±4.103	18.260±0.700	17.928±4.103	0.000±0.000	41.447±15.336
	P	137.488±68.542	12.657±12.477	137.488±68.549	69.058±20.667	162.809±77.110
	Y	24.211±3.016	17.938±10.550	24.215±3.012	17.567±7.231	32.853±2.847
	T	0.000±0.000	30.565±2.664	0.000±0.000	0.000±0.000	25.548±11.445
SU1	K	6.224±1.762	0.000±0.000	12.331±3.110	7.677±1.475	12.534±4.3670.
	P	7.809±3.000	1.103±0.033	7.007±0.133	7.731±0.388	11.463±3.312
	Y	5.384±1.698	0.00±0.000	10.189±1.227	6.657±1.462	10.961±3.319
	T	0.000±0.000	0.00±0.000	2.414±0.371	5.423±1.493	3.352±0.460
Y2	K	0.000±0.000	21.430±3.156	0.000±0.000	26.202±15.824	49.476±25.336
	P	61.620±27.510	15.301±10.695	21.360±16.897	34.548±23.081	108.341±62.845
	Y	0.000±0.000	19.990±5.972	12.292±6.688	8.681±6.795	31.204±0.343
	T	0.000±0.000	41.659±19.399	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
SU2	K	0.000±0.000	0.233±0.322	8.673±1.444	4.429±1.103	10.594±2.788
	P	3.062±1.345	0.000±0.000	1.993±0.213	0.000±0.000	4.513±1.498
	Y	0.000±0.000	0.000±0.000	7.165±0.612	3.779±1.121	6.664±1.678
	T	0.435±0.611	0.000±0.000	0.000±0.000	4.176±1.458	4.036±1.345

Ek 1. Tereyağı örneklerinde işlem aşamaları ve depolama süresince saptanan keton bileşenleri (µg/kg) (devam)

İşlem aşaması/ Dep.süresi	Kültür çeşidi	Uçucu Bileşen				
		Asetonin	Fenil asetat	Diasetil	2-pentanon	2-heptanon
1.GÜN	K	0.000±0.000	36.613±16.348	65.327±7.451	0.000±0.000	77.283±17.863
	P	31.241±44.185	0.000±0.000	36.233±18.644	22.353±18.578	88.003±68.125
	Y	0.000±0.000	7.637±6.040	25.795±7.342	25.287±8.689	72.866±17.295
	T	0.000±0.000	36.230±16.489	18.208±7.985	0.000±0.000	0.000±0.000
15.GÜN	K	0.000±0.000	10.420±3.240	0.000±0.000	8.122±4.421	21.378±6.457
	P	0.000±0.000	0.000±0.000	25.060±3.566	12.355±12.798	109.250±35.633
	Y	0.000±0.000	19.092±12.651	0.000±0.000	18.455±5.100	113.266±99.887
	T	0.000±0.000	24.833±9.125	0.000±0.000	0.000±0.000	9.815±13.885
30.GÜN	K	0.000±0.000	24.611±8.090	0.000±0.000	0.000±0.000	45.499±26.531
	P	27.116±19.689	0.000±0.000	21.693±17.636	31.753±7.160	0.000±0.000
	Y	0.000±0.000	36.278±21.122	0.000±0.000	18.050±11.877	57.640±37.199
	T	0.000±0.000	22.426±13.101	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000

Ek 2. Tereyağı örneklerinde işlem aşamaları ve depolama süresince saptanan aldehit bileşenleri (µg/kg)

İşlem aşaması / Dep. süresi	Kültür çeşidi	Uçucu Bileşen						
		Asetaldehit	3-metil bütanal	2-metil bütanal	Pentanal	Hekzanal	Non-2-(e)-nal	Nonanal
PK	K	0.000±0.000	18.873±1.815	207.935±30.128	0.000±0.000	0.000±0.000	18.298±1.956	0.000±0.000
	P	0.000±0.000	18.873±1.815	207.935±30.128	0.000±0.000	0.000±0.000	18.298±1.956	0.000±0.000
	Y	0.000±0.000	18.873±1.815	207.935±30.128	0.000±0.000	0.000±0.000	18.298±1.956	0.000±0.000
	T	0.000±0.000	18.873±1.815	207.935±30.128	0.000±0.000	0.000±0.000	18.298±1.956	0.000±0.000
OK	K	4.843±1.724	0.000±0.000	290.518±107.32	28.781±14.414	10.803±3.245	8.992±0.005	14.619±3.135
	P	0.000±0.000	0.000±0.000	1541.329±451.923	140.863±28.781	33.991±13.947	30.881±17.895	0.000±0.000
	Y	0.000±0.000	12.481±8.619	137.377±8.778	15.372±7.558	9.266±2.998	21.008±15.596	0.000±0.000
	T	55.538±15.699	27.440±4.678	3015.821±831.53	141.219±47.322	161.890±18.833	0.000±0.000	4.602±2.144
YS	K	0.000±0.000	42.962±13.177	474.882±202.321	112.598±71.415	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	P	0.000±0.000	0.000±0.000	1834.761±399.226	168.551±119.296	8.036±2.754	0.000±0.000	0.000±0.000
	Y	0.000±0.000	27.511±13.745	1436.305±654.679	52.517±51.853	4.797±2.089	0.000±0.000	0.000±0.000
	T	0.000±0.000	23.556±17.671	2768.441±776.300	114.938±27.001	10.477±6.211	0.000±0.000	0.000±0.000
YA	K	0.000±0.000	2.523±0.445	30.152±5.900	11.787±4.163	18.149±4.488	0.000±0.000	5.552±0.728
	P	1.228±0.235	1.695±0.071	18.939±2.823	6.479±2.496	12.693±2.261	0.000±0.000	1.537±2.174
	Y	0.548±0.775	5.067±1.254	22.413±4.926	12.919±2.591	7.468±1.953	0.000±0.000	2.046±0.315
	T	6.294±1.533	0.000±0.000	24.156±5.758	3.572±1.394	41.359±9.768	0.000±0.000	4.045±0.974
Y1	K	0.000±0.000	24.044±10.244	521.055±94.111	81.137±43.816	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	P	0.000±0.000	0.000±0.000	1364.740±467.612	90.938±29.875	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	Y	0.000±0.000	12.773±1.419	1641.387±201.156	40.561±22.613	6.374±4.119	0.000±0.000	0.000±0.000
	T	0.000±0.000	0.000±0.000	2969.408±652.031	131.152±34.932	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000

Ek 2. Tereyağı örneklerinde işlem aşamaları ve depolama süresince saptanan aldehit bileşenleri (µg/kg) (devam)

İşlem aşaması / Dep. süresi	Kültür çeşidi	Uçucu Bileşen						
		Asetaldehit	3-metil bütanal	2-metil bütanal	Pentanal	Hekzanal	Non-2-(e)-nal	Nonanal
SU1	K	0.000±0.000	2.068±1.225	11.222±3.028	2.934±1.195	4.985±0.92	0.000±0.000	1.525±0.159
	P	0.000±0.000	0.926±0.110	8.306±1.679	2.251±1.002	5.347±0.754	0.000±0.000	1.267±0.120
	Y	0.000±0.000	3.204±0.501	6.019±1.465	8.662±1.837	2.472±0.769	0.000±0.000	2.054±0.501
	T	2.279±0.044	0.000±0.000	8.446±2.045	1.383±0.442	6.108±1.382	0.000±0.000	1.999±0.028
Y2	K	0.000±0.000	0.000±0.000	445.089±166.753	25.806±17.592	0.000±0.000	4.712±6.663	0.000±0.000
	P	0.000±0.000	0.000±0.000	1476.928±311.674	218.389±86.810	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	Y	0.000±0.000	0.000±0.000	1597.617±54.785	35.091±13.318	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	T	0.000±0.000	0.000±0.000	2939.077±961.445	86.673±9.747	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
SU2	K	0.000±0.000	1.302±0.064	7.287±2.783	0.000±0.000	1.052±0.311	0.000±0.000	0.000±0.000
	P	0.000±0.000	0.000±0.000	2.826±1.187	1.167±0.066	1.148±0.339	0.000±0.000	1.682±0.253
	Y	0.000±0.000	1.5094±0.322	1.962±0.172	5.513±0.934	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	T	1.675±0.409	0.000±0.000	7.409±0.038	1.939±0.354	1.30.24735±	0.000±0.000	1.185±0.364
1.GÜN	K	0.000±0.000	0.000±0.000	309.394±126.011	29.836±16.255	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	P	0.000±0.000	0.000±0.000	1124.072±43.598	42.570±14.236	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	Y	0.000±0.000	0.000±0.000	1562.246±604.853	22.015±11.208	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	T	0.000±0.000	0.000±0.000	1246.219±245.531	61.867±15.052	30.134±9.592	35.321±2.260	0.000±0.000
15.GÜN	K	0.000±0.000	0.000±0.000	358.535±182.86	20.212±11.590	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	P	0.000±0.000	10.304±5.087	1208.428±233.062	21.441±16.695	0.000±0.000	34.507±5.112	10.307±14.577
	Y	0.000±0.000	0.000±0.000	1703.049±1589.861	40.534±30.481	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	T	0.000±0.000	0.000±0.000	502.567±109.475	21.597±7.044	0.000±0.000	0.000±0.000	9.762±13.802
30.GÜN	K	0.000±0.000	0.000±0.000	551.469±80.379	56.213±6.493	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	P	0.000±0.000	0.000±0.000	786.036±552.964	39.875±39.681	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	Y	0.000±0.000	30.645±17.692	979.198±517.820	21.123±16.114	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	T	0.000±0.000	0.000±0.000	519.010±121.955	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000

Ek 3. Tereyağı örneklerinde işlem aşamaları ve depolama süresince saptanan asit bileşenleri (µg/kg)

İşlem aşaması/ Dep.süresi	Kültür çeşidi	Uçucu Bileşen			
		Asetik asit	Pirüvik asit	İzobütirik asit	Bütanoik asit
PK	K	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	P	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	Y	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	T	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
OK	K	59.078±43.026	288.939±32.866	7.354±2.951	10.246±1.672
	P	4.745±6.719	144.147±54.430	26.138±10.186	46.147±19.605
	Y	0.000±0.000	259.696±128.257	7.966±1.643	17.102±3.927
	T	90.117±11.281	463.339±147.518	55.641±28.211	69.969±24.501
YS	K	0.000±0.000	13.225±7.471	0.000±0.000	0.000±0.000
	P	0.000±0.000	9.067±1.695	0.000±0.000	0.000±0.000
	Y	1.988±2.814	12.362±5.544	0.000±0.000	0.000±0.000
	T	62.625±6.233	18.560±5.073	0.000±0.000	0.000±0.000
YA	K	0.000±0.000	29.052±8.964	2.399±0.610	0.000±0.000
	P	0.000±0.000	30.360±11.185	2.938±0.245	3.159±0.742
	Y	0.000±0.000	22.010±5.736	1.282±0.147	9.731±1.561
	T	12.759±2.867	50.829±7.002	3.048±0.849	11.679±2.733
Y1	K	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	P	127.991±23.815	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	Y	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	T	59.564±16.473	13.616±9.385	0.000±0.000	0.000±0.000
SU1	K	0.000±0.000	4.590±1.562	0.000±0.000	0.000±0.000
	P	0.000±0.000	5.748±3.027	0.000±0.000	0.000±0.000
	Y	0.000±0.000	3.378±0.856	0.000±0.000	1.854±0.339
	T	9.609±2.794	3.767±0.777	0.000±0.000	2.105±0.166
Y2	K	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	P	106.813±58.364	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	Y	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	T	54.195±8.283	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
SU2	K	0.000±0.000	1.961±1.314	0.000±0.000	0.000±0.000
	P	0.000±0.000	2.307±0.061	0.000±0.000	0.000±0.000
	Y	0.000±0.000	1.251±0.098	0.000±0.000	0.000±0.000
	T	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
1.GÜN	K	76.315±15.087	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	P	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	Y	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	T	51.275±1.648	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
15.GÜN	K	17.961±5.854	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	P	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	Y	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	T	18.053±2.618	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000

Ek 3. Tereyağı örneklerinde işlem aşamaları ve depolama süresince saptanan asit bileşenleri (µg/kg) (devam)

İşlem aşaması/ Dep.süresi	Kültür çeşidi	Uçucu Bileşen			
		Asetik asit	Pirüvik asit	İzobütirik asit	Bütanoik asit
30.GÜN	K	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	P	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	Y	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	T	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000

Ek 4. Tereyağı örneklerinde işlem aşamaları ve depolama süresince saptanan alkol ve terpen bileşenleri (µg/kg)

İşlem aşaması/ Dep.süresi	Kültür çeşidi	Uçucu Bileşen				
		Alkoller		Terpenler		
		Etanol	3-metil bütanol	İzobütıl alkol	Beta pinen	Limonen
PK	K	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	P	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	Y	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	T	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
OK	K	0.000±0.000	15.557±2.055	0.000±0.000	5.869±8.301	4.166±5.893
	P	22.679±16.113	72.816±52.368	0.000±0.000	24.538±10.046	0.000±0.000
	Y	9.625±4.641	14.772±3.275	3.398±4.817	12.373±1.174	11.655±0.395
	T	69.813±22.087	76.257±37.373	57.251±19.322	0.000±0.000	0.000±0.000
YS	K	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	P	6.031±3.127	36.912±24.959	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	Y	5.770±3.618	28.750±8.415	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	T	59.452±28.866	36.946±27.173	27.445±16.821	0.000±0.000	0.000±0.000
YA	K	5.260±1.234	16.579±0.905	2.931±0.124	0.000±0.000	0.000±0.000
	P	9.298±2.735	24.491±8.832	2.993±0.215	0.000±0.000	0.000±0.000
	Y	6.353±1.606	22.787±4.719	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	T	40.118±6.977	23.651±6.063	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
Y1	K	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	25.935±5.87	16.834±3.545
	P	0.000±0.000	35.052±26.129	0.000±0.000	18.017±25.483	0.000±0.000
	Y	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	16.664±3.752	0.000±0.000
	T	71.203±19.814	26.869±14.038	16.416±10.031	43.228±14.885	0.000±0.000
SU1	K	2.980±1.374	6.875±2.673	1.320±0.324	0.000±0.000	0.000±0.000
	P	4.884±1.529	6.732±1.342	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	Y	6.713±3.095	12.064±2.949	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	T	18.552±7.186	11.507±4.078	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
Y2	K	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	P	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	44.881±1.125	0.000±0.000
	Y	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	T	52.711±24.632	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
SU2	K	1.995±0.436	3.029±0.699	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	P	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	Y	2.294±0.305	4.375±1.142	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	T	7.693±2.528	8.584±0.751	0.000±0.000	0.000±0.000	0.437±0.625

Ek 4. Tereyağı örneklerinde işlem aşamaları ve depolama süresince saptanan alkol ve terpen bileşenleri (µg/kg) (devam)

İşlem aşaması/ Dep.süresi	Kültür çeşidi	Uçucu Bileşen				
		Alkoller			Terpenler	
		Etanol	3-metil bütanol	İzobütıl alkol	Beta pinen	Limonen
1.GÜN	K	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	41.132±2.294	21.464±30.353
	P	19.939±28.192	0.000±0.000	0.000±0.000	46.645±24.708	30.476±20.267
	Y	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	65.842±40.452	39.320±55.615
	T	49.992±12.677	0.000±0.000	4.835±6.843	52.639±5.871	34.488±10.340
15.GÜN	K	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	9.647±1.025	0.000±0.000
	P	0.000±0.000	0.000±0.000	30.848±10.344	55.010±24.437	0.000±0.000
	Y	7.804±11.032	0.000±0.000	0.000±0.000	82.658±83.669	0.000±0.000
	T	32.856±6.866	0.000±0.000	0.000±0.000	17.336±3.988	0.000±0.000
30.GÜN	K	0.000±0.000	37.325±32.564	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	P	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	32.305±17.915	0.000±0.000
	Y	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000
	T	31.545±5.882	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.000

ÖZGEÇMİŞ

1989 yılında Şanlı Urfa'nın Siverek ilçesinde doğdu. İlkokulu Siverek Cumhuriyet ilkokulunda, orta öğrenimini Elazığ Bahçelievler İlköğretim okulunda, lise öğrenimini ise Elazığ Anadolu Lisesinde tamamladı. 2008-2013 yılları arasında Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde okudu. 2013 yılının Aralık ayında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nde araştırma görevlisi olarak göreve başladı ve 2014 yılında yüksek lisans eğitimine başladı. Yabancı dili İngilizcedir.

