

T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

GELENEKSEL VE TİCARİ OLARAK ÜRETİLEN TRABZON
TEREYAĞLARININ YAĞ ASİDİ, KOLESTEROL, TOKOFEROL VE AROMA
BİLEŞENLERİNİN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS

Musa BEŞER

MAYIS-2023
GÜMÜŞHANE



T.C.

**GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**GELENEKSEL VE TİCARİ OLARAK ÜRETİLEN TRABZON
TEREYAĞLARININ YAĞ ASİDİ, KOLESTEROL, TOKOFEROL VE AROMA
BİLEŞENLERİNİN BELİRLENMESİ**

**DETERMINATION OF FATTY ACIDS, CHOLESTEROL, TOCOPHEROL
AND AROMA COMPOUNDS OF BUTTERS PRODUCED BY TRADITIONAL
AND COMMERCIAL**

YÜKSEK LİSANS

Musa BEŞER

**MAYIS-2023
GÜMÜŞHANE**



**T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**GELENEKSEL VE TİCARİ OLARAK ÜRETİLEN TRABZON
TEREYAĞLARININ YAĞ ASİDİ, KOLESTEROL, TOKOFEROL VE AROMA
BİLEŞENLERİNİN BELİRLENMESİ**

**DETERMINATION OF FATTY ACIDS, CHOLESTEROL, TOCOPHEROL
AND AROMA COMPOUNDS OF BUTTERS PRODUCED BY TRADITIONAL
AND COMMERCIAL**

YÜKSEK LİSANS

Musa BEŞER

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Engin GÜNDOĞDU

**MAYIS-2023
GÜMÜŞHANE**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlamış olduğum “**Geleneksel Ve Ticari Olarak Üretilen Trabzon Tereyağlarının Yağ Asidi, Kolesterol, Tokoferol Ve Aroma Bileşenlerinin Belirlenmesi**” isimli bu tezimin, tamamen kendi çalışmam olduğunu, her alıntıya kaynak gösterdiğimi, alıntı yaptığım tüm çalışmaları kaynakçada belirttiğimi ve Gümüşhane Üniversitesi’nin lisanslı kullanıcısı olduğu intihal yazılım programı ile Lisansüstü Eğitim Enstitüsü’nün belirlediği kıstaslara uygun olarak raporladığımı taahhüt ederim. Tezimin kâğıt ve elektronik kopyalarının Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü arşivinde saklanmasına izin verdiğimi onaylarım.

Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği’nin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim.

24/05/2023

.....
Musa BEŞER

TEŞEKKÜR

Öncelikle Yüksek Lisans öğrenimim süresince, bilgisi ve tecrübesini esirgemeyen gerek konu seçimimde gerekse de deneysel çalışmalarım süresince her zaman yardımcı olan danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Engin GÜNDOĞDU'ya en içten teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca laboratuvar çalışmalarımızda vermiş olduğu teknik destekten dolayı Doç. Dr. Cemalettin BALTAÇI'ya teşekkürlerimi sunarım. Maddi ve manevi desteğini esirgemeyen Kahvaltı Dünyası Gıda Sanayi fabrika müdürü Ahmet Hakan SEZER'e, numunelerin tedarikinde yardımlarını esirgemeyen İbrahim ŞAHİN ve Batuhan TONYALI'ya teşekkürlerimi sunarım. Laboratuvar çalışmalarında desteklerinden dolayı Nermin ZİYPAK ve Seher KÖSE'ye teşekkürü bir borç bilirim.

Yüksek lisans tezim süresince bana yardımcı olan başta eşim Melek Hanım BEŞER ve kızlarım Ümmügülsüm BEŞER ve Esmâ BEŞER'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Son olarak da bugüne kadar benim için hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan, her konuda bana destek olan sevgili aileme teşekkürlerimi bildiririm.

Musa BEŞER

GÜMÜŞHANE – 2023

ÖZET

Bu çalışmada 24 adedi doğrudan üretici ve 5 adedi Trabzon'da faaliyet gösteren işletmelerden alınan toplam 29 adet tereyağı araştırma materyali olarak kullanılmıştır. Örneklerin kuru madde (KM), yağ, nem, tuz içerikleri, pH, asitlik, renk değerleri ile peroksit değeri (PD) ve tiyobarbitirik asit (TBA) değerleri belirlenmiştir. Ayrıca, Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nde süt yağı (en az %80), yağsız kuru madde (en fazla %2) ve su içeriği (en fazla %16) açısından kriterlere uyan toplam 10 adet örnekte yağ asidi, kolesterol, alfa- tokoferol, beta karoten ve aroma bileşenleri belirlenmiştir. Tereyağı örneklerinde pH 3,90-5.43; asitlik 0.11-0.60 %LA; KM %68.48-86.78; yağ % 65.50-86.02 ve tuz değerleri % 0.07-1.22 arasında değişim göstermiştir. Tereyağı örneklerini oksidasyon özellikleri açısından değerlendirildiğinde 3 örnekte PD tespit edilmezken diğer örneklerde 0.30-2.109 mek O₂/Kg yağ olarak belirlenmiştir. TBA değerleri ise 0.110-0.367 mg malondialdehit (MAD)/Kg yağ arasında değiştiği tespit edilmiştir. Renk değerleri L*, 78.35-88.42, a*, -6.27-3.60 ve b* değerleri ise 18.70-42.70 arasında değişmiştir. Tereyağı örneklerinin kolesterol, α-tokoferol, β-karoten içerikleri 134,13-325 mg/100g, α-tokoferol içerikleri 1,62-3,37 mg/100 g ve β-karoten içerikleri 4.46-15.60 µg/g arasında değişim göstermiştir. Tereyağlarında bütirik asit (%2.03-3.13), kaproik (%1.69- 2.32) kaprilik asit (1.10- 1.61), kaprik asit (0.00-3.42), laurik asit (%0.00-4.68), miristik asit (%10.78- 14.08), palmitik asit (%26.11-44.25), stearik asit (%6.86-17.35), oleik asit (%19.55-29.80) ve linoleik asittir (1.63-3.04) hakim yağ asitleri olarak tespit edilmiştir. Aroma bileşenleri açısından değerlendirildiğinde 10'u asit, 8'i keton, 3'ü aldehit, 2'si alkol ve 11'i etil ve metil esterler, 10'u diğer maddeler olmak üzere toplam 44 adet aroma bileşeni belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Aroma, Beta karoten, Kolesterol, Peroksit, Yağ asidi

SUMMARY

In this study, a total of 29 samples were used as research material, 24 of which were obtained by local producers and 5 were obtained from plants in Trabzon. Dry matter (DM), fat, moisture, salt content, pH, acidity, color values, peroxide value and thiobarbutyric acid values of the samples were determined. In addition, alpha-tocopherol, beta carotene cholesterol content, fatty acid profile and aroma compounds were determined in the samples which meet the criteria of the Turkish Food Codex Regulation in terms of milk fat (minimum 80%), non-fat dry matter (maximum 2%) and water content (maximum 16%). In butter samples, pH was 3.90-5.43; acidity 0.11-0.60% LA; dry matter 68.48-86.78%; fat changed between 65.50-86.02% and salt values between 0.07-1.22%. When the butter samples were evaluated in terms of their oxidation properties, peroxide value was not detected in 3 samples, while it was determined as 0.30-2.109 meq O₂/Kg fat in the other samples. TBA values varied between 0.110-0.367 mg MAD/Kg fat. Color values L*, 78.35-88.42, a*, -6.27-3.60 and b* values varied between 18.70-42.70. Cholesterol, alfa-tocopherol, beta-carotene contents of butter samples were changed between 134.13-325 mg/100g; 1.62-3.37 mg/100 g, and 4.46-15.60 µg/g. The predominant fatty acids in butter are butyric acid (2.03-3.13%), caproic (1.69-2.32%), myristic acid (10.78-14.08), palmitic acid (26.11-44.25%), stearic acid (16.80-44.25%), oleic acid (%19.55-29.80) ve linoleic acid (1.63-3.04%). A total of 44 aroma components were determined, including 10 acids, 8 ketones, 3 aldehydes, 2 alcohols, 11 ethyl and methyl esters and 10 other substances.

Keywords: Aroma, Beta-carotene, Cholesterol, Peroxide, Fatty acid

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	III
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI.....	IV
TEŞEKKÜR.....	V
ÖZET.....	VI
SUMMARY	VII
İÇİNDEKİLER	VIII
TABLolar DİZİNİ	X
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XI
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	XII
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	7
3. MATERYAL VE YÖNTEM	12
3.1. Materyal	12
3.2. Yöntem.....	12
3.2.1. pH.....	12
3.2.2. Asitlik Tayini	13
3.2.3. Kuru Madde	13
3.2.4. Yağ Tayini.....	13
3.2.5. Tuz Tayini	13
3.2.6. Peroksit Değeri.....	14
3.2.7. Tiyoarbütirik Asit Sayısı	14
3.2.8. Renk Değerleri	15
3.2.9. Kolesterol İçeriğinin Belirlenmesi	15
3.2.10. Alfa Tokoferol ve Beta Karoten İçeriklerinin Belirlenmesi	16
3.2.11. Yağ Asidi Kompozisyonunun Belirlenmesi.....	17
3.2.12. Uçucu Aroma Bileşenlerin Belirlenmesi	17
3.2.13. Duyusal Analiz.....	17
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	19
4.1. Tereyağı Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	19
4.2. Tereyağı Örneklerinin Oksidasyon Özellikleri	22
4.3. Tereyağı Örneklerinin Renk Değerleri.....	25
4.4. Tereyağı Örneklerinin Kolesterol, α -tokoferol ve β -karoten içerikleri	26

4.5. Yağ Asidi Kompozisyonu	28
4.6. Uçucu Aroma Bileşenleri	30
4.7. Duyusal Özellikleri	34
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	37
KAYNAKÇA	39
ÖZGEÇMİŞ	44



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Tereyağı, kahvaltılık, pastörize (süt yağı $\geq$ % 82) (URL 1)	1
Tablo 2. Örneklerin fizikokimyasal analiz sonuçları	20
Tablo 3. Tereyağı örneklerinin oksidasyon özellikleri	24
Tablo 4. Tereyağı örneklerinin renk değerleri	26
Tablo 5. Tereyağı örneklerinin kolesterol, α - tokoferol, β -karoten içerikleri	27
Tablo 6. Tereyağı örneklerinin yağ asidi kompozisyonu.....	29
Tablo 7. Tereyağı örneklerine ait aroma bileşenleri	32
Tablo 8. Tereyağı örneklerinin duyu analizi sonuçları	35

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Tereyağı örnekleri.....	12
Şekil 2. Peroksit analizinden örnekler.....	14
Şekil 3. TBA sayısı analizinden bir örnek	15
Şekil 4. Eritilmiş tereyağı örnekleri	16
Şekil 5. Alfa tokoferol ve beta karoten analiz hazırlığı	16



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AZ	: Alıkonma zamanı
IU	: Uluslararası birim
Kİ	: Kovaks indeksi
KM	: Kuru madde
LKİ	: Literatür kovaks indeksi
MAD	: Malondialdehit
Mek	: Miliekivalen
mg	: Miligram
mL	: Mililitre
PBS	:Fosfat tuz tamponu
PD	: Peroksit değeri
RE	: Retinol eşdeğeri
TBA	: Tiyoarbütirik asit
TE	: Alfatokoferol eşdeğeri
YAME	:Yağ asidi metil esterleri

1. GİRİŞ

Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği Tereyağı, Diğer Süt Yağı Esaslı Sürülebilir Ürünler ve Sadeyağ Tebliği (Tebliğ No: 2005/19)'nde "tereyağı; ağırlıkça en az %80, en fazla %90 oranında süt yağı, en fazla %2 oranında yağsız süt kuru maddesi ve en fazla %16 oranında su içeriğine sahip olan süt ürünü olarak tanımlanmaktadır (Anonim 2005). Piyasada yaygın olarak bulunan tereyağları arasında olgunlaşmamış krema yağı, olgunlaştırılmış krema yağı, pastörize krema yağı, tuzsuz tereyağı, tuzlu tereyağı, ekşi krema yağı, tatlı krema yağı, soğuk depolama yağı, taze krema yağı, fıstık ezmesi, süt yağı, kakao yağı ve kremalı tereyağı bulunmaktadır (Khaskheli vd., 2020).

Süt yağı sütün miktar olarak en fazla bulunan bileşenlerinden biri olup enerji, esansiyel yağ asitleri ve yağda çözünen vitaminleri içermesi açısından ticari değeri büyüktür. Sütte bulunan süt yağı trigliseridler, fosfolipidler ve serbest yağ asitlerinden oluşur. Bu bileşenler sütün yapısının ve lezzetinin oluşumunda temel rol oynarlar. Bu durum viskoziteyi yükselterek kendine özgü aromayı sağlamaktadır. Özellikle gelişmiş ülkelerde günlük 30-40 gram süt yağı alımıyla ihtiyaç duyulan enerji sağlanmaktadır. Öte yandan ekonomik yönden de süt yağı önemli bir faktör olup fiyatlandırmada esas rolü oynamaktadır (Karagözlü ve Yılmaz, 2020). Fikir vermesi açısından tereyağının bileşimi Tablo 1 de verilmiştir.

Tablo 1. Tereyağı, kahvaltılık, pastörize (süt yağı $\geq$ % 82) (URL 1)

Bileşen	Birim	ortalama	Birim	Bileşen	Ortalama
Su	g	15.62	g	Bütirik Asit (4:0)	1.854
Protein	g	0.19	g	Kaproik Asit (6:0)	1.323
Azot	g	0.03	g	Kaprilik Asit (8:0)	0.864
Yağ, toplam	g	83.22	g	Kaprik Asit (10:0)	2.012
Karbonhidrat	g	0.85	g	Laurik Asit (12:0)	2.670
Laktoz	g	0.36	g	Miristik Asit (14:0)	8.873
Tuz	mg	18	g	Pentadesilik Asit (15:0)	0.927
Kül	g	0.12	g	Palmitik Asit (16:0)	25.352
A vitamini	RE	559	g	Margarik Asit (17:0)	0.547
Retinol	μ g	559	g	Stearik Asit (18:0)	8.984
D vitamini, IU	IU	153	g	Araşidik Asit (20:0)	0.673
D-3 vitamini	μ g	3.8	g	Miristoleik Asit (14:1 N-5 Cis)	0.998
E vitamini	α -TE	2.45	g	Palmitoleik Asit (16:1 N-7 Cis)	1.236
E vitamini, IU	IU	3.66	g	Oleik Asit (18:1 N-9 Cis)	18.166
Alfa-tokoferol	mg	2.45	g	Elaidik Asit (18:1 N-9 Trans)	2.274

Tablo 1 (Devamı)

Toplam doymuş yağ asidi	g	54.079	g	Yağ Asidi 18:2 N-6 Cis,Cis	1.727
Toplam tekli doymamış yağ asidi	g	22.674	g	Yağ Asidi 18:3 N-3 All-Cis	0.277
Toplam çoklu doymamış yağ asidi	g	2.004	g	Kolesterol	191

RE:retinol eşdeğeri; IU: International unit; α -TE: alfatokoferol

Tereyağı, olağanüstü derecede zengin yağ asitleri bileşimi ile karakterize edilir. Tereyağı fazla sayıda yani 4 ila 26 karbon atomuna sahip çok sayıda yağ asidini bünyesinde taşır. Bazıları, insan sağlığı açısından önemli olan spesifik biyolojik ve beslenme özellikleri ile karakterize edilir. Tereyağı, yüksek yağ içeriğine ek olarak önemli miktarda A vitamini (retinol eşdeğeri) 653,0 μ g/100 g, kolesterol 183-248 mg/100 g arasında, az miktarda da E vitamini (tokoferol eşdeğeri) 2,2 mg/100 g içermekte olup, tereyağının renginin karoten, A vitamini ve diğer yağda çözünen pigmentlerin varlığından kaynaklandığı bilinmektedir (Pădureț, 2021).

Tereyağının kendine has bir dokusu ve tadı vardır; genel olarak lipitler, ağız hissi, renk, doku ve reolojik özellikleri etkileyerek birçok gıda ürününün duyuşal özellikleri üzerinde arzu edilen bir etkiye sahiptir. Yağ asitlerinin bileşimi, lipitlerin ve ayrıca tereyağının fiziksel özelliklerini (sertlik gibi), stabilitesini, besin değerini belirler. Tamamen doğal lipitler, farklı konsantrasyonlarda doymuş yağ asitleri, tekli doymamış yağ asitleri, çoklu doymamış yağ asitlerinden oluşur ve ayrıntılı yağ asitleri bileşiminde farklılık gösterir (Pădureț, 2021).

Tereyağı ve diğer yüksek yağlı süt ürünlerinin tüketimi, süt yağının olumsuz beslenme imajı nedeniyle son yıllarda azalmaktadır. Bu olumsuz imaj, çoğunlukla kolesterol ve doymuş yağ asitlerinin plazma kolesterol düzeylerini yükselttiği ve koroner kalp hastalığı geliştirme riskini artırdığı inancıyla ilişkilidir (Silva vd., 2019). Öte yandan süt ürünü tüketimi, doğal olarak yüksek doymuş yağ asitleri seviyeleri nedeniyle genellikle olumsuz etkilerle ilişkilendirilir. Bununla birlikte, son araştırmalar, süt lipidlerinin kronik iltihaplanmaya karşı varsayılan biyoaktiviteye sahip olduğunu göstermiştir. Enflamasyonun kardiyovasküler hastalık, tip 2 diabetes mellitus, obezite ve kanser dahil olmak üzere birçok kronik hastalığın başlangıcını tetiklediği bildirilmiştir (Lordan ve Zabetakis, 2017).

Kolesterol, vücudun tüm hücrelerinde bulunan mumsu bir maddedir ve hücre zarlarının, bazı hormonların ve diğer vücut bileşenlerinin gerekli bir parçasıdır. Özellikle beyinde ve periferik sinirlerde miyelin kılıflarının oluşumuna katılır ve bağırsakta diyet yağlarının emilimini modüle eder. Ayrıca safra asitlerinin, steroid

hormonlarının ve D vitamininin biyosentezinde öncü görevi görür. Vücut ihtiyaç duyduğu kolesterolü sentezlediği için dışarıdan gıdalarla almaya gerek yoktur (Lal vd., 2019).

Kolesterol suda çözünmez, soğuk alkol veya petrol eteri içinde idareli bir şekilde çözünür ve sıcak alkolde ve diğer birçok organik çözücünde çözünür. Kolesterol 148.50C'de erir. Yüksek vakum altında süblime edilebilir ve damıtılabilir. Kolesterol'e hafif hidrofilik bir yapı veren polar hidroksil grubu, kolesterol esteri üreten bir yağ asidine esterleştirilebilir. Hem kolesterol hem de kolesterol esteri, hücre zarlarının önemli yapısal bileşenleridir. Kolesterol ayrıca hidrofobik ve hidrofilik bölgeleri nedeniyle zar akışkanlığının önemli bir belirleyicisidir (Lal vd., 2019).

Kolesterol, insan ve hayvan doku ve hücrelerinde bulunan organik bir madde olup D vitamini sentezi başta olmak üzere, kalsiyum ve fosforun kullanımında önemli bir yere sahiptir. Sinir hücrelerinin önemli bileşenlerinden ve hücre zarlarının yapı taşı olan kolesterol safra asitlerinin ve cinsiyet hormonlarının sentezinde de kullanılan bir steroldür (Seçkin ve Metin, 2011).

Süt yağı muhtemelen tüm yenilebilir yağların en karmaşık olanıdır. Şimdiye kadar süt lipidlerinde C2'den C28'e kadar çift ve tek sayılı, doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış, cis ve trans, lineer ve dallı ve çeşitli keto- ve hidroksi yağ asitleri dahil olmak üzere 400'den fazla farklı yağ asidi tespit edilmiştir. Bu yağ asitlerinden bazıları, özellikle bütirik asit ve konjuge linoleik asitler (CLA) olmak üzere, tüketici sağlığı açısından oldukça ilgi çekici biyolojik, fizyolojik ve besleyici özellikler sergilemektedir (Ledoux vd., 2005).

Dünyada Türkiye, Ürdün, Hindistan ve İran gibi bazı bölgelerde geleneksel olarak tereyağı numunesi, dönen kanatları olan ahşap veya metal bir kapta yoğurt ve soğuk su karışımının çalkalanmasıyla yapılır. Yarım saat sonra tereyağı, su karışımından kaşıkla ayrılıp, yıkanıp ve soğukta muhafaza edilir. Bu adımda biraz tuz (ortalama %1) tereyağına eklenir. Üretilen tereyağı, temiz bir pamuklu beze sarılarak katı tereyağı oluşturmak ve nemi uzaklaştırmak için eller arasında sıkıştırılır. Genellikle tereyağı, perakende pazarlarda bile koruyucu bir kapak olmadan plastik bir kapta paketlenir ve ardından serin bir yerde saklanır (Hassanzad Azar vd., 2017).

Kuzey Afrika ve Orta Doğu ülkelerinde, geleneksel tereyağı (Zebda veya Zebda baladi), tereyağını ayrandan (Lben) ayırmak için kendiliğinden fermente edilmiş sütün çalkalanmasıyla üretilir. Geleneksel ürünlerin sınırlı bir raf ömrü vardır ve birkaç gün içinde tüketilmeleri gerekir. Uzun süreli depolama, lipoliz ve oksidasyona bağlı olarak koku, renk, tat ve beslenme kalitesinde bozulmaya neden olur. Endüstriyel tereyağı,

doğrudan veya işlenmiş gıdalarda bir bileşen olarak dünya çapında yaygın olarak üretilmekte ve tüketilmektedir. Pastörizasyondan sonra, kremayı süttten ayırmak için süttün yağı alınır. Toplanan krema %40 yağda ve 6.6 pH değerinde standardize edilir ve pastörize edilir. Bu krema fiziksel olarak olgunlaştırılır, asitleştirilir (pH 5.2'de) ve ardından çalkalanır. Ayrarı ayırdıktan sonra tereyağı yıkanır, tuzlanır ve istenilen kıvamına gelmesi için işlenir (Mefleh vd., 2022).

Diyette tereyağı tüketiminin son yıllarda önem kazanması ve özellikle de kahvaltılık süt ürünü olması araştırmaları ürün kalitesini kontrol etmeye yöneltmiştir. Kötü işleme ve muhafaza şartlarından kaynaklanan kalite özelliklerindeki değişiklikler, hem endüstriyel hem de geleneksel olarak üretilmiş yağlara yenilebilir olmayan yağlar, bitkisel yağlar, atık yağlar veya endüstriyel kremlerin eklenmesiyle yapılan herhangi bir taşış tüketici kabul edilebilirliği ve sağlığı üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır. Aynı zamanda tüm bu etkenler pazarlamada düşüşe neden olarak ekonomik açıdan ürün kayıplarını da ortaya çıkarmaktadır (Hassanzad Azar vd., 2017).

Çayır ve mera florasının farklılığı sütlerin ve bu sütlerden üretilen tereyağlarının doğal olarak tat, aroma, renk, kalite ve bileşim bakımından farklı olmasına neden olmaktadır. Öte yandan bölgenin iklimi ve tereyağı üretim yerinin sıcaklığı da tat ve aroma üzerinde etkili olmaktadır. Bu nedenlerle ülkemizde üretilen tereyağlarının üretildikleri yörelere özgü farklı isimler verilmektedir. Ülkemizin hemen hemen her bölgesinde yapılan tereyağı daha yoğun olarak Kars, Erzurum, Trabzon, Urfa ve Diyarbakır' da üretilmektedir.

Trabzon tereyağlarının orijinal tat ve aroması Karadeniz Bölgesine özgü bitki ve su kaynaklarından doğal yaşam ortamlarında yetiştirilen hayvanlardan kaynaklanmaktadır. Karadeniz bölgesinde geleneksel tereyağı 'sarı yağ' olarak ta adlandırılmakta ve koyun, keçi, inek veya bunların karışımından üretilmektedir. Tereyağı yapımında krema öncelikle külek adı verilen tahta varillerde yeterli miktara ulaşıncaya kadar toplandıktan sonra yayık adı verilen tahta varillerde yayıklanır. Yüzeyde toplanan yağ bir kaşıkla toplanarak ayrı bir kaba alınır ve yıkanır. Bu haliyle kahvaltılık olarak tüketilirken uzun süre depolamak için tuzlanır ve tercihen yemeklik yağ olarak kullanılır (Ozcan vd., 2016).

Ticari tereyağları ise Trabzon'da faaliyet gösteren fabrikalarda kremadan üretilmektedir. Kremalar gerek yöre gerekse çevre illerden toplanan kremalardan üretilmektedir. Ancak hammadde azlığı ve hijyenik kalitenin yetersizliği nedeni ile pastörize edilmiş ve starter kültür ile olgunlaştırılmış yöre dışından temin edilen kremalar ticari üretimde kullanılmaktadır. Tereyağlarına arzu edilen sarımsı rengin

sağlanması için renk maddesi (beta karoten) ilave edilmektedir. Ancak ticari yağlarının geleneksel yağlara göre tat ve aromasının duyuşal olarak daha az olduğu ifade edilmektedir.

Süt ürünleri içerisinde tereyağına olan küresel talep, tereyağının kendisi dahil, harmanlanmış tereyağı, harmanlanmış süt ürünleri, peynir, çikolata, aromalı süt, krema, diyet takviyeleri gibi birçok günlük gıdanın bir bileşeni olarak kullanıldığı için artmaya da devam etmektedir.

Coğrafi işaret (Cİ), belirli bir coğrafi konuma veya kökene (örneğin bir kasaba, bölge veya ülke) karşılık gelen belirli ürünler veya belirli niteliklere sahip olan ve geleneksel yöntemlerle üretilen ürünler için kullanılan ad veya işarettir. Nesiller boyunca kırsal topluluklar tarafından üretilen ve belirli nitelikleri nedeniyle pazarlarda itibar kazanmış geleneksel ürünlerin tanınması ve korunması, üreticileri ürünün tanınan niteliklerini sürdürmek için yatırım yapmaya zorlar. Ayrıca, ürünün itibarını da artırabilir. Bu nedenle Trabzon tereyağına uygulanan Cİ, yerel üreticilerin gelirlerini artıracak, daha bilinçli müşterilerin ihtiyaçlarını karşılayacak ve tahsis edilen alanda istihdam yaratarak ülke ekonomisini iyileştirecektir (Ozcan vd., 2016).

Teknolojik üretimde kremaya ısı uygulanmakta ve starter kültür kullanılarak ön fermentasyona tabi tutulmakta ve mutfaklık olarak üretilenler bir miktar tuz içerecek şekilde üretilmektedir. Bu şekilde elde edilen tereyağı, herhangi bir bulaşmaya neden olmayacak şekilde ambalajlanmaktadır. Bu uygulamalar nedeniyle dayanım süresi bir süre daha uzatılsa da tereyağının yüksek su aktivitesinden dolayı raf ömrü uzun değildir. Öte yandan ev tipi üretimlerde çiğ krema kullanıldığı ve mikroorganizma kontaminasyon kaynakları fazla olduğu ve özellikle soğutmanın yetersiz olduğu sıcak dönemlerde sade yağ üretimi tercih edilmektedir (Sevmiş vd., 2020).

Ülkemizde geleneksel olarak pek çok süt ve süt ürünü mevcuttur. Bu ürünler içerisinde önemli bir yere sahip olan Trabzon tereyağı kendine özgü tat, aroma ve rengi ile dikkat çekmektedir. Son yıllarda özellikle beslenme ve sağlık açısından geleneksel ürünlere olan eğilim artmaktadır. Bu anlamda Trabzon tereyağı üzerine yapılan çalışmalarda çoğunlukla mikrobiyolojik, kimyasal, yağ asidi kompozisyonu üzerine yoğunlaşmış, ve konu ile ilgili az sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Bu çalışmalarda Trabzon ve ilçelerinde pazar yerleri ve marketlerde satılan tereyağları karışık kullanılmıştır. Ancak doğal ve köy tereyağlarının tercih edilmesi nedeniyle art niyetli kişiler fabrikadan aldıkları tereyağlarını pazar yerinde köy tereyağı adı altında daha yüksek fiyata satabilmektedirler. Ayrıca pazarda satılan ürünlerin kaç günlük olduğu ve ne şartlarda depolandığı da bilinmemektedir. Bu nedenle gerçek bir Trabzon tereyağının

ticari tereyağından farklılığı net olarak tespit edilememektedir. Bu nedenle geleneksel tereyağı ile ticari tereyağları arasındaki tat ve aroma farklılıklarının belirlenmesinde doğrudan üreticiden üretildiği gün temin edilen örneklerin analiz edilmesi önem taşımaktadır.

Günümüzde, belirli yerler veya bölgelerle bağlantılı yiyeceklere artan bir ilgi var. Gerçekten de, tüketiciler geleneksel bir karaktere veya imaja sahip yerel yiyeceklere giderek daha fazla ilgi duymakta ve bu tür yerel yiyecekler genellikle daha kaliteli, taze, daha sürdürülebilir ve yerel ekonomiyi desteklemeye katkıda bulunan olarak algılanmaktadır (Boussekine vd., 2020).

Tüketicilerin tereyağı seçiminde en önemli noktalardan biri doğal görüntüsüdür. Bu anlamda tüketiciler özellikle taze otlarla beslenen ineklerden elde edilen süt ürünlerinin ‘daha doğal’ ya da organik olduğu düşüncesiyle daha çok köy tereyağlarının yönelmektedirler. Bu durum tereyağının nereden alınacağını etkileyen bir kriter olup bazı yöreler tereyağı ile ön plana çıkmaktadırlar. Bu anlamda Trabzon tereyağları gerek piyasada da gerekse çok internet sitesinde Trabzon tereyağı olarak satılmaktadır. Ancak bu ürünlerde standart bir üretim kontrolü olmadığı için standartların çok altında tereyağları fiyatının çok üzerinde alıcı bulmaktadır. Öte yandan ticari kaygısı olan üreticiler işletmelerden aldıkları tereyağlarını pazarlarda daha yüksek fiyatla köy tereyağı ya da doğal tereyağı olarak satabilmektedirler. Bu nedenle çalışmada doğrudan köyde üretilmiş tereyağı ile işletmelerde üretilen tereyağlarının çeşitli özellikler açısından incelenmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Akgül vd. (2021) Trabzon'da üretilen tereyağlarının fiziksel, mikrobiyolojik ve yağ asidi kompozisyonlarını belirledikleri çalışmalarında yağ ve su içeriklerinin Türk Gıda Kodeksi limitleri dışında olduğunu, tuz içeriklerinin ise tüzükle uyumlu olduklarını belirlemişlerdir. Nem değerlerini %8.72-31.63; % titrasyon asitliğini 0.32-3.37, pH değerlerini 3.23-4.87, tuz içeriklerini %0.04-1.30 ve peroksit değerlerini 0.00-6.84 mEq O₂/ Kg aralığında olduğunu bildirmişlerdir.

Akgül vd. (2020), Erzurum'da satışa sunulan toplam 30 adet tereyağı numunesinde pH, asitlik ve peroksit değerlerini sırasıyla 3.88, %0.47 ve 0-0.51 mek O₂/kg olarak belirlerken bazı örneklerin tuz, yağ ve nem değerleri açısından Türk Gıda Kodeksi ile uyumlu olmadığını bildirmişlerdir. Yazarlar tereyağının fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinde yüksek farklılıklar olmasında, standart olmayan bir üretim sürecinin yanı sıra standart olmayan hammadde kullanımına bağlı olabileceğini ifade etmişlerdir.

Ozcan vd. (2016) Bursa'da marketlerde satılan Trabzon tereyağlarının yağ asidi içeriklerini belirlemişlerdir. Çalışmada palmitik, stearik ve miristik asitlerin dominant doymuş yağ asitleri olduğu ve oleik asitin doymamış yağ asitlerinin büyük çoğunluğunu oluşturduğunu bildirmişlerdir. Yazarlar tereyağında yağ asidi kompozisyonunun çiğ süt kalitesi, hayvanın ırk, genetik ve fizyolojik faktörlerin yanı sıra coğrafik yer ve üretim koşullarının da etkili olduğunu ifade etmişlerdir.

Yapılan bir çalışmada Trabzon'da üretilen 30 adet tereyağında renk değerleri üzerinde kuru madde, yağ, tuz oranı, peroksit değeri ve yağ asitleri arasında pozitif korelasyon olduğu belirlenmiştir (Akgül vd. 2019).

Fındık ve Andiç (2017) Van piyasasından toplanan tereyağı ve bunlardan elde edilen sade yağlarda yağ, asitlik değeri, peroksit değeri, toplam yağ asidi ve serbest yağ asidi kompozisyonunu belirlemişlerdir. Tereyağlarının serbest yağ asitliği, kolesterol ve peroksit değerlerini sırasıyla 2415–27640; 2026–14666 mg/kg, 258–334; 214–262 mg/100 g fat, 1.2–7.4; 4.3–10.5 mEqO₂/kg yağ olarak tespit etmişlerdir

Trabzon'da halk tipi, fabrika tipi ve referans tereyağlarının mineral madde içeriklerinin araştırıldığı bir çalışmada halk tipi tereyağlarının Ca ve Mg içeriklerinin diğer yağlardan yüksek Cu içeriğinin ise düşük olduğu belirlenmiştir (Keleşoğlu, 2011).

Yapılan bir çalışmada Hakkari'den 10 farklı üreticiden toplam 10 adet tereyağı ile bu yağlardan üretilmiş sadeyağların kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri incelenerek

geleneksel ve kontrolsüz koşullarda üretilen yağların peroksit, TBA, kolesterol içerikleri belirlenmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen tereyağı örneklerinde asitlik değerleri %0.06-0.43, peroksit değerleri 1.15-6.69 meq O₂/ kg yağ, TBA değerleri 0.12-0.36 mg MAD/Kg yağ ve kolesterol değerleri ise 240.64-420.64 mg/100 g olarak belirlenmiştir (Sevmiş vd., 2020).

Gaziantep'ten toplanan 28 adet tereyağı numunesinin %0.19 tuz, %0.65 laktik asit %4.04 mg KOH/g yağ, %4.39 yağsız kuru madde ve %74.53 yağ içeriğine sahip olduğu ifade edilmiştir (Çavdar, 2022).

Karagözlü ve Yılmaz (2020), İzmir'de satışa sunulan toplam 25 adet tereyağı örneğinin sterol, yağ ve kuru madde içerikleri belirlenmiş ve örneklerin %20'sinde taşış yapıldığı belirlenmiştir.

Erzurum'da tereyağı olarak satılan yağların (Türkiye de satış yapan ulusal firmalar dışında) bazı hileler ve kalite özellikleri araştırılmıştır. 2020 Yılı Şubat-Mart ayları içinde toplam 34 adet tereyağı örneğinde yağ oranları %72.5- %86, kuru madde miktarları %75.92-90.86 arasında değişmiş ve sadece 16 örnek tam yağlı tereyağı olarak kabul edilirken, çok sayıda yağın rengi, çeşitli katkılarla katkılандığı yorumunu yapmışlardır (Çakmakçı vd., 2020).

Kahyaoğlu ve Musaoğlu (2022) Kastamonu'nun köylerinde 2021 yılı Nisan-Mayıs aylarında temin ettikleri tereyağı örneklerinde kuru madde, yağ, titrasyon asitliği, asit değeri, peroksit değeri, *L*, *a*, *b* değerlerini sırasıyla %78.14-87.98; %77.50-86.40; %0.241-0.292; 0.63-1.24 mg KOH/g yağ; 0.00-1.60 meqO₂/kg yağ; 80.59-85.72; (-2.48)-(-3.50); (+18.45)-(+23.73) arasında tespit etmişlerdir.

Altun vd. (2011), Van ilinde 20 adet tereyağında yaptıkları çalışmada yağsız kuru madde %0,74-13,01, su %13,02–41,36, yağ %51,5-83,2 değerlerini belirlemişlerdir. Çalışmada doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asidi oranlarının sırasıyla % 56,22-79,33, %17,88-28,09 ve %1,97-20,43 bulmuşlardır.

Çanakkale'de satılan tereyağlarında, renk, nem (%), toplam asitlik (%), asit değeri, yağ içeriği, uçucu bileşenler ve duysal özellikleri belirlenmiştir. Duysal, fiziksel ve kimyasal değerler bakımından örnekler arasında belirgin farklar olduğu bulunmuştur. Örneklerin nem, toplam asitlik ve yağ içerikleri sırasıyla %15.03-19.06 % 0.24-0.42, % 82-89 arasında değişmiştir (Demirkol vd., 2016).

İstanbul pazarında satışa sunulan 26 adet tereyağı örneğinde peroksit sayısı, süt yağı, tuz, nem oranları ve asitlik tayini yapılmıştır. Analiz sonucunda süt yağı açısından %77'si, nem oranı açısından %92'sinin TS 1331'e uygun olduğu bulunmuştur. Tüm indisi, tuz ve peroksit değerleri normal sınırlar içinde bulunmuştur. Tüm sonuçlara

bakıldığında 16 adet (%61,5) tereyağı örneğinin TS 1331'e uygun olduğu, 10'unun (%38,5) uygun olmadığı görülmüştür. Tüm bu sonuçlar, satışa sunulan tereyağında halen taklit-tağşiş olduğunu göstermektedir. Piyasada tüketiciyi aldatan, insan sağlığını riske atan ve besin değeri düşük olan ürünlerin bulunduğu dair denetimlerin artırılması, tüketicilere gıda güvenliği ve bu hileli gıdaların sağlığa olumsuz etkilerinin anlatıldığı eğitimlerin verilmesi gerekmektedir. Ayrıca gıda kontrol çalışmalarının periyodik olarak ve daha büyük bir örnekleme yapılması gerekmektedir (Bayır vd., 2022).

Türkiye dışında ülkelerde de yöresel olarak üretilen tereyağlarının kimyasal ve fiziksel özelliklerine dair yapılan çalışmalar da mevcuttur. Bunlar;

Polonya'nın kuzeydoğu bölgesinden toplanan tereyağlarının yıllık döngüde yağ asitlerinin değişim gösterdiği; kış ve ilkbaharın başlarında elde edilen yağlarda daha yüksek doymuş yağ asitleri (palmitik C16:0 ve miristik C14:0 asitleri), yaz ve sonbahar dönemi örneklerde ise daha yüksek stearik asit C18:0 içeriği ve MUFA ve PUFA'ya ait doymamış yağ asitleri (esas olarak süt yağına özgü daha yüksek FA içeriği: vaksenik asit C18:1 11t ve CLA C18 :2 9c 11t.) ve Polonya'nın kuzey-doğu bölgesinden alınan analiz edilen tereyağı numunelerindeki ortalama sağlığı geliştirici CLA izomeri – C18:2 9c11t içeriği, kış numunelerinde 246 ve sonbaharda 580 mg CLA /100 g ürün olarak hesaplanmıştır (Rutkowska ve Adamska, 2011).

EI (1992), inek, manda sütü, yoğurt, tereyağı ve sadeyağdan alınan elli numunede 3 farklı metot kullanılarak kolesterol içeriklerini belirlemiştir. Kolorimetrik yöntem, süt ve süt ürünlerinde kolesterol tayini için en hızlı ve düşük maliyetli olması nedeniyle en çok tercih edilen yöntem olmuştur. Santrifüjleme, çalkalama ve kaynatmanın inek ve manda sütünün kolesterol içeriği üzerindeki etkisi, santrifüjlemeden sonra inek ve manda sütü kolesterolünün %98.78'inin ve %96.82'sinin kremada bulunduğunu göstermiştir. Ancak çalkalama sonucunda inek ve manda kremasının kolesterolünün %99 ve %97'si tereyağı ile ayrılırken, tereyağının kaynatılmasıyla inek ve manda yağının kolesterolünün %85'inden fazlası ve %75'inden fazlası morta ile ayrıldı. İnek, manda sütü ve bazı ürünlerinde kolesterol ester hidrolaz enziminin tayini ve tayini yapılmıştır. İnek sütü ve ürünleri mandadan daha yüksek enzim içeriğine sahipti. Her iki türde de yağsız süt, diğer süt ürünlerine göre daha yüksek düzeyde kolesterol esterase içermektedir. Kolesterol esterase inek tereyağında tespit edilirken manda tereyağında tespit edilememiştir.

Molkentin (2006), yağsız süt (%0,05 toplam yağ) ve yayıkaltı (%0,57 toplam yağ) lipidlerinin kolesterol içeriğini sırasıyla %4,20 ve %1,31, çiğ süt lipidleri ve tereyağında

ise sırasıyla %0,34 veya %0,30 olarak belirlemişler ve bu düşük yağlı süt ürünlerinin kolesterol içeriği azalan yağ içeriğiyle birlikte arttığından, tereyağında analiz edilen değerden yağla ilişkili kolesterol içeriğini tahmin etmek için denklemler üretmişlerdir.

Méndez-Cid vd. (2017), tereyağının depolanmasında tuzun ve sıcaklığın etkisini inceledikleri çalışmalarında, yağ asidi içeriğinin neredeyse hiç etkilenmediğini ve toplam lipid fraksiyonunda yalnızca C18:3 n-3, C20:5 n-3 ve C22:2 n-6 miktarlarının önemli ölçüde azaldığını belirlemişlerdir. Toplam serbest yağ asitleri miktarı, depolama sırasında önemli ölçüde artarken (136-167'den 360-575 mg/100 g yağ) hem tuz ilavesinin hem de daha yüksek depolama sıcaklığının, yağ asitlerinin lipidlerden salınmasını arttırdığını değerlendirmişlerdir. Yağ oksidasyonunu gösteren parametrelerin (peroksit değeri ve TBA) değerleri depolama sırasında önemli ölçüde artmış (sırasıyla 0,38-0,39'dan 0,90-3,75 mek. O₂/kg yağ ve 0,084-0,1'den 0,093-0,220 mg MAD/kg), hem tuz ilavesinin hem de depolama sıcaklığındaki artışın oksidatif süreçleri artırıcı etkileri oluşturduğunu ortaya koymuşlardır. Ayrıca depolama süresince b* değerlerinin önemli ölçüde arttığını, a* ve L* değerlerinin ise azaldığını gözlemlemişlerdir.

Ticari kaymaklı tereyağı, geleneksel ev yapımı tereyağı ve ev endüstrisinde hazırlanan geleneksel tereyağının kalitesinin değerlendirildiği bir çalışmada tereyağının kalitesi organoleptik parametreler, nem, yağ, serbest yağ asidi değerleri belirlenmiştir. Ayrıca bu tereyağlarından hazırlanan ürünlerin duyu özelliklerini değerlendirmek amacıyla da tereyağlı pankek hazırlanmıştır. Ticari kremalı tereyağı, tüm kalite parametrelerinde iyi sonuç vermiş ve tüm değerler yasal olarak izin verilen sınırlar içinde bulunmuştur. Geleneksel tereyağları arasında, araştırmacılar tarafından evde hazırlanan tereyağ, fiziko-kimyasal analizler açısından ticari tereyağı ile aynı düzeyde olduğu belirlenirken organoleptik olarak daha üstün bulunmuştur. Bununla birlikte, yerel pazardan temin edilen geleneksel tereyağı, test edilen tüm parametrelerde yetersiz kalmıştır (Shekhara Naik vd., 2020).

Gaz kromatografisi-kütle spektrometrisi ile tereyağında 25 adet uçucu bileşik tanımlanmış; bunların 5'i, aseton, 2-butanon, 1-pentenol, toluen ve β -pinen dahil olmak üzere besleme sistemine göre önemli ölçüde farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Toluene, meradan elde edilen tereyağı anlamlı bir şekilde ilişki göstermiş, duyu açıdan merada beslenen hayvanlardan elde edilen tereyağlarının görünüm, tat, renk ve beğeni gibi çeşitli özellikler açısından içeride beslenen hayvanlardan elde edilen tereyağlarına göre önemli ölçüde daha yüksek puanlar aldığını belirlemişlerdir (O'Callaghan vd., 2016).

Hassanzad Azar vd. (2017) İran'ın Zanzan Kentinde geleneksel tereyağlarının kimyasal kalite ve Yağ asidi profilini belirlemek amacıyla toplam 30 adet yağ kullanmışlardır. Tüm numunelerin toplam nemli %17,3 ile %22,3 arasında değişmiştir. Tereyağı örneklerinin peroksit değeri 0,4-3,2 mEq/ kg, ortalama sabunlaşma değeri ve iyot değeri sırasıyla %178,02±14,8 mg/g ve %27±1,41 olarak belirlenmiştir. Yağ asidi profili sonuçları, toplam kısa zincirli yağ asidi içeriğinin %0,38 -%1,14; orta zincirli yağ asidi seviyelerinin ise %0,44 ila %12,88 arasında değiştiğini belirlemişlerdir.



3. MATERİYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Tereyağı örnekleri Trabzon'un hayvancılığın yoğun olduğu ilçelerinden toplanmış, Beşikdüzü, Of ve Vakfıkebir ilçelerinden 1'er adet Çaykara, Hayrat, Maçka, Şalpaazarı ve Tonya ilçelerinden 2'şer adet, Yomra'dan 3 adet, Sürmene'den 4 adet ve Trabzon'da üretim yapan süt işletmelerinden 5 adet olmak üzere toplam 29 adet örnek alınmıştır (Şekil 1). Örnekler 2022 yılı Kasım Ayı'nda steril 150 mL'lik plastik numune kaplarına her örnekten 2'şer adet alınarak soğuk şartlarda laboratuvara getirilmiş ve 4°C'de depolanmıştır. Numunelerde pH, asitlik, % KM, % yağ, %tuz analizleri Kahvaltı Dünyası Laboratuvarlarında, oksidasyon testleri (PD ve TBA sayıları), renk, yağ asitleri, aroma bileşenleri, kolesterol, tokoferol, beta karoten ve duyu analizler ise Gümüşhane Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında yapılmıştır. Yağ asitleri, uçucu aroma bileşikler, kolesterol, tokoferol ve beta karoten içerikleri belirleninceye kadar derin dondurucuda (-18 °C) muhafaza edilmiştir.



Şekil 1. Tereyağı örnekleri

3.2. Yöntem

3.2.1. pH

Tereyağı pH değerleri pH metre (Hanna Instruments, pH 211, Romanya) kullanılarak ölçülmüştür (Metin, 2009).

3.2.2. Asitlik Tayini

Tereyağı örneklerinin % asitlik değeri için 250 ml'lik erlen içerisinde 5 g örnek tartılmış, alkol ve eter karışımının ilavesinden sonra 3 damla %2'lik fenolfitalein ilave edilerek 1/10 N sodyum hidroksit ile titre edilmiştir. Alkol eter karışımının asitliği giderildikten sonra kullanılmıştır. Birimi laktik asit cinsinden verilmiştir (Metin, 2009).

3.2.3. Kuru Madde

Tereyağı örneklerinde kuru madde analizi için özel kurutma kapları kullanılmıştır. Kurutma dolabında ön kurutma yapıp desikatörde soğutulan kaplara 3-4 g örnek tartılmıştır. Numune kapları standart ağırlığa gelinceye kadar kurutma dolabında bekletilmiştir (100-102°C'de 3-4 saat). % kuru madde değerleri desikatörde soğutulan kaplar tartıldıktan sonra formül yardımı ile hesaplanmıştır (Kurt vd., 2015).

3.2.4. Yağ Tayini

Bu analiz için tereyağı Gerber bütirometresi kullanılmıştır.Öncelikle 5 g tereyağı butirometre içerisinde tartılmış, sonra üst kısımdan 40°C'de 6 ml su ilave edilmiştir. Ardından sülfürik asit ilave edilmiş, 1 ml amil alkol konulup 5 dakika santrifüj işlemine bırakılmıştır. Taksimatlı kısımda toplanan yağ miktarları % olarak kaydedilmiştir (Kurt vd., 2015).

3.2.5. Tuz Tayini

10 g tereyağı örneği 20 ml sıcak saf su ile 3-4 kere çalkalanarak cam balona alınmış ve saf su ile 1000 ml'ye tamamlanmıştır. Buradan 100 ml alınarak potasyum kromat indikatörü kullanılarak 0,1 N AgNO₃ ile titre edilmiştir. Örneklerdeki tuz miktarı Eşitlik 1 yardımı ile hesaplanmıştır (Kurt vd., 2015)

$$\%Tuz(g) = \left(\frac{0,00585 * V}{m} \right) * SF * 100$$

(Eşitlik 1)

Bu eşitlikte,

V= Harcanan AgNO₃ çözeltisinin hacmi (mL)

m=Alınan numune miktarı (g)

SF= Seyreltme faktörü

3.2.6. Peroksit Değeri

Rodajlı 50 ml'lik erlenmayer içerisine 2 g yağ tartılarak üzerine 15 ml asetik asit kloroform karışımı ilave edilmiş, yağ iyice eridikten sonra 0,5 ml doymuş potasyum iyodür çözeltisi ile 1 dk süreyle iyice çalkalanmıştır. Ardından 5 dakika karanlıkta bekletilmiş, 30 ml saf su ve 1 mL nişasta çözeltisi ile karıştırıldıktan sonra 2/1000 N sodyum tiyosülfat ile titre edilmiştir (Metin, 2009). Analize ait birkaç örnek Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Peroksit analizinden örnekler

3.2.7. Tiyobarbütirik Asit Sayısı

Cam balon içerisine 0.08 g tereyağı tartılmış, n-bütanol ile 10 ml'ye tamamlanmıştır. Ardından bir tüp içerisine 5 ml örnek 5 ml TBA çözeltisi ilave edilip kapağı kapalı şekilde karıştırıldıktan sonra 90°C'de 120 dakika ısıtılmaya bırakılmıştır. Aynı şekilde kör örnek de hazırlanmış (Şekil 3)., süre sonunda soğutulup 530 nm'de okuma yapılmıştır (UV-VIS spektrofotometre Shimadzu, UV-1208). Okunan absorbans (optik dansite) değerinden yararlanılarak Eşitlik 2 yardımı ile tereyağı örneğinin TBA değeri tespit edilmiştir (Agyare vd., 2022). TBA analizine ait birkaç örnek Şekil 3'te verilmiştir.

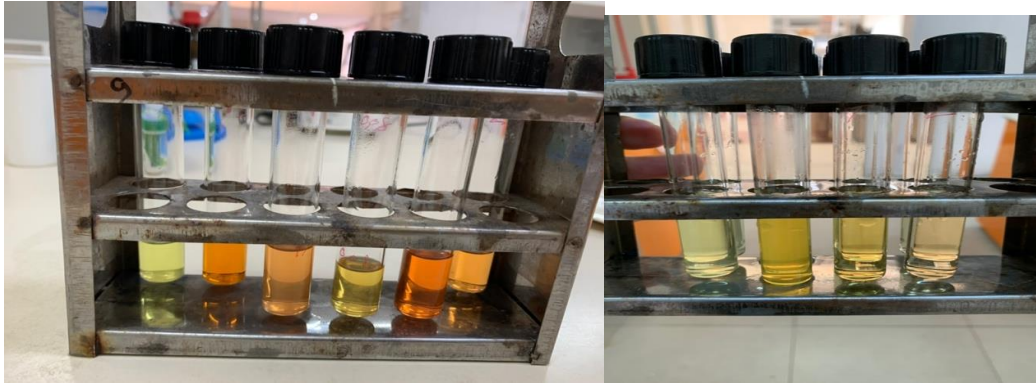
$$\text{TBA değeri (mg MAD/Kg yağ)} = 50 * \frac{A-B}{m} \quad (\text{Eşitlik 2})$$

Bu eşitlikte:

A: Örneğin absorbansı,

B: Körün absorbansı,

m: Örnek miktarı.



Şekil 3. TBA sayısı analizinden bir örnek

3.2.8. Renk Değerleri

Renk değerlendirmesi için Konica Minolta CR-400 ChromaMeter (Konica Minolta, Tokyo, Japonya) kullanılmış ve parlaklık (L^*), kırmızı-yeşil (a^*), sarı-mavi renk (b^*) gibi renk parametreleri üzerinden değerlendirme yapılmıştır.

3.2.9. Kolesterol İçeriğinin Belirlenmesi

Bu amaçla öncelikle 20 mg kolesterol standardı 10 ml'lik bir ölçülü balonda hekzan ile çözülmüş ve stok çözelti (2 mg/mL) hazırlanmıştır. Ardından stok solüsyondan 10 ila 80 mg/ml aralığında solüsyonlar elde etmek için hekzan ile seyreltme yapılmıştır. Analiz için 1 g tereyağı tartılmış, 5 ml metanolik KOH çözeltisi eklenmiş, tüpün ağzı sıkıca kapatılarak 15 saniye vortekslenmiştir. Tüpler daha sonra 80°C'lik bir su banyosuna alınmış, 15 dakika her 5 dakikada bir 10 saniye vortekslenerek bekletilmiştir. Ardından tüp musluk suyu ile soğutulup üzerine 1 ml su ve 5 ml hekzan ilave edilerek 1 dakika kuvvetlice vortekslenmiş ve 1 dakika 2000 x g'de santrifüjlenmiştir. Üst faz alınarak GC-MS'te kolesterol içeriği belirlenmiştir (Fletouris vd., 1998). Analiz için eritilmiş örnekler Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Eritilmiş tereyağı örnekleri

3.2.10. Alfa Tokoferol ve Beta Karoten İçeriklerinin Belirlenmesi

Bu amaçla spektrofotometrik yöntem kullanılmış, kalibrasyon eğrisi için 25.0 mg β -karoten 25 mL'lik bir ölçülü balona aktarılmış ve 40°C'deki etanol (%0.025 BHA içeren) içinde çözülmüştür. Bu çözeltiden, 0.005~ 0.1 mg/mL konsantrasyonlu fosfat tampon tuz çözeltisi (PBS, pH=7) içinde seyreltilerek elde edildi. Aynı işlemler alfa tokoferol ile de yapılmış, alfa tokoferol tayini için 1 gr tereyağı örneği 25 mL'lik balonda 40°C'deki etil alkol ile çözüldürülmüştür. Bu solüsyondan 1 mL alınarak 10 mL lik balona aktarılmış, PBS ile tamamlanmıştır. Ardından 1 mL alınarak bir tüpe aktarılmış ve üzerine 5 ml hegzan/etanol (3/1) ilave edilerek 450 nm'de absorbans değerleri okunmuş, standart kurve aracılığıyla hesaplama yapılmıştır. (Şekil 5). Aynı işlemler beta karoten için de yapılmış, analiz 2 gr örnek tartılarak gerçekleştirilmiştir. Absorbans değeri 260 nm'de ölçülmüş, beta karoten miktarı standartla hazırlanan kurvenin eğiminden hesaplanmıştır (Li vd., 2016). Analiz için örnek numune hazırlama aşaması Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. Alfa tokoferol ve beta karoten analiz hazırlığı

3.2.11. Yağ Asidi Kompozisyonunun Belirlenmesi

Yağ asidi bileşimi TS EN ISO 12966-4 yöntemine (2015) göre belirlenmiştir. Yağ asidi metil esterleri (YAME'ler), numuneye 5 mL n-hekzan ve 100 uL 2 N KOH (metanol içinde) ilave edilerek elde edilmiş, GC-MS/FID detektörüne (Agilent 5975, Agilent Technologies INC., ABD) ve bir kolona (30 m, 0.25 mm ID ve 0.2 um HP-5MS) enjekte edilmiştir. GC-MS/FID ayarı; Dedektör kolonu olarak 30mx0,25 mm ID ve 0,2 µm HP-5MS Fırın: 50°C, 25 °C/dk 200 °C 'de 1 dk; 3 °C/dak 230. Taşıyıcı gaz: Helyum, sabit akış 25 mL/dak. Enjeksiyon: 250 °C. Dedektör: MS, 230 °C. Bölme: 1.20. Enjeksiyon hacmi: µL. H2: 40mL/dak. Kuru hava: 450 mL/dak. Yağ asidi, toplam yağ asidi içeriğine göre % olarak verildi. Yağ asidi kompozisyonu kuru madde, yağ ve su açısından Gıda Maddeleri Tüzüğüne uygun çıkan 10 adet örnekte yapılmıştır.

3.2.12. Uçucu Aroma Bileşenlerin Belirlenmesi

Dondurulmuş (-20°C) tereyağı örnekleri cam tüplere (15 ml silikon septalı vial) 2 gr tereyağı ve üzerine 2 gr tuz (NaCl) tartılarak SPME analizine hazırlanmıştır. Tereyağı örneklerindeki uçucu aroma bileşiklerinin belirlenmesinde GC-MS kütle spektrometresi sistemi kullanılmıştır. 80 °C'deki su banyosunda SPME enjekte edilerek 45 dk bekletilmiştir. Ardında cihaza verilerek 10 dk şartlandırılmıştır. Aroma maddelerinin belirlenmesinde, tereyağı örneklerinin analiz edildiği çalışma koşullarda sisteme alkan serisi verilerek RI değerleri saptanarak tereyağı örneklerindeki her bir uçucu bileşiğin RI değerleri aynı koşullardaki literatür verileriyle (<http://webbook.nist.gov/chemistry>) karşılaştırılmıştır. Uçucu aroma bileşenleri kuru madde, yağ ve su açısından Gıda Maddeleri Tüzüğüne uygun çıkan 10 adet örnekte yapılmıştır.

3.2.13. Duyusal Analiz

Bu amaçla Bodyfelt vd. (1988) ve Anonim (1999) numaralı referanslarda belirtilen kriterler modifiye edilerek tarafımızdan geliştirilen Hedonik Tıp Skala kullanılmıştır. Yoğurtların muhafaza süresince duyusal özellikleri, Gıda Mühendisliği Bölümü elemanları tarafından oluşturulan 6 kişilik panelist grubu ile 1 (en düşük) ve 9 (en yüksek) puan üzerinden değerlendirilmiştir. Değerlendirme için; steril numune kaplarına konularak toplanan tereyağı örneklerinden duyusal analiz için bir miktar ayrılmış panelistlerin örnek numaralarına göre hareket etmemesi için rastgele sayılarla tekrar adlandırılmıştır.

Örneklerin koku yönünden birbirinden ve ortamdan etkilenmemesi için koku değerlendirmesi yapılana kadar kapalı kaplarda saklanan örnekler, koku değerlendirmesi yapıldıktan sonra renk, yapı ve tat değerlendirmesi için plastik tabaklarda panelistlere servis edilmiştir. Tekstür değerlendirmesi ve tadım için kullanabilecekleri plastik kaşıklar panelistlere dağıtılmış ve değerlendirmeleri her örnek için kayıt altına aldırılarak panelistlerden toplanmıştır. Tüm örnek alımı tamamlandığında da tüm örneklerin renk ve görünüş değerlendirmesi kontrol edilmiştir. Örnekler arasında panelistlere sade ekmek ve ılık su verilmiştir. Duyusal analiz oda sıcaklığında ve floresan lamba altında yapılmıştır.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Tereyağı örnekleri Trabzon'un hayvancılığın yoğun olduğu ilçelerinden Beşikdüzü, Of ve Vakfıkebir'den 1'er adet; Çaykara, Hayrat, Maçka, Şalpazarı ve Tonya ilçelerinden 2'şer adet; Yomra'dan 3 adet, Sürmene'den 4 adet ve Trabzon'da üretim yapan süt işletmelerinden 5 adet olmak üzere toplam 29 adet örnek alınmıştır. Örneklerin tümünde fiziksel ve kimyasal analizler yapılmış, ancak kuru madde, yağ ve su içerikleri açısından Türk Gıda Kodeksi Süt Yağı ve Sürülebilir Yağlar Tebliği'ne göre yağ içeriği %80 ve üzeri olan, su içeriği ise %16 ve aşağı olan örnekler diğer analizlere tabi tutulmuştur. Tebliğe 8 adet doğrudan üreticiden temin edilen yağlar 2 adet ise işletmelerden temin edilen yağlar uygun bulunmuştur. Toplam 10 numunede kolesterol, beta karoten, alfa tokoferol, yağ asidi ve aroma bileşenleri belirlenmiştir.

4.1. Tereyağı Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Tereyağı, Türk Gıda Kodeksin Yönetmeliği'nde (Tebliğ No. 2005/19) ağırlıkça %80-90 süt yağı, %0-2 yağsız kuru süt maddesi ve ağırlıkça en fazla %16 su içeren süt ürünü olarak tanımlanmıştır. Modern endüstriyel teknikleri kullanarak tereyağı üretmek için süt kreması pastörize edilir ve bir başlatıcı kültür kullanılarak ön fermentasyon yapılır. Tat vermek için tereyağına tuz eklenebilir. Nihai ürün, kontaminasyonu önleyecek şekilde uygun malzemeler kullanılarak paketlenir. Tereyağının en iyi koşullarda bile sınırlı olan (soğutma sırasında olduğu gibi) ve özellikle yetersiz koşullar altında kısa olan raf ömrü, yukarıda belirtilen yöntemlerin doğru uygulanmasına bağlıdır.

Tereyağı örneklerinin pH, asitlik (%laktik asit), kuru madde, yağ ve tuz değerlerine ait analiz sonuçlarının ortalama değerleri standart sapmaları ile birlikte Tablo 2'de verilmiştir. Kuru madde ve yağ değerleri açısından örneklerin %20'si standartların altında kalırken, tüm örneklerin tuz değerleri uyumlu bulunmuştur. Örneklerin pH değerleri 3,90-5,43 arasında değişmiş, Türk Gıda Kodeksi Tereyağı Tebliğinde pH değerlerine ilişkin herhangi bir kıstas yer almamaktadır.

Tablo 2. Örneklerin fizikokimyasal analiz sonuçları

Örnekler	pH	Asitlik (% LA)	Kuru madde (%)	Yağ (%)	Nem (%)	Tuz (%)
1	4.45	0.28	73.25 ±0.78	70.72 ±1.02	26.75 ±0.78	0.07
2	4.82	0.21	83.58 ±0.59	82.03 ±0.75	16.42 ±0.59	0.07
3	4.42	0.57	68.48 ±0.46	65.50 ±0.70	31.53 ±0.46	1.24
4	4.53	0.28	71.04 ±0.23	68.30 ±0.43	28.96 ±0.23	0.09
5	4.38	0.25	82.50 ±0.99	80.84 ±1.19	17.50 ±0.99	0.09
6	4.41	0.60	85.21 ±2.25	83.81 ±2.55	14.79 ±2.25	0.07
7	4.32	0.18	79.84 ±1.08	77.93 ±1.31	20.17 ±1.08	0.77
8	3.90	0.14	84.36 ±0.23	82.89 ±0.16	15.64 ±0.23	0.07
9	4.12	0.28	82.40 ±0.85	80.74 ±1.04	17.60 ±0.85	0.89
10	4.86	0.28	82.60 ±1.13	80.95 ±1.35	17.40 ±1.13	0.28
11	4.89	0.39	77.30 ±0.71	75.15 ±0.92	22.70 ±0.71	0.70
12	4.91	0.14	83.54 ±0.76	81.99 ±0.73	16.46 ±0.76	0.37
13	4.48	0.25	82.78 ±0.54	81.16 ±0.48	17.22 ±0.54	0.05
14	4.56	0.32	83.94 ±0.19	82.42 ±0.11	16.06 ±0.19	0.19
15	5.08	0.28	78.65 ±1.34	76.63 ±1.60	21.35 ±1.34	0.07
16	4.43	0.25	85.04 ±0.05	83.63 ±0.04	14.96 ±0.05	1.22
17	4.30	0.21	86.15 ±0.36	84.84 ±0.48	13.85 ±0.36	0.07
18	5.14	0.14	86.78 ±0.60	85.52 ±0.74	13.23 ±0.60	0.07
19	4.30	0.11	84.79 ±0.27	83.36 ±0.20	15.21 ±0.27	0.16
20	4.41	0.18	87.23 ±0.04	86.02 ±0.03	12.77 ±0.04	0.07
21	4.02	0.25	83.13 ±1.23	81.53 ±1.46	16.87 ±1.23	0.09
22	4.45	0.32	82.65 ±0.08	81.02 ±0.02	17.35 ±0.08	0.09
23	4.78	0.32	84.77 ±0.33	83.33 ±0.46	15.24 ±0.33	0.09
24	5.20	0.21	83.95 ±1.76	82.43 ±2.03	16.05 ±1.76	0.26
25	5.43	0.32	83.33 ±1.52	81.75 ±1.76	16.67 ±1.52	0.09
26	4.73	0.28	84.77 ±0.33	83.33 ±0.46	15.24 ±0.33	0.30
27	4.51	0.28	84.21 ±0.83	82.72 ±1.01	15.79 ±0.83	0.02
28	4.70	0.28	83.13 ±1.23	81.53 ±1.46	16.87 ±1.23	0.40
29	4.64	0.32	82.63 ±0.53	80.98 ±0.69	17.37 ±0.53	0.07
En düşük	3.9	0.11	68.48 ±0.46	65.50 ±0.70	12.77 ±0.04	0.02
En yüksek	5.43	0.6	87.23 ±0.04	86.02 ±0.03	31.53 ±0.46	1.24
ortalama	4.59	0.27	82.14 ±4.38	80.45 ±4.79	17.86 ±4.38	0.28

*1-24: Geleneksel üretim; 25-29: İşletme örnekleri

Tablo 2’de görüldüğü gibi asitlik değerleri 0.11-0.60 %LA arasında değişmiştir. Azerbaycan’da 12 ilden temin edilen toplam 120 örnekte asitlik değerlerinin 0.56-4.54 arasında değiştiği ve ilgili tüzükte 0.3-05 arasında olması gerektiği, örneklerin %83,3’ünün belirtilen değerlerin dışında kaldığı bildirilmiştir (Ghasemloy Incheh vd., 2017). Yapılan başka bir çalışmada Hakkari’de piyasasından toplanan tereyağı örneklerinde % asitlik değerlerinin 0.06-0.43 arasında olduğu belirlenmiştir. Bayır vd. (2022) asitlik değerlerini %0.07-0.47 arasında tespit etmişlerdir.

Örneklerle ait kuru madde değerleri %68.48-86.78 arasında değişmiştir (Tablo 2). Hakkari’de piyasadan toplanan 10 adet tereyağında kuru madde değerleri %68.50-90.19 arasında değişim göstermiştir (Sevmiş vd., 2020). Karagözlü ve Yılmaz (2020) kuru madde değerlerini %80.03-88.33 olarak belirlemişlerdir.

Tablo 2 incelendiğinde yağ değerleri %65.50-86.02 arasında değiştiği görülmektedir. Fındık ve Andiç (2017) piyasadan toplanan toplam 10 adet tereyağında yağ içeriklerini %76.0-83.0 arasında, Bayır vd. (2022) yağ içeriğini %72-95 olarak Karagözlü ve Yılmaz (2020) ise yağ değerlerini % 78.59-87.63 olarak belirlemişlerdir.

Örneklerin nem içerikleri 12.77- 31.52 arasında değiştiği, analiz edilen toplam 29 numuneden 10'unun tüzüğün ön gördüğü maksimum %16 su içeriğine uyduğu, geri kalan numunelerin su içeriklerinin çok yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca işletmelere ait toplam 5 adet örnekten 2 sinin nem içeriği bakımından tüzüğe uygunluk gösterdiği belirlenmiştir. Doğrudan üreticiden temin edilen toplam 24 adet örnekte ise 8 adet örneğin kabul edilir limitlerde olduğu görülmüştür. Bu durumun yayıklamanın tam yapılamamasından ve yayık altının tam olarak uzaklaştırılmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yapılan bir çalışmada laboratuvar ortamında farklı oranlarda yayık altı uzaklaştırılarak nem içeriği %12.58-55.14 arasında değişen tereyağları üretilmiş ve çeşitli kalite parametreleri incelenmiştir (Pădureț, 2021). Ancak tereyağı ile ilgili beslenme araştırmaları, bu ürünün en az nem içeriğinin %16'yı geçmemesi gerektiğini göstermiştir (Khaskheli vd., 2020).

Kahyaoğlu ve Musaoğlu (2022) Kastamonu köylerinde topladıkları tereyağlarında toplam 4 örnekte nem içeriğinin standartlara uymadığını ve %16.33-21.86 arasında değiştiğini ifade etmişlerdir.

Çakmakçı vd. (2020) Erzurum piyasasından topladıkları toplam 34 örnekten 22'sinin Tebliğde belirtilen nem içeriğinden yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Nem ve kuru madde oranı tereyağının özelliklerini etkileyen faktörlerdir. Yüksek kuru madde içeriğine sahip nispeten büyük kristaller (>5 µm) içeren tereyağı, küçük kristaller içeren tereyağına göre daha sert, kırılğan ve granüler bir yapı gösterir. Kuru madde oranı düşük olan tereyağında büyük kristaller yağ ile küçük kristaller halinde birleşmez ve ürün yağlı hale gelir. Bu arada, yüksek konsantre kremlerin faz inversiyonundan üretilen tereyağı, zayıf su dağılımı ile son derece sert bir yapı oluşturur (Pădureț, 2021).

Ceylan ve Ozcan (2020) starter kültür ve laktik asit permeatı ilave ederek 6 ve 8 derecelerde 10 ve 15 saat olgunlaştırdıkları tereyağlarında en yüksek nem içeriklerini her iki çeşitte de 8°C'de 15 saat olgunlaştırılan tereyağlarında tespit etmişler ve sonucun $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğunu bildirmişlerdir.

Geleneksel tereyağında daha fazla nem içeriği, muhtemelen işleme ekipmanındaki farklılıktan ve tereyağını hazırlamak için kullanılan koşullardan kaynaklanmaktadır. Bu nedenle geleneksel yöntemde tereyağı üretiminde kullanılan kremanın nem içeriği,

endüstriyel tereyağı yapımında kullanılan kremadan daha yüksek olduğu için fermente sütte tereyağı granülleri oluşur. Ayrıca, yüksek kuru madde, özellikle granüllerdeki proteinler nedeniyle, proteinlerin tereyağı granüllerinin etrafındaki suyla güçlü bir şekilde bağlanması, yoğurma sırasında suyun dışarı akmasını önler (Ostadzadeh vd., 2023).

Idoui vd. (2010) laboratuvar ortamında inek sütüyle ürettikleri 5 farklı tereyağı çeşidinde nem içeriklerini %17.5-26.2 arasında tespit etmişlerdir. Azerbaycan'da 12 ilden temin edilen toplam 120 örnekte nem içerikleri %20.73-35.07 arasında değişim göstermiş ve %16 olan ulusal standartların dışında kalmıştır (Ghasemloy Incheh vd., 2017). Yazarlar geleneksel tereyağındaki yüksek nem içeriğini, tereyağı hazırlama yöntemi ile ilişkili olduğunu ve endüstriyel hazırlama protokolünden farklı olarak sütün yağı tamamen uzaklaştırılmadığından su tereyağı formülasyonunda yağ ikame maddesi olarak yer alır.

Geleneksel tereyağlarının kimyasal kalite yağ asidi profilinin belirlendiği bir çalışmada, nem açısından numunelerin tümü ve bazı tereyağlarının ise PD, sabunlaşma sayısı ve iyot sayısının standart aralıkta olmadığı belirlenmiştir. Sonuç olarak, geleneksel üretim yöntemleri, çevre koşulları ve hayvan türü, laktasyon dönemi, coğrafi konum gibi sütün bileşimini etkileyen tüm parametreler olarak sıralanabilecek birçok faktör tereyağı numunelerinin kimyasal bileşimini etkileyebilmektedir. Bu nedenle tereyağı numunelerinin kimyasal kalitesi, üretim sürecinde hijyenik koşulların kontrol edilmesi ve tüketilene kadar soğuk zincirin sürdürülmesi gerektiği önerisinde bulunulmuştur Hassanzad Azar vd. (2017).

Tereyağı örneklerine ait tuz değerleri %0.07-1.22 arasında değişim göstermiş, (Tablo 2) tuz değerlerinin Türk Gıda Kodeksi (2005/19) in'de belirtilen değer ile uyumlu olduğu görülmüştür. Bayır vd. (2022) tuz değerlerini %0.03-0.36 olarak belirlemişlerdir.

Çanakkale'de satılan tereyağlarının, renk, nem (%), toplam asitlik (%), asit değeri ve yağ içeriği, uçucu bileşenler ve duyu özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada. fiziksel, kimyasal ve duyu özellikler bakımından örnekler arasında önemli farklar olduğu bulunmuştur. Örneklerin nem, toplam asitlik ve yağ içeriği sırasıyla %15.03-19.06, % 0.24-0.42, % 82-89 arasında değiştiği bildirilmiştir (Demirkol vd., 2016).

4.2. Tereyağı Örneklerinin Oksidasyon Özellikleri

Tereyağı, tatlı krema veya ekşi kremadan yapılan bir süt ürünü türüdür. Depolama sırasında kimyasal değişimler nedeniyle bozulabilen çabuk bozulan bir süt ürünü olarak

kabul edilmektedir. Ransitide, yağ asitlerinin lipoliz ve oksidasyonunun neden olduğu, aroma bozulmasına neden olan ve tereyağının besin kalitesini düşüren ana sorunlardan biridir (Saeen vd., 2022). Bu nedenle tereyağı örneklerinde oksidasyon derecesinin belirlenmesi kalite açısından önem arz etmektedir.

Tereyağı örneklerinin oksidasyon özellikleri Tablo 3'te verilmiştir. Tablo 3'te görüldüğü gibi 3 örnekte PD tespit edilmezken diğer örneklerde en düşük 0.300, en yüksek 2.109 mek O₂/Kg yağ olarak değişim göstermiştir. TBA değerleri açısından değerlendirildiğinde 0.110-0.367 arasında değiştiği belirlenmiştir. Analiz edilen örneklere ait peroksit ve TBA sayısı analizlerinde oluşan renkler Şekil 2 ve Şekil 3 de verilmiştir.

Peroksit değerleri ve TBARS ile ölçülen yağ oksidasyon seviyesi, depolama süresi, hava, ışık, depolama sıcaklığının etkisi, çalkalama sırasındaki kremanın asitliği, mayalar nedeniyle numuneler arasında en fazla farklılık göstermiştir. ve enzimler, tuz, katalitik oksitleyici ajanlar olarak metaller ve oksidasyon inhibitörleri olarak organik bileşiklerin yanı sıra, katalitik oksitleyici ajanlar olarak tuz, metaller ve oksidasyon inhibitörleri olarak organik bileşikler (Hassan vd., 2022). Azerbaycan'da yapılan bir çalışmada geleneksel olarak üretilen 120 adet tereyağı örneğinde PD'yi 0-7.33 mek O₂/Kg arasında değişim göstermiş ve örneklerin %58,3'ü standartta olması gereken 1.7 mek O₂/Kg değeri ile karşılaştırıldığında standart dışında kalmıştır (Ghasemloy Incheh vd., 2017). Sevmiş vd. (2020) Hakkari' de piyasa tereyağlarında peroksit değerlerini 1.15-6.69 mek O₂/kg yağ arasında, TBA değerlerini ise 0.12-0.36 mg MAD/kg tereyağı olarak belirlemişlerdir. Yapılan bir çalışmada geleneksel tereyağlarının peroksit değerleri 1.2-7.4 mek O₂/kg yağ arasında bulunmuştur (Fındık ve Andiç, 2017). Bayır vd. (2022) peroksit değerlerini 0.60-4.67 mek O₂/Kg yağ olarak belirlemişlerdir.

Çavdar (2022) piyasadan topladıkları tereyağı örneklerinde PD'ni 3.25 mek O₂/kg yağ ve TBA değeri 0.09 mg MDA/kg yağ olarak belirlemişlerdir.

Tereyağının yıkanması dayanıklılığı her ne kadar artırsa da sınırlı bir koruma sağlar. Tereyağının bozulmasında çoğunlukla kimyasal, enzimatik mikrobiyolojik, reaksiyonların her üçü beraber gerçekleşir ki olumsuz tat değişikliğinin, hangisinden kaynaklandığını bilmek zordur. Yağın hem enzimatik hem mikrobiyolojik hem de kimyasal etkilerle bozulması sırasında sadece gliseridlerin kısmi hidrolizi ve otooksidasyon değil aynı zamanda ortaya çıkan ürünlerin polimerizasyonu, oksidasyonu ve redüksiyonu da olmaktadır (Akgül vd., 2021).

Tablo 3. Tereyağı örneklerinin oksidasyon özellikleri

Örnekler	PD (mek O ₂ /kg)	TBA değeri (mg MAD/kg)
1	0.359 ±0.03	0.228 ±8.61
2	1.396 ±0.20	0.252 ±1.24
3	0.387 ±0.00	0.212 ±1.22
4	0.464 ±0.03	0.289±1.73
5	0.660 ±0.05	0.183 ±0.58
6	0.338 ±0.03	0.161±0.64
7	1.527 ±0.30	0.275±7.34
8	0.303 ±0.30	0.260 ±6.68
9	0.232 ±0.03	0.227 ±9.27
10	0.653 ±0.00	0.252 ±4.69
11	2.109 ±0.38	0.355 ±2.48
12	0.322 ±0.16	0.154 ±1.87
13	0.000 ±0.00	0.237±13.21
14	1.377 ±0.02	0.191 ±2.30
15	0.270 ±0.03	0.110 ±2.63
16	0.136 ±0.03	0.292 ±4.63
17	0.328 ±0.04	0.155 ±4.42
18	0.259 ±0.01	0.175 ±2.46
19	0.000 ±0.00	0.213 ±7.47
20	0.000 ±0.00	0.120 ±3.79
21	0.666 ±0.00	0.153±7.78
22	0.544 ±0.03	0.367±19.71
23	0.130 ±0.00	0.325 ±1.25
24	0.140 ±0.08	0.185±0.64
25	0.140 ±0.08	0.185±0.64
26	0.359 ±0.03	0.150±7.53
27	1.396 ±0.02	0.117±1.52
28	0.387 ±0.03	0.268±11.47
29	0.464 ±0.00	0.123±12.30
En düşük	0.130 ±0.00	0.110 ±2.63
En yüksek	2.109 ±0.38	0.367±19.71
Ortalama	0.484 ±0.50	0.214 ±0.07

4.3. Tereyağı Örneklerinin Renk Değerleri

Tereyağının doğal sarı rengi, esas olarak süt yağındaki yemden gelen karotenden (provitamin A) kaynaklanmakta ve iyi işlenmiş tereyağının karakteristik mikro yapısı ile birlikte karakteristik zengin mat yüzey görünümünü verir. Kusursuz bir tereyağı dilimlendiğinde temiz bir şekilde kesilebilir ve yağlı veya parlak görünmez (Kashaninejad vd., 2017).

Süt ürününün rengi fizikokimyasal değişikliklerin göstergesi olabilir. Bu bağlamda, özellikle depolama süresi boyunca meydana gelen renk değişimleri önemli kalite ölçütleridir ve bu nedenle enstrümantal renk analizi, depolama boyunca süt ürünlerindeki renk değişimlerinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca gıdaların renklerinin de son derece hassas bir şekilde analiz edilmesi gerekmektedir. Rengin sübjektif olarak algılanması ve gözlemciden gözlemciye çeşitliliği nedeniyle, güvenilir ve objektif bir renk tayini için çoğunlukla renk ölçüm cihazları kullanılmaktadır (Milovanovic, Bojana vd., 2020).

Tereyağı örneklerine ait renk değerleri Tablo 4'te verilmiştir. Renk değerlerinden L değeri 78.35-88.42, a değeri -6.27-3.60; b değerleri ise 18.70-42.70 arasında değişmiştir.

Yapılan bir çalışmada kuru madde, tereyağının yağ, tuz içeriği ve peroksit sayısının renk değerleri ile istatistiksel olarak ilişkili olduğu ve polenske ve yağ asitlerinin sayısının da tereyağının renk değerleri ile önemli ölçüde ilişkili olduğu belirlenmiştir. Yazarlar, yağ asitlerinin tereyağının rengini etkileyebileceğini ancak daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğunu ifade etmişlerdir (Akgül ve Şengül, 2019).

Genel olarak, süt ürünleri genellikle sağlıklı bir diyetin hayati bileşenleri olarak dahil edilen dengeli ve besleyici gıdalar olarak kabul edilir. Günümüzde tüketiciler, bir gıda ürününün sağlık, zindelik özellikleri ve gıda güvenliği konusunda daha eğitilmiş ve ilgili olma eğilimindedir. İnsanların süt ürünü satın aldıklarında bakabilecekleri ilk şey, görünümle ilgilidir. Bir ürünün rengi, gıda seçiminde dikkate değer bir rol oynar. Genel olarak, rengin tüketicilerin tercihindeki ana unsurlardan biri olduğu iyi bilinmektedir. Tipik olarak, müşteriler rengi tazelik, olgunluk, çekicilik ve tat ile ilişkilendirir (Milovanovic, B. vd., 2021).

Yapılan bir çalışmada L değerleri 91.7094.85; a değerleri -6.62-7.29 ve b değerleri ise 19.25-33.05 arasında ölçülmüştür (Pădureț, 2021).

Tablo 4. Tereyağı örneklerinin renk değerleri

Örnekler	L	A	b
1	88.42 ±0.76	-5.09 ±0.42	32.17 ±0.31
2	82.60 ±0.19	-4.87 ±0.16	37.07 ±0.41
3	87.45 ±1.88	-4.77 ±0.11	30.97 ±1.25
4	83.37 ±0.68	-5.22 ±0.17	32.76 ±0.46
5	83.47 ±0.74	-5.28 ±0.13	31.46 ±0.54
6	84.90 ±1.81	-4.82 ±0.11	29.51 ±0.60
7	79.67 ±0.14	-5.42 ±0.12	36.53 ±0.49
8	81.79 ±0.42	-5.33 ±0.05	26.36 ±0.11
9	80.95 ±1.21	-5.96 ±0.10	38.00 ±0.17
10	86.22 ±0.99	-3.71 ±0.22	42.70 ±0.53
11	85.73 ±1.51	-4.34 ±0.26	34.29 ±0.97
12	82.13 ±0.31	-6.27 ±0.12	46.43 ±0.87
13	86.12 ±0.98	-4.37 ±0.03	28.88 ±0.52
14	81.80 ±0.18	-4.20 ±0.23	18.70 ±2.29
15	84.97 ±1.65	-3.60 ±2.68	21.34 ±0.31
16	78.35 ±1.09	-5.50 ±0.24	42.11 ±1.43
17	83.94 ±0.38	-5.78 ±0.18	38.13 ±0.30
18	81.64 ±0.40	-5.67 ±0.05	33.75 ±0.44
19	82.82 ±0.83	-4.79 ±0.15	33.10 ±0.90
20	83.74 ±1.10	-5.36 ±0.16	29.68 ±1.62
21	86.17 ±1.06	-5.73 ±0.20	39.64 ±0.29
22	84.43 ±1.12	-4.50 ±0.15	32.78 ±1.61
23	81.45 ±0.81	-6.19 ±0.11	39.18 ±0.90
24	80.66 ±0.98	-4.50 ±0.16	41.83 ±0.56
25	85.35 ±1.22	-4.85 ±0.06	37.74 ±0.54
26	83.30 ±0.53	-4.93 ±0.26	34.77 ±0.71
27	84.22 ±2.49	-5.36 ±0.21	25.94 ±2.24
28	82.27 ±0.68	-3.98 ±0.17	36.14 ±0.33
29	86.54 ±1.46	-5.93 ±0.18	40.34 ±0.87
En düşük	78.35 ±1.09	-3.60 ±2.68	18.70 ±2.29
En yüksek	87.45 ±1.88	-6.27 ±0.12	46.43 ±0.87
Ortalama	83.60 ±2.34	-5.05 ±0.70	34.22 ±6.24

4.4. Tereyağı Örneklerinin Kolesterol, α -tokoferol ve β -karoten içerikleri

Doğrudan temin edilen 24 adet yağın 8 adedi, 5 adet işletmeden alınan yağların da 2 adedi yağ ve nem içerikleri açısından Gıda Maddeleri Tüzüğü'ne uygun olduğu için sadece bu örneklerde kolesterol, α -tokoferol, β -karoten, yağ asidi ve aroma bileşenleri belirlenmiştir.

Kolesterol, insan ve hayvan doku ve hücrelerinde bulunan organik bir madde olup, D vitamini sentezi başta olmak üzere, kalsiyum ve fosforun kullanımında önemli bir yere sahiptir. Sinir hücrelerinin önemli bileşenlerinden ve hücre zarlarının yapı taşı olan kolesterol safra asitlerinin ve cinsiyet hormonlarının sentezinde de kullanılan bir steroldür (Seçkin ve Metin, 2011).

β -karoten, A vitaminin ön maddesi olup bağırsaklar ve karaciğerde vitamin A'ya dönüşmektedir (Ayaşan ve Karakozak, 2010).

Son yıllarda tokoferol ve β -karoten içeriklerinin süt yağının oksidasyonunu önlemesinden dolayı büyük ilgi görmekte ve büyük oranda tüketilen yeme bağlı olduğu bu nedenle ilkbahar ve yaz aylarında miktarı vitamince zengin taze yemlerden dolayı yüksek olmaktadır. Öte yandan β -karoten içeriğinin ırklara bağlı olduğu, jersey ırklarında süt yağındaki miktarının diğer ırklara kıyasla daha yüksek oranda olduğu ifade edilmiştir (Jensen vd., 1991).

Tereyağı örneklerinin kolesterol, α -tokoferol, β -karoten içerikleri Tablo 5'te verilmiştir. Tablodan görüldüğü gibi kolesterol içerikleri 134,13-325 mg/100 g, α -tokoferol içerikleri 1,62- 3,37 mg/100 g ve β -karoten içerikleri 4.46-15.60 μ g/g arasında değişim göstermiştir. Geleneksel tereyağlarında bir örnek hariç işletme tereyağlarından daha düşük kolesterol ve α -tokoferol belirlenirken işletme tereyağlarında ise β -karoten daha yüksek bulunmuştur. Bu durum işletme yağlarında β -karoten kullanıldığını düşündürmektedir.

Tablo 5. Tereyağı örneklerinin kolesterol, α -tokoferol, β -karoten içerikleri

Örnekler	kolesterol (mg/100 g)	α -tokoferol (mg/100 g)	β -karoten (μ g/g)
6	134.13 $\pm$ 11.35	1.88 $\pm$ 0.28	5.98 $\pm$ 0.15
8	252.80 $\pm$ 12.37	2.86 $\pm$ 0.18	4.46 $\pm$ 0.46
16	248.08 $\pm$ 0.33	1.95 $\pm$ 0.37	7.12 $\pm$ 1.92
17	144.37 $\pm$ 18.49	2.47 $\pm$ 0.37	8.70 $\pm$ 2.46
18	272.40 $\pm$ 10.84	3.37 $\pm$ 0.37	7.77 $\pm$ 1.31
19	244.57 $\pm$ 1.90	1.88 $\pm$ 0.09	6.25 $\pm$ 0.38
20	268.18 $\pm$ 7.32	2.99 $\pm$ 0.55	13.75 $\pm$ 0.85
23	325.81 $\pm$ 1.08	2.27 $\pm$ 0.64	15.60 $\pm$ 0.69
26	288.90 $\pm$ 6.97	2.73 $\pm$ 0.00	8.37 $\pm$ 0.61
27	275.77 $\pm$ 7.08	1.62 $\pm$ 0.46	4.95 $\pm$ 0.23
En düşük	134.13 $\pm$ 11.35	1.62 $\pm$ 0.46	4.46 $\pm$ 0.46
En yüksek	325.81 $\pm$ 1.08	3.37 $\pm$ 0.37	15.60 $\pm$ 0.69
Ortalama	245.50 $\pm$ 7.77	2.40 $\pm$ 0.33	8.29 $\pm$ 0.91

Hakkari'de piyasadan toplanan tereyağlarında kolesterol içerikleri 240.64-420.64 mg/ 100 g yağ olarak belirlenmiştir (Sevmiş vd., 2020).

Tereyağı ve diğer yüksek yağlı süt ürünlerinin tüketimi, süt yağının olumsuz beslenme imajı nedeniyle son yıllarda azalmaktadır. Bu olumsuz imaj, çoğunlukla kolesterol ve doymuş yağ asitlerinin plazma kolesterol düzeylerini yükselttiği ve koroner kalp hastalığı geliştirme riskini artırdığı inancıyla ilişkilidir (Silva vd., 2019).

Azor takımadalarında üretilen inek sütü tereyağının bileşiminin değerlendirildiği bir çalışmada, kolesterol içerikleri (136–143 mg/100 g), β -karoten (0,12–0,17 mg /100 g) ve α -tokoferol (1,40–2,20 mg /100) olarak belirlenmiştir (Silva vd., 2019). Çalışmada, duyuusal açıdan tüm markalar görünüm, tutarlılık ve lezzet açısından yüksek puanlar almış ve araştırmacılar, ota beslemeye dayalı inek sütünden üretilen Azor yağlarının potansiyel olarak daha sağlıklı bir yağ içeriğine ve "doğal görüntüsü" ile ilişkili olarak ürün farklılaştırması için teşvik edilebilecek arzu edilen bir tada sahip olduğunu ifade etmişlerdir.

Yapılan bir çalışma, probiyotik bakterilerin hem krema hem de tereyağında kolesterol seviyesi ve yağ içeriğini düşürücü etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur (Aloğlu ve Öner, 2006).

α -tokoferol ve β -karotenin salgılanmasının günlük olarak sınırlı olduğu görülmüş ve bu salgılama miktarının laktasyon döneminin başında az iken 29 haftada en yüksek orana ulaştığı, süt veriminin orantısız artışı α -tokoferol ve β -karotenin içeriklerinin sınırlı salgılanmasından dolayı fazla seyrelebileceğini değerlendirmişlerdir (Jensen vd., 1991).

Taze ve yeşil bitkilerin tokoferol ve karoten içeriklerinin kurutulmuş ve depolanmış yemlere göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Kalac, 2012).

4.5. Yağ Asidi Kompozisyonu

Süt yağı, tüm yaygın yağların en karmaşıklarından biridir ve yaklaşık 98 g/100 g trigliseritten oluşur. Esas olarak doymuş (66 g/100 g), aynı zamanda tekli doymamış (38 g/100 g) ve çoklu doymamış (4 g/100 g) çok sayıda yağ asidi (YA) içerir (Seçkin vd., 2005).

Süt yağının fiziksel özellikleri triaçilgliserol (TAG)'ların yapısından, yani YA'lerinin TAG'ler içindeki dağılımından etkilenir. Süt yağı TAG'ları 26-54 karbon atomundan oluşur. 36–40 ve 48–52 karbon atomu içeren TAG'lar en çok süt yağında bulunur. YA'ların TAG moleküllerindeki dağılımı, süt yağındaki düşük, orta ve yüksek erime noktalı TAG fraksiyonlarının erime sıcaklığını belirler. Süt yağı TAG'larının erime davranışı, tereyağının reolojik özelliklerini önemli ölçüde etkiler (Staniewski vd., 2021).

Tereyağı örneklerinin yağ asidi kompozisyonu Tablo 6’da % olarak verilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi en fazla bulunan yağ asitleri bütirik asit (%2.03-3.13), kaproik (%1.69- 2.32) kaprilik asit (1.10- 1.61), kaprik asit (0.00-3.42), laurik asit (%0.00-4.68), miristik asit (%10.78- 14.08), palmitik asit (%26.11-44.25), stearik asit (%6.86-17.35, oleik asit (%19.55-29.80) ve linoleik asit (1.63-3.04) arasında değişim göstermiştir. 20 numaralı örnek kaprilik, laurik, miristik ve palmitik ve linoleik asit açısından en yüksek değere sahipken, 19 numaralı örneğin ise en yüksek bütirik, kaprik, stearik ve linolenik asit içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir.

Ozcan vd. (2016) yaptıkları çalışmada Trabzon tereyağında palmitik asidin baskın olduğunu, oleik asitin ise majör tekli doymamış yağ asidi olduğunu bildirmişlerdir. Yazarlar, tereyağının yağ asidi bileşimi, her bölgenin farklı çayır ve mera florasından oluşması nedeniyle, esas olarak hayvan türü ve sütün bileşimi, yetiştirme koşulları, geleneksel üretim yöntemleri ve coğrafi konumdan etkilendiğini ifade etmişlerdir.

Azor takımadalarında üretilen inek sütü tereyağının bileşiminin değerlendirildiği bir çalışmada, yağ asidi profili aralığının düşük bir n-6/n-3 oranı (1,81–3,38), düşük aterosjenik (2,86–3,11) ve trombojenisite (3,27–3,60) indeksleri gösterdiği belirlenmiştir.

Tereyağının depolanmasında tuzun ve sıcaklığın etkisini incelendiği bir çalışmada yağ asidi içeriğinin neredeyse hiç etkilendiği ve toplam lipid fraksiyonunda yalnızca C18:3 n–3, C20:5 n–3 ve C22:2 n–6 miktarları önemli ölçüde azaldığı belirlenmiştir (Méndez-Cid vd., 2017).

Middaugh vd. (1988) yemlemeye bağlı olarak bütirik asit içeriklerini 2.5-3.5 g/100 g, oleik asit içeriklerinin 20.8-36.8 g/100 g, linoleik asit içeriklerinin ise 1.8-3.5 g/100 g arasında değiştiğini bildirilmişlerdir.

Tablo 6. Tereyağı örneklerinin yağ asidi kompozisyonu

Örnekler										
Yağ Asitleri	6	8	16	17	18	19	20	23	26	27
Kısa ve orta Zincirli Doymuş Yağ Asitleri										
Butirik Asit	2.56	2.03	2.28	2.35	2.31	3.13	3.01	2.63	2.33	2.47
Kaproik Asit	2.03	1.76	1.76	1.83	1.69	2.32	2.45	1.76	1.69	1.74
Kaprilik Asit	1.22	1.34	1.16	1.20	1.08	1.47	1.61	1.11	1.10	1.10
Kaprik Asit	2.81	3.42	2.55	2.85	2.46	3.23	3.45	2.45	2.57	2.48
Laurik Asit	3.25	4.46	2.95	3.27	2.92	0.00	4.68	2.92	3.13	2.99
Tridekanoik	0.08	0.11	0.08	0.07	0.08	0.09	0.13	0.08	0.10	0.09
Toplam	11.95	13.12	10.78	11.57	10.54	13.69	11.88	10.95	10.92	10.87
Uzun Zincirli Doymuş Yağ Asitleri										
Miristik Asit	11.60	14.08	11.36	11.96	10.78	13.98	15.28	10.48	11.19	11.04

Tablo 6 (Devamı)

Pentadekanoik Asit	1.15	1.67	1.14	1.33	1.25	1.69	1.45	1.21	1.16	1.18
Palmitik Asit	35.25	31.55	26.11	32.34	29.76	43.18	44.25	28.63	32.07	30.27
Margaric asit	0.67	0.80	0.74	0.74	0.65	1.01	0.71	0.86	0.59	0.59
Stearik Asit	11.61	6.86	12.62	11.88	11.79	17.35	14.41	12.90	9.78	10.41
Toplam	60.28	54.96	51.97	58.25	54.23	77.21	76.1	54.08	54.79	53.49
Tekli Doymamış Yağ Asitleri										
Palmitoleik Asit	1.85	1.83	1.53	1.50	1.74	1.98	1.90	0.06	1.89	1.88
Oleik Asit	19.97	19.55	26.50	21.22	24.27	29.80	26.45	25.88	24.79	26.05
Toplam	21.82	21.38	28.03	22.72	26.01	31.78	28.35	25.94	26.68	27.93
Çoklu Doymamış Yağ Asitleri										
Linoleik	2.01	1.63	1.89	1.89	2.06	2.62	3.04	2.21	2.56	2.40
Linolenik Asit	0.43	1.06	0.71	0.70	0.65	0.78	0.34	0.72	0.24	0.31
Linolelaidik asit	0.51	0.43	1.06	0.07	1.02	0.84	0.89	0.64	0.80	1.08
Eicosanoik asit	0.25	0.18	0.25	0.26	0.22	0.29	0.25	0.27	0.18	0.18
Toplam	3.2	3.3	3.91	2.92	3.95	4.53	4.52	3.84	3.78	3.97
Genel toplam	182.55	172.4	178.6	179.35	178.92	240.73	229.82	178.67	181.42	181.65

Çavdar (2022) piyasa tereyağlarının ortalama %68.30 doymuş, %27.90 tekli doymamış ve %2.98 çoklu doymamış yağ asidi içerdiklerini belirlemiştir.

Yağ içerikleri %43.95-84.60 arasında değişen tereyağı örneklerinde incelenen 37 yağ asidinden, sadece 18'inin miktarı belirlenmiş ve yaklaşık %69,120'si doymuş, %25,482'si tekli doymamış ve %5,301'i çoklu doymamış olarak belirlenmiştir (Pădureț, 2021).

4.6. Uçucu Aroma Bileşenleri

Tereyağı örneklerine ait aroma bileşenleri Tablo 7'de verilmiştir. Tablodan görüldüğü gibi 10 adet asit, 8 adet keton, 3 adet aldehit, 2 adet alkol ve 11 adet etil ve metil esterler olmak üzere toplam 44 adet aroma bileşeni belirlenmiştir. Butanoik asit, hegzanoik asit, oktanoik asit, nonanoik asit, n-dekanoik asit, n-heptil hegzonat, butanoik asit nonil ester, dodekanoik asit, γ -dodelakton, tetradekanoik asit, limonen, hemen hemen bütün örneklerde çıkan hakim aroma bileşenlerdir. Bütanoik asit içerikleri geleneksel tereyağlarında daha fazla iken (%0.91-12.09), işletme tereyağlarında (%6.96-8.55) olarak belirlenmiştir. Hegzanoik asit işletme tereyağlarında daha fazla (%26.24-46.59) arasında geleneksel tereyağlarında ise (%5.38-27.33) olarak belirlenmiştir. Şengül vd.

(2023) starter kültür ilave edilmeden ürettikleri tereyağlarında bütanoik asit ve hegzanoik asit miktarlarını starter kültür ile üretilenlerden daha düşük bulduklarını ifade etmişlerdir. Çalışma sonucu bu iki değer açısından çalışmamız sonuçları ile farklılık göstermektedir. Bu durumun geleneksel olarak üretilen tereyağlarının daha taze olduğu, işletmelerde üretilen tereyağlarının üretiminde kullanılan kremanın asitlendirilmiş olarak hazır alındığı dolayısıyla beklemiş olduğu düşünülmektedir. Bu örneklerin PD değerlerinin de diğer örneklerden daha yüksek olduğu ($0,359 \pm 0,03$ - $1,396 \pm 0,02$) görülmektedir (Tablo 3). Öte yandan işletmede üretilen tereyağlarına uygulanan mekanik yayıklama işleminin de etkili olduğu düşünülmektedir. Nitekim Cadwallader ve Singh (2009) kremanın çırpılması oksidasyon ürünlerinin konsantrasyonlarını artırabilmekte ve fazla olmaması kaydıyla lezzeti iyileştirdiğini bildirmişlerdir. Bu durumu Tablo 8’de işletme tereyağlarının genel kabul edilebilirlik puanlarının geleneksel olanlardan daha yüksek olduğu desteklemektedir. Çalışmada ilgi çekici sonuçlardan birisi 2 adet geleneksel tereyağı örneğinde dietil fitalat belirlenmesi plastik kaplarda yayıklanmış olabileceğini düşündürmüştür. Fitalatlar esnekliği artırmak için plastik polimerlere eklenerek yüzey yapışmasını ve esnekliği artırmak için kullanılan malzeme olup süt ve süt ürünlerinde son yıllarda belirlenen bir maddedir. Ayrıca sudan ziyade yağda çözünen özelliği nedeniyle tereyağı gibi yüksek yağlı ürünlerde daha fazla bulunmaktadır (Fierens vd., 2013). N-bütirik asit 2-etilhegzil ester, dekanolik asit, pentadekan, dodekanoik asit, 1-metilester, tetradekanoik asit, cis-11-Hekzadekanal, hegzanoik asit, etil ester, tetradekanoik asit, etil ester, 2-Hekzadesen, 2,6,10,14-tetrametil-, n-hekzadesenoik asit, E-11-hekzadesenoik asit, etil ester, 9-octadesenoik asit, etil ester gibi bileşenler sadece geleneksel üretilen tereyağlarının bazılarında bulunurken işletme tereyağlarında tespit edilmemiştir. Oktanoik ve n-dekanoik asit miktarları geleneksel tereyağlarında daha fazla olup %13.36-43.37; %17.53-27.44 arasında değişirken işletme yağlarında ise %20.07-25.28 ve %8.19-12.11 arasında değişim göstermiştir

Tablo 7. Tereyağı örneklerine ait aroma bileşenleri

	AZ	Kİ	LKİ	6	8	16	17	18	19	20	23	26	27
3-Büten-2-ol, 3-metil-	4.497	665	673	-	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-
Bütanoik asit	8.910	821	821	12.09	2.05	0.91	4.79	16.02	9.57	-	7.99	6.96	8.55
2-Heptanon	11.385	891	891	-	1.94	-	0.10	-	-	-	-	7.59	2.59
Benzaldehit	13.523	963	963	-	0.15	-	-	-	-	-	-	-	-
Hekzanoik asit	14.906	1013	1013	14.16	1.82	25.98	27.33	23.22	16.44	5.38	21.67	26.24	46.59
Limonen	15.365	1032	1032	0.45	2.50	1.27	-	-	2.08	-	0.42	1.57	2.66
İnden	15.768	1049	1049	-	-	-	-	-	-	-	0.43	-	-
Heptanoik asit	16.557	1082	1083	-	0.50	-	0.26	2.67	-	-	-	0.71	0.39
2-Nonanon	16.813	1093	1093	-	2.18	-	0.47	-	-	-	0.25	8.65	2.49
Nonanal	17.082	1104	1104	-	0.05	-	-	-	-	-	-	0.98	0.42
2-fenilethanol	17.355	1117	1117	-	1.16	0.72	-	-	-	-	-	0.77	1.02
Octanoik asit	18.803	1186	1186	28.10	44.37	25.58	35.82	20.28	43.37	13.36	31.25	25.28	20.07
Octanoik asit, etil ester	18.963	1194	1194	-	-	-	-	-	1.18	2.33	-	-	-
Dodekan	19.024	1197	1200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.65
Dekanal	19.172	1204	1204	-	0.24	-	-	-	-	-	-	-	0.31
Asetik asit, 2-feniletıl ester	20.208	1259	1258	-	1.02	-	-	-	-	-	-	-	-
Nonanoik asit	20.429	1271	1271	0.14	1.49	0.85	0.36	-	6.40	12.57	0.15	-	0.64
2-Undekanon	20.676	1284	1284	8.14	0.43	0.78	-	-	-	-	0.60	-	0.46
İzopentıl 3-hidroksi-2-metilenbütanat	20.771	1289	1284.2	0.77	2.67	0.56	0.83	4.20	-	-	-	-	0.61
n-Bütirik asit 2-etılheksıl ester	21.101	1306	1314	0.74	0.54	-	-	-	-	0.92	-	-	-
Bütanoik asit, 2-metil-, heptıl ester	21.218	1319	1317	0.61	0.24	0.80	0.22	4.35	-	-	0.94	0.62	0.93
n-Dekanoik asit	22.427	1382	1382	27.44	19.48	26.47	22.29	17.63	17.53	19.59	25.36	12.11	8.19
Dekanoik asit	22.558	1389	1389	-	7.59	-	1.04	-	-	-	0.40	-	-
3-(4-İzopropılphenıl)-2-metilpropionaldehit	23.663	1457	1436.5	0.33	0.31	-	-	-	-	-	-	-	-
n-Heptıl heksanat	23.997	1477	1482	0.38	0.39	0.95	0.18	2.28	-	0.97	2.34	0.37	-
2-Tridekanone	24.218	1491	1491	-	1.37	-	-	-	-	-	-	0.81	-
Pentadekane	24.231	1492	1500	-	-	-	-	-	-	-	0.49	-	-
Bütanoik asit, nonıl ester	24.378	1501	1489	0.81	1.88	5.10	0.41	4.78	3.44	1.69	2.82	4.53	0.33

Tablo 7. (Devamı)

α -Farnesene	24.444	1505	1505	0.08	-	-	1.55	-	-	-	-	-	1.72
Dodekanoik asit	25.289	1561	1561	2.97	2.59	2.72	2.64	-	-	7.26	1.82	1.48	0.52
Dodekanoik asit, etil ester	25.691	1588	1588	0.49	0.46	-	-	-	-	2.23	0.21	-	0.42
Dietil fitalat	25.770	1593	1592	-	0.18	-	-	-	-	2.46	-	-	-
Dodekanoik asit, 1-metiletil ester	26.165	1620	1618	0.06	-	-	-	-	-	1.72	0.28	-	-
E-7-Tetradekanol	26.975	1675	1663	-	0.15	-	-	-	-	-	-	-	-
2-Pentadekanone	27.274	1696	1696	-	0.52	-	-	-	-	-	-	-	-
γ -Dodekalactone	27.617	1716	1699	0.36	0.93	2.43	0.69	-	-	2.53	0.91	1.33	0.43
Tetradekanoik asit	28.306	1766	1766	0.73	0.27	0.58	0.55	-	-	4.95	0.36	-	-
cis-11-Hekzadekanal	28.692	1778	1788	0.21	-	-	-	-	-	1.75	-	-	-
Hekzanoik asit, etilester	28.800	1784	1765	0.16	-	3.52	0.23	-	-	1.07	0.74	-	-
Tetradekanoik asit, etil ester	28.893	1790	1790	0.12	-	-	-	-	-	1.11	-	-	-
2-Hekzadekan, 2,6,10,14-tetrametil-	29.980	1841	1849	-	0.56	0.77	0.22	-	-	-	0.59	-	-
n-Hekzadekanoik asit	32.695	1964	1964	0.13	-	-	-	4.57	-	2.70	-	-	-
E-11-Hekzadekanoik asit, etil ester	32.981	1977	1974	0.11	-	-	-	-	-	1.70	-	-	-
9-Oktadekanoik asit, etil ester	36.300	2172	2171	0.43	-	-	-	-	-	13.71	-	-	-

4.7. Duyusal Özellikleri

Süt yağı ürünlerinin duyusal ve reolojik özellikleri birçok faktörün etkileşimi ile belirlenir. İneğin cinsi, beslenmesi, mevsim ve iklim koşullarının tümü yağ asidi bileşimini etkiler. Tereyağı üretimi için farklı yöntemler ve işlemlerin teknolojik parametreleri, yağ kristallerinin sayısını ve boyutunu etkiler. Süt yağı çok çeşitli triasilgliseroller içerir ve her birinin kendi yağ asitlerinin erime noktası tarafından belirlenen kendi erime noktası vardır (Chudy vd., 2022).

Duyusal analizler yağ örneklerinde renk ve görünüş, tat ve koku özellikleri Tereyağı Standardı-TS 1331 (Anonymous, 2015) ve Türk Gıda Kodeksi - Tereyağı, Diğer Süt Yağı Esaslı Sürülebilir Ürünler ve Sadeyağ Tebliği -Tebliğ No: 2005/19 (Anonymous, 2005)'da belirtilen “Ürünler, kendine has tat, koku, görünüm ve yapıda olmalı, yabancı tat ve koku ihtiva etmemelidir” şeklindeki açıklamalara göre, tereyağı sektöründe çalışmış, deneyimli 8 kişilik panelist grubu tarafından değerlendirilmiştir.

Örneklere ait duyusal analiz sonuçları Tablo 8’de verilmiştir. Örnekler, tereyağı tadı, aromatik tat, acı tat, tereyağı kokusu, aromatik koku, rahatsız edici koku, renk, tekstür, homojenlik ve genel kabul edilebilirlik açısından değerlendirilmiştir. Tereyağı tadı açısından puanlar 4.0 ± 0.71 - 9.8 ± 0.45 arasında değişim göstermiştir. Aromatik tat 5.6 ± 0.55 - 9.8 ± 0.45 ; acı tat 4.6 ± 0.55 - 10 ± 0.00 ; tereyağı kokusu 4.2 ± 0.84 - 9.4 ± 0.89 , aromatik koku 5.4 ± 0.55 - 9.8 ± 0.45 , rahatsız edici koku 5.4 ± 0.55 - 9.6 ± 0.55 , renk 6.4 ± 0.55 - 9.2 ± 0.84 , tekstür 3.8 ± 0.84 - 9.2 ± 0.45 , homojenlik 3.8 ± 0.45 - 9.4 ± 0.55 , genel kabul edilebilirlik 3.4 ± 0.55 - 9.4 ± 0.55 olarak belirlenmiştir.

Tablo 8. Tereyağı örneklerinin duyuusal analiz sonuçları

Örnekler	Tat			Koku			Yapı			Genel kabuledilebilirlik
	Tereyağı tadı	Aromatik tat	Acı tad	Tereyağı kokusu	Aromatik koku	Rahatsız Edici koku	Renk	Tekstür	Homojenlik	
1	4 ±0.71	5.6 ±0.55	6.4 ±0.55	4.2 ±0.84	5.4 ±0.55	6.6 ±0.55	7.6 ±0.55	4.2 ±0.45	4.4 ±0.55	3.4 ±0.55
2	5 ±0.71	6 ±0.71	6.8 ±0.84	4.8 ±0.45	6 ±0.71	7 ±0.71	7.8 ±0.45	6.4 ±0.55	5.6 ±0.55	5.6 ±0.89
3	5.4 ±0.89	6.4 ±0.55	5.4 ±0.55	5.2 ±1.10	6.4 ±0.55	5.4 ±0.55	7.2 ±0.45	3.8 ±0.84	3.8 ±0.45	3.6 ±0.55
4	5 ±0.71	6.8 ±0.84	5.6 ±0.55	5.4 ±0.55	7 ±0.71	5.4 ±0.55	7.6 ±0.55	4 ±0.71	4 ±0.71	4.6 ±0.89
5	6.4 ±0.55	7.6 ±0.55	5.6 ±0.55	6.6 ±0.55	7.4 ±0.55	5.6 ±0.55	6.8 ±0.45	4.8 ±0.45	3.8 ±0.84	3.8 ±0.45
6	7 ±0.71	6.6 ±0.89	5.6 ±0.55	7 ±0.71	7 ±0.71	5.6 ±0.55	7.4 ±0.89	7.6 ±0.55	8.4 ±0.55	7.6 ±0.55
7	8.8 ±0.84	8.4 ±0.89	6.6 ±1.14	8.6 ±0.55	8 ±0.71	7.2 ±0.84	6.4 ±0.55	6.6 ±0.55	7 ±0.71	7.2 ±0.84
8	8.8 ±0.45	9.4 ±0.89	6.4 ±1.14	8.8 ±0.45	9 ±0.71	6.8 ±0.84	7 ±0.71	8.6 ±0.55	8.2 ±0.84	7.6 ±0.89
9	9.2 ±0.84	9.6 ±0.55	6 ±1.00	9 ±1.00	9.2 ±0.45	6 ±1.00	6.4 ±0.55	7.2 ±0.45	8 ±0.71	8.4 ±0.55
10	8.8 ±0.84	9 ±0.71	7.4 ±0.55	8.8 ±0.84	9.2 ±0.84	7.4 ±0.89	7.2 ±0.45	7 ±0.00	6.8 ±0.45	7.4 ±0.55
11	5.8 ±0.84	6.4 ±0.55	7.8 ±0.84	6 ±0.71	6.6 ±0.55	7.6 ±0.55	7.2 ±0.84	6.2 ±0.84	6.6 ±0.55	6.8 ±0.45
12	9.8 ±0.45	9.2 ±0.84	9.4 ±0.55	9.6 ±0.55	8.8 ±0.84	9.4 ±0.89	6.4 ±0.55	7.8 ±0.45	7.2 ±0.45	8 ±0.71
13	6.4 ±0.55	6.6 ±0.55	6.6 ±0.55	6.2 ±0.45	7 ±0.71	6.4 ±0.55	7.4 ±0.55	6.6 ±0.55	8 ±0.71	8.2 ±0.45
14	7 ±0.00	7.6 ±0.55	6.8 ±0.45	7.4 ±0.55	7.4 ±0.55	6.8 ±0.84	7.4 ±0.55	9 ±0.71	8.2 ±0.84	7.6 ±0.55
15	9.4 ±0.55	9.2 ±0.84	9.4 ±0.55	9.2 ±0.84	8.6 ±0.55	9.2 ±0.84	7.2 ±0.45	7.2 ±0.45	7.6 ±0.55	8.4 ±0.55
16	6.8 ±0.84	8 ±0.71	6.4 ±0.55	7.2 ±0.84	8.2 ±0.84	6.6 ±0.55	7.6 ±0.89	8.8 ±0.84	8.2 ±0.45	8 ±0.71
17	7.2 ±0.84	7.8 ±0.84	5.6 ±0.89	7.2 ±0.45	8 ±0.71	6.2 ±0.84	7.6 ±0.55	8.6 ±0.55	8.4 ±0.89	9 ±0.71
18	9.8 ±0.45	9 ±0.71	9.4 ±0.55	9.4 ±0.55	8.6 ±0.55	9.4 ±0.55	7.8 ±0.45	8.4 ±0.55	7.8 ±0.45	8 ±0.71
19	7 ±0.71	7 ±0.71	6 ±0.71	6.8 ±0.84	7.4 ±0.55	5.8 ±0.84	9 ±0.71	8.4 ±0.55	7.6 ±0.55	7.4 ±0.55
20	7 ±1.00	7.6 ±0.55	6.2 ±0.45	7.2 ±0.84	7.4 ±0.55	6.4 ±0.55	9 ±0.71	8.2 ±1.10	7.2 ±0.45	8.6 ±0.55
21	6.4 ±0.55	6.6 ±0.89	4.6 ±0.55	6.8 ±0.84	7 ±0.71	4.8 ±0.84	8 ±0.71	7.2 ±0.84	6.6 ±0.89	7.6 ±0.89
22	8.4 ±0.55	8.4 ±0.55	7.2 ±0.84	8.2 ±0.84	8 ±0.71	7 ±0.71	8.8 ±0.45	7 ±0.71	7.6 ±0.55	8.6 ±0.89
23	8.2 ±0.84	9.6 ±0.89	9.2 ±0.45	7.8 ±0.84	9.4 ±0.55	9 ±0.71	8.8 ±0.84	8.4 ±0.55	7.6 ±0.55	8.4 ±0.55
24	9.4 ±0.89	9.8 ±0.45	9.8 ±0.45	9 ±0.71	9.8 ±0.45	9.6 ±0.55	8.8 ±0.45	8.4 ±0.55	8.2 ±0.45	8.8 ±0.84
25	8.8 ±0.84	9.2 ±0.45	10 ±0.00	9.2 ±0.84	9.6 ±0.55	9.4 ±0.55	9 ±0.71	9 ±0.71	9.4 ±0.55	9.4 ±0.55

Tablo 8. (Devamı)

26	9.4 ± 0.55	9 ± 0.71	9 ± 0.71	9.4 ± 0.89	9.4 ± 0.55	8.6 ± 0.55	9.2 ± 0.84	9.2 ± 0.45	9.4 ± 0.55	9.4 ± 0.55
27	7.8 ± 0.84	8.6 ± 0.55	8.2 ± 0.84	8.2 ± 0.84	9 ± 0.71	8 ± 0.71	8.4 ± 0.89	8.8 ± 0.45	8.8 ± 0.45	8.6 ± 0.55
28	8.6 ± 0.55	8.4 ± 0.55	8.2 ± 0.45	8 ± 0.71	8.8 ± 0.84	8.4 ± 0.55	7.8 ± 0.45	8.4 ± 0.55	8.8 ± 0.84	8.8 ± 0.45
29	8.4 ± 1.14	8.6 ± 0.55	7.2 ± 0.45	8.4 ± 0.89	9 ± 0.71	7.8 ± 0.84	8.4 ± 0.55	8.4 ± 0.55	8.6 ± 0.55	8.4 ± 0.55

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada Trabzon'da geleneksel olarak evlerde üretilip satışı sunulan 24 adet tereyağı ile yine Trabzon'da faaliyet gösteren süt işletmesinde alınan 5 adet tereyağında pH, asitlik, kuru madde, yağ, tuz, peroksit, TBA ve renk değerleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlarda Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nde limitleri belirli ve tereyağının mutlaka taşınması gereken özelliklerden olan yağ, nem ve yağsız kuru maddeleri uyumlu olan toplam 10 adet örnekte ise kolesterol, alfa-tokoferol, beta karoten, yağ asidi ve uçucu aroma bileşenleri belirlenmiştir.

Alınan 29 numunenin 19 adedinin tebliğe uygun çıkmaması ve bunun için de işletme yağlarının da bulunması, ticari Trabzon tereyağı üreticilerinin de geleneksel Trabzon tereyağı üreticilerinin de konuyla ilgili eğitime ihtiyaçları olduğu kanaatine varılmıştır. Gerek geleneksel gerekse işletme tereyağları ticari olarak satışa sunulacaksa gerekli kontrollerin daha sıkı yapılmasının Trabzon tereyağının marka değerini daha iyi koruyacağı düşünülmektedir.

İlçeler arası farklılıklar olduğu gibi ilçe içinde de farklılıklar gözlemlendi. Bu farklılığın en büyük etmeni hayvanların beslenme alışkanlıkları olarak düşünülmektedir.

α -tokoferol ve kolesterol değerlerinin geleneksel tereyağlarında genel olarak daha düşük iken β -karoten ise işletme yağlarında daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu verilerle hareketle Trabzon Tereyağı üzerine daha ayrıntılı bir çalışma yapıp ürünün içeriğini standart hale getirilip kaliteli bir tereyağı ortaya konulabileceği, bu sayede kalitesiz ürünler yüzünden zarar gören Trabzon tereyağı da koruma altına alınmış olacağı düşünülmektedir.

PD ve TBA değerleri diğer çalışmalarla kıyaslandığında daha düşük olduğu değerlendirilmiştir. Sonuçların bu şekilde çıkması ürünlerin üreticilerin kendilerinden taze olarak temin edildiği ve uygun şartlarda saklandığının bir göstergesi olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca Trabzon tereyağının antioksidan içeriğinin de bir çalışma konusu olabileceği fikrini oluşturmuştur.

Tuz değerlerinin de Tebliğe uygun ve düşük çıkması ürünlerin hızlı tüketim için üretilmiş taze ürünler olduğunu desteklemiştir.

Ürünlerin taze olduğu halde pH ve asitlik değerindeki farklılıklar mikrobiyal kaynaklı olabileceği değerlendirilmiştir. Özellikle Trabzon tereyağındaki laktik asit bakterileri yeni bir çalışma konusu olarak değerlendirilebileceği düşünülmektedir.

Yapılan analizlerde geleneksel üretilen Trabzon tereyağlarına ait değerlerin arasında farklılıkların fazla olmasına rağmen, ticari olarak üretilen Trabzon tereyağlarının değerlerinin birbirine daha yakın olduğu gözlemlendi. Ticari üretimin yakın değerleri benzer ham madde (krema/süt) tedariği olarak değerlendirilirken, geleneksel üretimdeki farklar hayvanların farklı beslenme alışkanlıkları olarak değerlendirilmiştir.



KAYNAKÇA

- Agyare, A. N., Liang, Q., Song, X., Zhang, Y., Yang, J., ve Shi, Y. (2022). Oxidative stability and sensory evaluation of sodium caseinate-based yak butter powder. *Scientific Reports*, 12(1), 20062.
- Akgül, H. İ., Şengül, M., Ürkek, B., ve Kotan, T. E. (2021). Determination of physicochemical and microbiological properties and fatty acid composition of butter produced in Trabzon, Turkey. *Acta Scientiarum. Technology*, 43, e48905-e48905.
- Akgül, H. İ., ve Şengül, M. (2019). Relationship between some parameters and colour in butter.
- Akgul, H., ŞENGÜL, M., Urkek, B., Kotan, T., ve Gurbuz, Z. (2020). Some physicochemical and microbiological properties of butter produced in Erzurum. *Journal of Food Safety and Food Quality-Archiv Fur Lebensmittelhygiene*, 71(1).
- Aloğlu, H., ve Öner, Z. (2006). Assimilation of cholesterol in broth, cream, and butter by probiotic bacteria. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 108(9), 709-713.
- Altun, İ., Andiç, S., Tunçtürk, Y., Çeçen, A., ve Fındık, O. (2011). Van piyasasından temin edilen tereyağlarının bazı kimyasal özellikleri. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17(4), 645-648.
- Ayaşan, T., ve Karakozak, E. (2010). Hayvan beslemede β -karoten kullanılması ve etkileri. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 16(4), 697-705.
- Bayır, A. G., Bilgin, M. G., Özkan, B., İtmez, M., Atacan, B., Yavuz, B., ve Yormaz, H. İ. (2022). Evaluation of physico-chemical properties according to TS 1331 of butters sld in Istanbul, Turkey. *KASAV International Journal of Health Sciences*, 5(1), 10-18.
- Boussekine, R., Merabti, R., Barkat, M., Becila, F.-Z., Belhoula, N., Mounier, J., ve Bekhouche, F. (2020). Traditional fermented butter smen/dhan: current knowledge, production and consumption in Algeria. *Journal of Food Research*, 9(4), 71-82.
- Cadwallader, K. R., ve Singh, T. (2009). Flavours and off-flavours in milk and dairy products. *Advanced dairy chemistry: Volume 3: Lactose, water, salts and minor constituents*, 631-690.

- Çakmakçı, S., Çelik, K., Ertem, H., ve Çalışkan, H. (2020). Tereyağı olarak satılan yağlarda bazı hileler ve kalite özelliklerinin tespiti: Erzurum örneği. *Gıda*, 45(4), 800-813.
- Çavdar, H. K. (2022). Assessment Of physicochemical characteristics, oxidative, and thermal properties Of butters. *GIDA/The Journal of Food*, 47(2).
- Ceylan, O., ve Ozcan, T. (2020). Effect of the cream cooling temperature and acidification method on the crystallization and textural properties of butter. *LWT*, 132, 109806.
- Chudy, S. M., Cais-Sokolińska, D., ve Tomaszewska-Gras, J. (2022). Physicochemical characteristics and consumers' preferences for milk fat products. *Applied Sciences*, 12(23), 11986.
- Demirkol, A., Guneser, O., ve Karagul Yuceer, Y. (2016). Volatile compounds, chemical and sensory properties of butters sold in Çanakkale. *Journal of Agricultural Sciences-Tarım Bilimleri Dergisi*, 22(1), 99-108.
- EI, G. (1992). Studies on cholesterol and cholesterol esterase contents in milk and some dairy products.
- Fierens, T., Van Holderbeke, M., Willems, H., De Henauw, S., ve Sioen, I. (2013). Transfer of eight phthalates through the milk chain — A case study. *Environment International*, 51, 1-7.
- Fındık, O., ve Andiç, S. (2017). Some chemical and microbiological properties of the butter and the butter oil produced from the same raw material. *Lwt*, 86, 233-239.
- Fletouris, D., Botsoglou, N., Psomas, I., ve Mantis, A. (1998). Rapid determination of cholesterol in milk and milk products by direct saponification and capillary gas chromatography. *Journal of Dairy Science*, 81(11), 2833-2840.
- Ghasemloy Incheh, K., Hassanzadazar, H., Forouzan, S., Mozafarian, E., Aminzare, M., ve Hashemi, M. (2017). A survey on the quality of traditional butters produced in West Azerbaijan province, Iran. *International Food Research Journal*, 24(1).
- Hassan, S. F., Sadek, O. A., ve Amin, W. (2022). Physicochemical analysis and microbial evaluation of butter sold in Assiut city, Egypt. *Assiut Veterinary Medical Journal*, 68(174), 38-48.
- Hassanzad Azar, H., Salim, A., Forghani, M., ve Aminzare, M. (2017). Chemical quality and fatty acid profile of zanzan traditional butter. *Annual Research & Review in Biology*, 20(4), 1-7.

- Idoui, T., Benhamada, N., ve Leghouchi, E. (2010). Microbial quality, physicochemical characteristics and fatty acid composition of a traditional butter produced from cows' milk in East Algeria. *Grasas y Aceites*, 61(3), 232-236.
- Jensen, R. G., Ferris, A. M., ve Lammi-Keefe, C. J. (1991). The composition of milk fat. *Journal of Dairy Science*, 74(9), 3228-3243.
- Kahyaoğlu, D. T., ve Musaoğlu, G. (2022). Kastamonu ilinin merkez köylerinde üretilen tereyağlarının bazı mikrobiyolojik ve fizikokimyasal kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(2), 224-233.
- Kalac, P. (2012). Carotenoids, ergosterol and tocopherols in fresh and preserved herbage and their transfer to bovine milk fat and adipose tissues: A review. *Journal of Agrobiology*, 29(1), 1.
- Karagözlü, C., ve Yılmaz, A. Ö. (2020). İzmir satışa sunulan tereyağı ve peynir örneklerinin β -sitosterol içeriklerinin tespiti ile taşıyıcı belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 57(2), 257-266.
- Kashaninejad, M., Razavi, S. M., Mazaheri Tehrani, M., ve Kashaninejad, M. (2017). Effect of extrusion conditions and storage temperature on texture, colour and acidity of butter. *International Journal of Dairy Technology*, 70(1), 102-109.
- Keleşoğlu, T. (2011). *Trabzon ve yöresinde üretilen/tüketilen tereyağlarında bazı elementlerin atomik absorpsiyon spektrometri (AAS) ve indüktif eşleşmiş plazma-optik emisyon spektrometri (ICP-OES) ile tayinleri*. Karadeniz Teknik Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü/Kimya Bölümü/Kimya ...,
- Khaskheli, G. B., Khaskheli, A. A., Magsi, A. S., Barham, G. S., Jamali, M. A., ve Khaskheli, A. A. (2020). Study on quality characteristics of sweet and sour cream butter: quality assessment of butter. *Proceedings of the Pakistan Academy of Sciences: B. Life and Environmental Sciences*, 57(3), 71-80.
- Kurt, A., Çakmakçı, S., ve Çağlar, A. (2015). *Süt ve mamülleri muayene ve analiz metotları rehberi* (10 ed.). Erzurum: Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Lal, D., Sharma, V., ve Seth, R. (2019). Advances in low-cholesterol dairy products. *Technological advances in Functional Food Ingredients and Validation of Their Claims*.
- Ledoux, M., Chardigny, J. M., Darbois, M., Soustre, Y., Sebedio, J. L., ve Laloux, L. (2005). Fatty acid composition of French butters, with special emphasis on

- conjugated linoleic acid (CLA) isomers. *Journal of Food Composition and Analysis*, 18(5), 409-425.
- Li, W., Li, X., Wu, Z., Li, X., Yang, A., Tong, P., ve Chen, H. (2016). Quantitative determination of β -carotene aided by hexane/ethanol extraction. *J. Chem. Soc. Pak*, 38(06), 1263.
- Lordan, R., ve Zabetakis, I. (2017). Invited review: The anti-inflammatory properties of dairy lipids. *Journal of dairy science*, 100(6), 4197-4212.
- Mefleh, M., Darwish, A. M. G., Mudgil, P., Maqsood, S., ve Boukid, F. (2022). Traditional fermented dairy products in southern mediterranean countries: from tradition to innovation. *Fermentation*, 8(12), 743.
- Méndez-Cid, F. J., Centeno, J. A., Martínez, S., ve Carballo, J. (2017). Changes in the chemical and physical characteristics of cow's milk butter during storage: Effects of temperature and addition of salt. *Journal of Food Composition and Analysis*, 63, 121-132.
- Metin, M. (2009). *Süt ve Mamulleri Analiz Yöntemleri* (Vol. 24). İzmir: Ege Üniversitesi, Ege Meslek Yüksekokulu Yayınları.
- Middaugh, R. P., Baer, R., Casper, D., Schingoethe, D., ve Seas, S. (1988). Characteristics of milk and butter from cows fed sunflower seeds. *Journal of Dairy Science*, 71(12), 3179-3187.
- Milovanovic, B., Djekic, I., Miocinovic, J., Djordjevic, V., Lorenzo, J. M., Barba, F. J., Mörlein, D., ve Tomasevic, I. (2020). What is the color of milk and dairy products and how is it measured? *Foods*, 9(11), 1629.
- Milovanovic, B., Tomovic, V., Djekic, I., Miocinovic, J., Solowiej, B. G., Lorenzo, J. M., Barba, F. J., ve Tomasevic, I. (2021). Colour assessment of milk and milk products using computer vision system and colorimeter. *International Dairy Journal*, 120, 105084.
- Molkentin, J. (2006). Cholesterol content and lipid composition of low fat dairy products. *European Food Research and Technology*, 223(2), 253-260.
- O'Callaghan, T. F., Faulkner, H., McAuliffe, S., O'Sullivan, M. G., Hennessy, D., Dillon, P., Kilcawley, K. N., Stanton, C., ve Ross, R. P. (2016). Quality characteristics, chemical composition, and sensory properties of butter from cows on pasture versus indoor feeding systems. *Journal of Dairy Science*, 99(12), 9441-9460.
- Ostadzadeh, M., Habibi Najafi, M. B., ve Ehsani, M. R. (2023). Lactic acid bacteria isolated from traditional Iranian butter with probiotic and cholesterol-lowering

- properties: In vitro and in situ activity. *Food Science & Nutrition*, 11(1), 350-363.
- Ozcan, T., Akpinar-Bayizit, A., Yilmaz-Ersan, L., Cetin, K., ve Delikanli, B. (2016). Evaluation of fatty acid profile of Trabzon butter. *International Journal of Chemical Engineering and Applications*, 7(3), 190.
- Pădureț, S. (2021). The effect of fat content and fatty acids composition on color and textural properties of butter. *Molecules*, 26(15), 4565.
- Parodi, P. W. (2016). Cooperative action of bioactive components in milk fat with PPARs may explain its anti-diabetogenic properties. *Medical hypotheses*, 89, 1-7.
- Rutkowska, J., ve Adamska, A. (2011). Fatty acid composition of butter originated from North-Eastern region of Poland. *Polish journal of food and nutrition sciences*, 61(3).
- Saeen, Z. S., Khani, M., ve Noghani, V. F. (2022). Effects of chia seed extract on chemical and sensory properties of sweet cream butter during refrigerated storage. *Iranian Food Science & Technology Research Journal*, 18(5).
- Seçkin, A. K., Gursay, O., Kinik, O., ve 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(8), 909-915.
- Seçkin, A. K., ve Metin, M. (2011). Süt ve ürünlerinde kolesterol oksidasyon ürünleri. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 10(2), 267-274.
- Şengül, M., Akgül, H., ve Ürkek, B. (2023). The aroma profile of butters produced using different starter cultures. *Research Square*, 1-21.
- Sevmiş, Andiç, S., ve Oğuz, Ş. (2020). Comparison of the compositions of butter and butter oil produced in the province of Hakkari. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi* 30.
- Shekhara Naik, R., Pavithra, R., ve Prakruthi, M. (2020). Physicochemical analysis and microbial quality evaluation of cow butter sold in Mysuru district, India.
- Silva, C. C. G., Silva, S. P. M., Prates, J. A. M., Bessa, R. J. B., Rosa, H. J. D., ve Rego, O. A. (2019). Physicochemical traits and sensory quality of commercial butter produced in the Azores. *International Dairy Journal*, 88, 10-17.
- Staniewski, B., Ogrodowska, D., Staniewska, K., ve Kowalik, J. (2021). The effect of triacylglycerol and fatty acid composition on the rheological properties of butter. *International Dairy Journal*, 114, 104913.
- URL-1, <https://turkomp.gov.tr>. 27 Mart 2023.

ÖZGEÇMİŞ

İlk. Orta ve Lise öğrenimini Trabzon’da bitirdi. 2014 yılı Atatürk Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü’n den mezun oldu. Halen devam etmekte olan Yüksek Lisans öğrenimine 2019 yılında Gümüşhane Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü’nde başladı. 2016 yılından beri Kahvaltı Dünyası’nda üretim sorumlusu olarak çalışıyor. Evli ve iki çocuk babasıdır.

