



**T.C.
BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TİCARİ KAŞAR VE KAŞAR BENZERİ ERİTME
PEYNİRLERİNİN BAZI ÖZELLİKLERİ VE
PEYNİRLERİN FOURIER DÖNÜŞÜMLÜ
KIZILÖTESİ SPEKTROSKOPİSİ YÖNTEMİYLE
AYRIŞTIRILMASI**

Hasne Nazlı YAKALI

BURDUR, 2021

**T.C.
BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TİCARİ KAŞAR VE KAŞAR BENZERİ ERİTME
PEYNİRLERİNİN BAZI ÖZELLİKLERİ VE
PEYNİRLERİN FOURIER DÖNÜŞÜMLÜ
KIZILÖTESİ SPEKTROSKOPİSİ YÖNTEMİYLE
AYRIŞTIRILMASI**

Hasne Nazlı YAKALI

Danışman: Prof. Dr. Oğuz GÜRSOY

BURDUR, 2021

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “**Ticari Kaşar Ve Kaşar Benzeri Eritme Peynirlerinin Bazı Özellikleri Ve Peynirlerin Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi Yöntemiyle Ayırıştırılması**” başlıklı bu tezin;

- Kendi çalışmam olduğunu,
- Sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi,
- Bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi,
- Kullandığım verilerde değişiklik yapmadığımı,
- Tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını,
- Bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı,
- Bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı,

bildirir, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

27 / 01 / 2021

(İmza)

Hasne Nazlı YAKALI

TEŞEKKÜR

Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca bilgi ve birikimleri ile her çalışmamda üzerimden desteklerini hiç esirgemeyen, 8 yıldır karşılaştığım her zorlukta fikir ve düşünceleriyle bana yol gösteren sabır ve hoşgörü ile yaklaşan, en zor zamanlarımda başarılarıyla kendime hep örnek alıp motive olduğum kıymetli Danışmanım Prof. Dr. Oğuz GÜRSOY'a ve bu tez çalışmam sırasında bilgisiyle, tecrübesiyle ve neşesiyle bana desteğini hiç eksik etmeyen kıymetli hocam Prof. Dr. Yusuf YILMAZ'a teşekkür ederim. Kendi ülkemden ilk kez ayrılacak olmanın verdiği büyük tedirginliklerle gittiğim Polonya'da Erasmus programı deneyimim süresince her konuda bana destek olan ve yardımlarını esirgemeyen, yabancı bir ülkede kendimi evimde gibi hissettiren, deneysel çalışmalarımı yapmam için laboratuvarlarını bana açan ve araştırmalarıma katkıda bulunan Varşova Yaşam Bilimleri Üniversitesi Öğretim Üyesi Prof. Dr. Piotr KOCZON ve Prof. Dr. Tomasz NIEMIEC'e teşekkür ederim.

Laboratuvar çalışmalarım sırasında bana her anlamda yardımcı olan değerli hocalarım Doç. Dr. Hale SEÇİLMİŞ CANBAY'a, Öğr. Gör. Özge GÖKÇE'ye, Araş. Gör. Hande Özge GÜLER DAL'a ve Gıda Yüksek Mühendisi arkadaşlarım sevgili Didem GÖZE YÜCE, Kübra KOCATÜRK ve Rabia FAKI'ya teşekkür ederim.

Eğitim hayatımın her aşamasında ve yaşamımın her anımda üzerimde sonsuz emekleri olan annem Mine YAKALI, babam Cevdet YAKALI, anneannem Neşe TÜNEL, rahmetli dedem Çetin TÜNEL ve hayatım boyunca tüm gayret ve gayelerimin güç kaynağı biricik kardeşim Çetin Oğuzhan YAKALI'ya sonsuz sevgi, saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Ocak, 2021

Hasne Nazlı YAKALI

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİL DİZİNİ.....	iii
ÇİZELGE DİZİNİ	v
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ÖZET.....	vii
SUMMARY	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1 Kaşar Peynirinin Tarihi, Tanımı ve Özellikleri	4
2.2. Kaşar Peyniri Üretimi	9
2.3. Eritme Peynirinin Tarihi, Tanımı ve Özellikleri.....	14
2.4. Eritme Peynirlerinin Üretimi	17
2.5. Emülsifiye Edici Tuzlar ve Özellikleri	21
2.6. Kızılötesi (İnfrared) Spektroskopisi.....	24
2.7. Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi.....	25
2.8. Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisinin Gıda Analizlerinde Kullanımı ile İlgili Bazı Örnekler.....	29
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	31
3.1. Materyal	31
3.2. Yöntem.....	32
3.2.1. Örnek Alma.....	32
3.2.2. Kaşar Peyniri ve Eritme Peyniri Örnekleri İçin Kimyasal Analiz Yöntemleri.....	32
3.2.2.1. pH Tayini	32
3.2.2.2. Kurumadde Tayini	32
3.2.2.3. Asitlik Tayini	33
3.2.2.4. Tuz Tayini	34
3.2.2.5. Gerber Metodu ile Yağ Tayini	36
3.2.2.6. Kül Tayini	37
3.2.3. Tekstür Analizi	37
3.2.4. Renk Analizi	38
3.2.5 Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi İle Örneklerin Analizi.....	38
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	45
4.1. Kaşar Peyniri ve Eritme Peynirlerinin Genel Kompozisyonu	45
4.2. Kaşar ve Eritme Peyniri Örneklerinin Renk Değerleri	50
4.3. Kaşar ve Eritme Peynirlerinin Sertlik Değerleri.....	53
4.4 Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi Değerleri.....	54
5. SONUÇ.....	59
KAYNAKLAR.....	61
ÖZGEÇMİŞ.....	74

ŞEKİL DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1. Farklı gıda gruplarında yıllara göre taklit ve tağşiş yapan firma sayıları	2
Şekil 2.1. Kaşar peynirinin farklı ülkelerdeki isimleri	5
Şekil 2.2. Taze kaşar peyniri üretim akış planı	13
Şekil 2.3. Peynirlerin eritme tuzu yardımıyla akışkan bir hal alması jel – sol dönüşümü .	15
Şekil 2.4. Eritme peynir çeşitleri ve içerikleri.....	18
Şekil 2.5. Eritme peyniri üretim akışının temel basamakları	19
Şekil 2.6. Serbest haldeki Ca^{++} iyonunun eritme tuzlarıyla bağlanması	22
Şekil 2.7. Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisinin çalışma mekanizması	26
Şekil 3.1. Temin edilen kaşar ve eritme peynirlerinin marketlerde görüntüsü	31
Şekil 3.2. Kaşar peyniri ve eritme peynirlerinin kodlanması	31
Şekil 3.3. Rendelenmiş peynir örneklerinden 10 g tartılarak pH analizi için ön hazırlık yapılması.....	32
Şekil 3.4. Rendelenmiş peynir örneklerinden 2,5 gr tartılması ve nem ölçerle analizi	33
Şekil 3.5. Titrasyon yöntemiyle peynir örneklerinin toplam asitlik değerinin belirlenmesi.....	34
Şekil 3.6. Tuz tayini için ön hazırlığın yapılması ve süzöntü elde edilmesi	35
Şekil 3.7. Tuz tayininde titrasyon sırasında kalıcı kırmızı- kahverenginin görülmesi.....	35
Şekil 3.8. Peynir örneklerinin % yağ değerinin bütirometre üzerinde okunması.....	36
Şekil 3.9. Peynir numunelerinin krozelerde kül fırınında yakılması.....	37
Şekil 3.10. Tekstür analizatörü ile kaşar peynirlerinin sertlik değerinin ölçülmesi	38
Şekil 3.11. Rendelenmiş peynir örneklerinin dondurarak kurutulması.....	41
Şekil 3.12. FTIR Spektroskopisi analizi için gerekli malzemeler	42
Şekil 3.13. Potasyum bromür (KBr) ve numunenin havanda homojen şekilde karıştırılması	42
Şekil 3.14. Metal zarların metal levhaya yerleştirilmesi ve numunenin parlak yüzeyler arasına eklenmesi.....	42
Şekil 3.15. Manuel hidrolik presle metal levhalara basınç uygulanması	43
Şekil 3.16. Metal levhalar arasına preslenen pelletin çıkarılması tabya üzerine yerleştirilip cihaza takılması	43

Şekil 3.17. Bu çalışmada Kaşar ve eritme peyniri örneklerinin FTIR spektrumlarının alınmasında kullanılan Perkin Elmer System 2000 model FTIR spektroskopisi	44
Şekil 4.1. Kaşar peyniri (a) ve eritme peynirine (b) ait örnek FTIR spektrumu.....	55
Şekil 4.2. Kaşar peyniri ve eritme peyniri örnekleri ait FTIR spektrumu verilerine uygulanan diskriminant analiz ile peynirlerin gruplandırılması (kırmızı renk: eritme peyniri, mavi renk: kaşar peyniri)	56
Şekil 4.3. Kısmı en küçük kareler (PLS) modeli ile kaşar peyniri ve eritme peyniri örneklerinin toplam tuz içeriklerinin (FTIR spektrumu verileri ve titrimetrik tuz içeriği verileri kullanılarak) tahmin edilmesi (kırmızı renk: eritme peyniri, mavi renk: kaşar peyniri).....	57
Şekil 4.4. (a) Peynirlerin tuz içeriklerine ait hata değerleri (gerçek tuz değerleri ile tahmin edilen tuz değerleri arasındaki sapma, o: Kalibrasyon, +:Validasyon) ve (b) hesaplamada kullanılan software (TQ Analyst) görüntüsü	58

ÇİZELGE DİZİNİ

Sayfa

Tablo 2.1. Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliğine göre peynirlerin sertlik derecesine göre sınıflandırılması	6
Tablo 2.2. TS 3272 kaşar peyniri standardı'nda ve Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği'nde kaşar peynirinin kimyasal özellikleri	7
Tablo 2.3. Kaşar peynirinin mikrobiyolojik özellikleri	8
Tablo 2.4. Bazı peynirin bazı mineral madde içerikleri (mg/100 g).....	9
Tablo 2.5. Eritme peynirinin (100g) ortalama kimyasal bileşenleri	16
Tablo 2.6. Bazı eritme tuzlarının formülü ve karakteristik özellikleri	24
Tablo 2.7. Bazı gıda bileşenlerinin orta kıvılcığı bölgede nicel olarak analizinin yapılmasında kullanılan absorpsiyon bantları ve bağ türleri	27
Tablo 4.1. Kaşar peyniri ve eritme peynirlerinin kurumadde, yağ ve kurumaddede yağ içerikleri (%).....	45
Tablo 4.2. Kaşar peyniri ve eritme peynirlerinin pH ve asitlik değerleri	47
Tablo 4.3. Kaşar ve eritme peynirlerinin tuz, kurumaddede tuz ve kül miktarları (%).....	49
Tablo 4.4. Kaşar peyniri ve eritme peyniri örneklerinin dış yüzey renk değerleri*	51
Tablo 4.5. Kaşar peyniri ve eritme peyniri örneklerinin iç yüzey (kesit) renk değerleri*..	52
Tablo 4.6. Kaşar peyniri ve eritme peyniri örneklerinin sertlik değerleri	53

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Ca	: Kalsiyum
CIE	: Commission International de L'Eclairage
Dk.	: Dakika
Fe	: Demir
FTIR	: Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi
K	: Potasyum
MAKÜ	: Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi
Mg	: Magnezyum
Na	: Sodyum
NaCl	: Sodyum klorür
P	: Fosfor
pH	: Hidrojen İyonu Konsantrasyonunun Negatif Logaritması
TSE	: Türk Standartlar Enstitüsü
UHT	: Çok Yüksek Sıcaklık
Zn	: Çinko
a*	: CIELAB Sisteminde (+): Kırmızılık ve (-): Yeşillik Renk Parametresi
b*	: CIELAB Sisteminde (+): Sarılık ve (-): Mavilik Renk Parametresi
L*	: CIELAB Sisteminde (+): Açıklık ve (-): Koyuluk Renk Parametresi

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Ticari Kaşar Ve Kaşar Benzeri Eritme Peynirlerinin Bazı Özellikleri Ve Peynirlerin Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi Yöntemiyle Ayırıştırılması

Hasne Nazlı YAKALI

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Oğuz GÜRSOY

Ocak, 2021

Bu çalışmanın ilk bölümünde ülkemizde üretilip tüketilen kaşar peynirleri ve eritme peynirlerinin (kaşar peyniri benzeri eritme peyniri ya da eritme kaşarı) bazı kompozisyonel özellikleri, CIE renk parametreleri (L^* , a^* ve b^*) ve sertlik değerleri belirlenmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde ise kaşar peyniri ve eritme tuzu kullanılarak üretilen kaşar peyniri benzeri eritme peynirlerinin Fourier dönüşümlü kızılötesi (FTIR) spektroskopisi kullanılarak birbirinden ayırıştırılma olasılığı araştırılmıştır. Bu amaçlarla ülkemizde ulusal düzeyde üretim yapan 9 farklı firmadan temin edilen kaşar peynirleri ($n=9$) ve eritme peynirlerinin ($n=9$) analizleri yapılmıştır. Kaşar peyniri örneklerinin ortalama kurumadde, yağ, pH, asitlik (%laktik asit), kurumaddede tuz ve kül içerikleri sırasıyla %53,57, %26,55, 5,22, %0,70, %4,88 ve %4,14 olarak belirlenmiş iken aynı parametrelerin eritme peynirlerinde sırasıyla %52,89, %25,97, 5,41, %0,69, %4,31 ve %4,43 olduğu tespit edilmiştir. Kaşar peyniri örneklerinin dış yüzey L^* , a^* ve b^* değerleri sırasıyla 77,86-82,80, -2,10/-3,85 ve 13,03-18,97 arasında değişim göstermiş iken eritme peyniri örneklerinin dış yüzey L^* , a^* ve b^* değerleri sırasıyla 80,32-82,82, -3,12/-3,85 ve 13,26-24,44 arasında değişmiştir. Eritme peyniri örneklerinin dış yüzey ve kesit b^* değerleri (sarılık) genel olarak kaşar peyniri örneklerinden daha yüksek bulunmuştur. Kaşar peyniri örneklerinin sertlik değerleri 11,31-27,34N arasında ve ortalama 20,85N olarak bulunmuş iken eritme peyniri örneklerinin sertlik değerlerinin 13,94-23,55N ve ortalama 19,70N değerinde olduğu görülmüştür. Peynir örneklerinin 2cm^{-1} çözünürlük ile $4000\text{-}400\text{ cm}^{-1}$ spektral aralıkta kaydedilen FTIR spektrumları kullanılarak oluşturulan istatistiksel model ile kaşar ve eritme peynirlerinin %87,5 oranında doğru olarak gruplandırabildiği belirlenmiştir. Elde edilen veriler peynirlerin FTIR spektrumları kullanılarak eritme tuzu ilavesiyle üretilen kaşar benzeri eritme peynirlerinin kaşar peynirlerinden ayırt edilmesinin mümkün olduğunu göstermektedir. Söz konusu analitik teknik bazı üretici firmaların eritme peynirlerini kaşar peyniri olarak pazarlama şeklinde yaptıkları hilelerin belirlenmesinde kullanılabilir. Ancak kullanılan istatistiksel modelin gücünün artırılması için daha fazla sayıda numune ile çalışmasının gerekliliği olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: kaşar peyniri, eritme peyniri, eritme tuzu, ftir spektroskopisi

SUMMARY

M.Sc. Thesis

Some Properties of Commercial Kaşar and Kaşar-Like Processed Cheeses and Discrimination of Cheese by Fourier Transform Infrared Spectroscopy

Hasne Nazlı YAKALI

Burdur Mehmet Akif Ersoy University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Oğuz GÜRSOY

January, 2021

In the first part of this study, some compositional properties, CIE color parameters (L^* , a^* and b^*) and hardness values of kaşar cheeses and processed cheeses (kaşar like cheeses produced with melting salts) consumed in Turkey were determined. In the second part, usage possibility of Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy to discriminate kaşar cheeses and kaşar cheese like cheeses produced with melting salts which are marketed as kaşar cheese were investigated. Kaşar and processed cheeses (9 kaşar and 9 processed cheeses) obtained from 9 different companies were analyzed. Average dry matter, fat, pH, acidity (% lactic acid), salt in dry matter and ash contents of the kaşar cheese samples ($n = 9$) were determined as 53.57%, 26.55%, 5.22, 0.70%, 4.88% and 4.14%. The same parameters were found to be 52.89%, 25.97%, 5.41%, 0.69%, 4.31% and 4.43%, respectively in processed cheeses ($n = 9$). While L^* , a^* and b^* values of the outer surface of kaşar cheese samples changed between 77.86-82.80, -2.10 / -3.85 and 13.03-18.97, L^* , a^* and b^* values of the outer surface of the processed cheese samples were ranged from 80.32-82.82, -3.12 / -3.85 and 13.26-24.44. CIE b^* values of outer surface and cross section information of the processed cheese samples (yellowness) are generally higher than the kaşar cheese samples. Hardness values of kaşar cheeses were found to be between 11.31-27.34N and an average value of 20.85N, while the hardness values of the processed cheese samples were found to be 13.94-23.55N and an average value of 19.70N. The FTIR spectra of the cheese samples recorded in the spectral range of 4000-400 cm^{-1} with a resolution of 2 cm^{-1} are arranged that the cheeses can be grouped correctly by 87.5% with the used statistical model. This study shows the possibility of usage of FTIR spectra of cheeses to discriminate kaşar and processed cheeses produced with melting salts. Thus, FTIR spectroscopy has a significant usage potential to determine the adulteration in kaşar cheese (the mislabelling of processed cheeses as kaşar cheese). However, more sample analyses are required to increase the power of the statistical model used.

Keywords: kashar cheese, processed cheese, melting salt, ftir spectroscopy

1. GİRİŞ

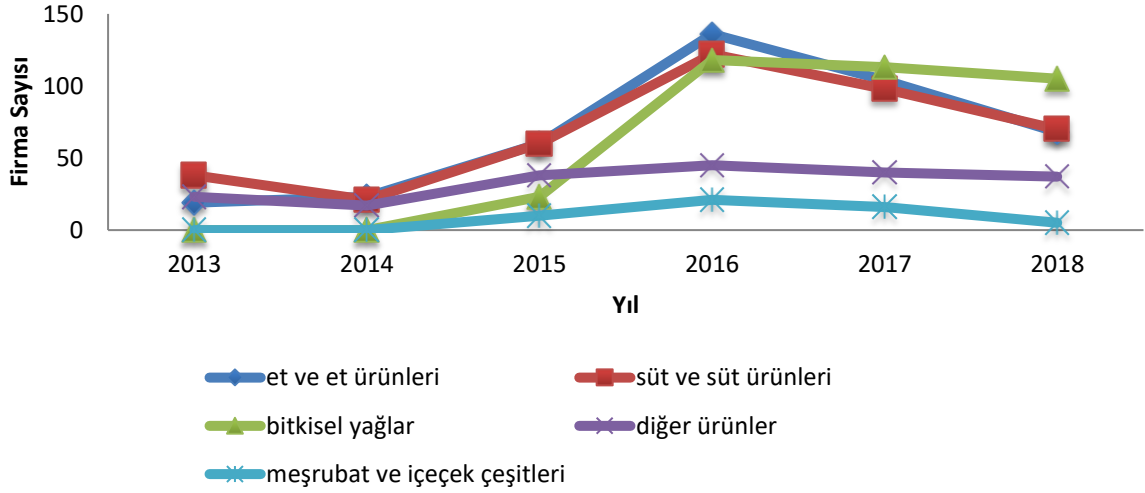
İnsanların yaşamsal faaliyetlerini gerçekleştirebilmesi için en temel ihtiyaçları beslenmedir. Hayvansal ve bitkisel kökenli olmak üzere iki çeşit temel besin kaynağı bulunmaktadır. Dünya nüfusunun gün geçtikçe artması gıda kaynaklarının ise azalması, yeterli ve güvenilir gıdaya erişiminin sağlanmasında bir takım olumsuzlukları ortaya çıkarmaktadır. Şehirlerde artan nüfus ve buna bağlı olarak artan gıda talebi olmasına karşın, tarım ve hayvancılıkla uğraşan çiftçilerin sayısının gün geçtikçe azalması, üretiminde istenilen verimin alınamaması, bu durumla beraber ürünlerde kimyasal girdi miktarının artmasına yol açarken, insanların gıda güvenliğine olan bakış açısını da olumsuz yönde etkilemiştir (Vural, 2015). İnsanların beslenme alışkanlıklarının kötüye giderek beslenme sorunlarının ortaya çıkmasının nedenlerinden biri olarak gıda üretim hızının nüfus artışının gerisinde kalması olarak ifade edilmektedir. Bu nedenlerle sınırlı olan doğal kaynaklar, düzenli ve ekonomik şekilde kullanılmalıdır (Gürsoy, 2000).

2050 yılına kadar dünya nüfusunda ciddi bir artış beklenmektedir. Bu beklenen artışla beraber, tarım ve yeterli-güvenilir gıda ürünlerine erişim konusunda insanların birçok sorunla karşılaşacakları ifade edilmektedir (FAO, 2003).

Endüstriyel gıda ürünlerinde karşılaşılan taklit ve tağşişlerin küresel anlamda fazlalaşmaya başlamasının en önemli nedenlerinden biri üreticilerin kullanacakları hammadde fiyatındaki artış ve ucuz hammaddeye ulaşma rekabeti ile endüstriyelleşme hızının gün geçtikçe artması olarak gösterilmektedir (Türkmen ve Ataseven, 2020). Söz konusu nedenlerle üreticiler, yüksek fiyatlı hammadde yerine, onun lezzet, tekstür ve birçok kimyasal özelliğini karşılayan ya da taklit eden, maliyeti ucuz madde arayışına girmektedirler. Bir gıda ürünü için arz ve talep arasında bir dengesizlik söz konusu olduğunda, ekonomik kazançlar elde etmek nedeniyle giderek artan bir sahtekarlık arayışı olmaktadır. Gıda endüstrisindeki bu arayış Dünya çapında “Gıda Dolandırıcılığı” diye yeni bir kavramı ortaya çıkarmıştır (Valand vd., 2020). Her bir bireyin hakkı olan güvenli gıdaya ulaşmayı engelleyen ve halk sağlığını olumsuz yönde etkileyebilen, bunun yanında gıda endüstrisinde üretim basamaklarındaki karmaşıklığın artması ile paralel ilerleyen gıda dolandırıcılığı, birçok yönetmelik, kanun ve standart ile engellenmeye çalışılmaktadır (Spink ve Moyer, 2011).

Ülkemizde de gıda dolandırıcılığının önüne geçilebilmek için çıkarılan maddeleri de içeren 5996 sayılı Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanunu 2010

yılında kabul edilip yürürlüğe girmiştir. Yine Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından 2012 yılından itibaren yapılan denetimler sonucu taklit ve tağşiş yapan firmaların isimleri ve yaptıkları hileler resmi olarak halka açıklanmaktadır. Ülkemizde üretilen gıda gruplarda taklit ve tağşiş yapan firma sayısının yıllara göre değişimi Şekil 1.1’de verilmiştir.



Şekil 1.1. Farklı gıda gruplarında yıllara göre taklit ve tağşiş yapan firma sayıları (Özkaya ve Çetin, 2019).

5996 sayılı Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanuna göre tağşiş “Bu Kanun kapsamındaki ürünlere temel özelliğini veren öğelerin ve besin değerlerinin tamamının veya bir bölümünün mevzuata aykırı olarak çıkarılmasını veya miktarının değiştirilmesini veya aynı değeri taşımayan başka bir maddenin, o madde yerine aynı maddeymiş gibi katılması” olarak ifade edilmiştir. Yine aynı kanunda taklit ise “Bu Kanun kapsamındaki ürünlerin, şekil, bileşim ve nitelikleri itibarıyla yapısında bulunmayan özelliklere sahip gibi veya başka bir ürünün aynısıymış gibi gösterilmesi” olarak tanımlanmıştır (Anonim, 2010).

Gıda dolandırıcılığı yalnızca üreticilere haksız kazanç sağlayan bir ekonomik dolandırıcılık olarak görülmemelidir. Yapılan bu dolandırıcılık insan sağlığını da olumsuz yönde etkileyebilmektedir. 2008 yılında Çin’de bebek mamalarında tespit edilen melamin ile 2015 yılında ABD ve Avrupa’da kimyon ve kırmızı biber tozunda tespit edilen yer fıstığı ve badem gibi iki alerjen maddelerin insan sağlığı üzerine olumsuz etkileri olabilmektedir (Valand vd., 2020).

Ülkemiz beslenme kültüründe önemli bir yeri olan ve 2012 yılından itibaren açıklanan hileli gıda ürünleri listelerinde sayıca en fazla hile yapılan gıdalar arasında yer

alan (Şekil 1.1) süt ve süt ürünlerinde en çok karşılaşılan hileler; süt ve süt ürünlerine bitkisel yağ ilave edilmesi, jelatin ve nişasta ilave edilmesi, eritme tuzu kullanılan eritme peynirlerinin piyasada kaşar peyniri olarak satılması ile keçi sütü ve koyun sütü yerine inek sütünün kullanılmasıdır. Genel olarak süt ve süt ürünlerinde hile tüketicilerin aradığı tekstürel ve duyuşal özellikleri, üreticinin maliyetten dolayı ürünlerin içeriklerini değiştirerek çeşitli katkı maddeleri ile sağlamasıyla yapılmaktadır.

Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'nde gıda katkı maddesi "besleyici değeri olsun veya olmasın, tek başına gıda olarak tüketilmeyen ve gıdanın karakteristik bileşeni olarak kullanılmayan, teknolojik bir amaç doğrultusunda üretim, muamele, işleme, hazırlama, ambalajlama, taşıma veya depolama aşamalarında gıdaya ilave edilmesi sonucu kendisinin ya da yan ürünlerinin, doğrudan ya da dolaylı olarak o gıdanın bileşeni olması beklenen maddeler" olarak (Anonim, 2013), yine aynı yönetmelikte emülsifiye edici tuzlar ise "peynirde bulunan proteinleri dispers hale getirerek yağ ve diğer bileşenlerin homojen dağılımını sağlayan maddeler" şeklinde tanımlanmıştır (Anonim, 2013).

Gıda dolandırıcılığının tespit edilebilmesi için günümüzde gıda laboratuvarlarının üzerindeki baskı artmaktadır. Bu sebeple hızlı, güvenilir ve tahribatsız analiz yapabilen cihaz ve yöntemler geliştirilmektedir. Gıda dolandırıcılığının tespiti için yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biri Fourier dönüşümlü kızılötesi spektrometresidir (Valand vd., 2020).

Bu çalışmanın ilk bölümünde ülkemizde üretilip tüketilen 9 kaşar peyniri ve 9 eritme peyniri (kaşar peyniri benzeri eritme peyniri ya da eritme kaşarı) örneğinin bazı kompozisyonel özellikleri, CIE renk parametreleri (L^* , a^* ve b^*) ve sertlik değerleri belirlenmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde eritme tuzu kullanılarak üretilen ancak kaşar peyniri olarak pazarlanan eritme peynirlerinin Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi kullanılarak belirlenip belirlenemeyeceği araştırılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Kaşar Peynirinin Tarihi, Tanımı ve Özellikleri

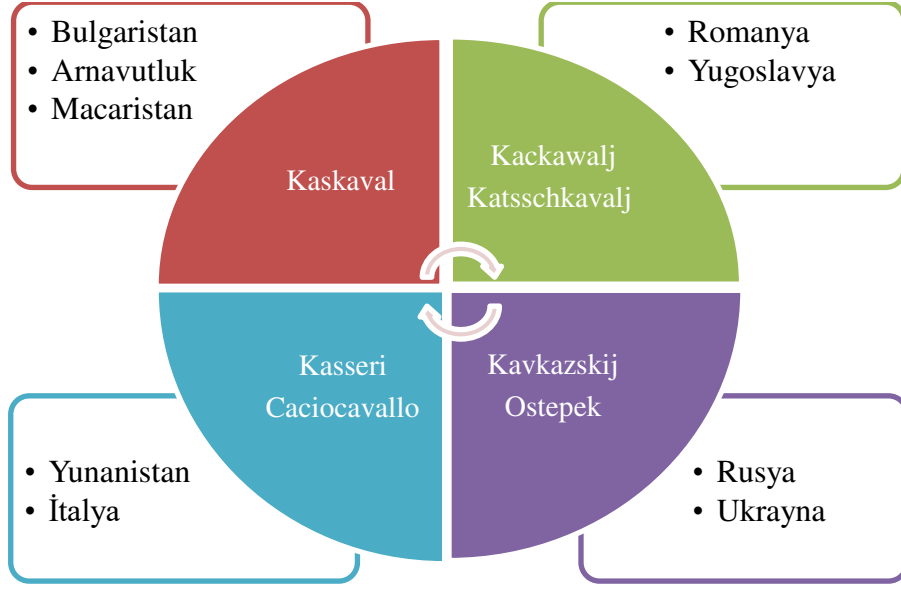
Peynirin ilk kez “Bereketli Hilal” olarak da tanımlanan Dicle ile Fırat nehirleri arasındaki Mezopotamya bölgesinde üretildiği sanılmaktadır. İlk üretilen peynirin sütün içerisindeki asit oranının artmasıyla proteinlerin pıhtılaşması ve peyniraltı suyunun ayrılması ile tesadüfen bulunduğu düşünülmektedir. Yaygın olan başka bir düşüncede ise M.Ö. 5000’li yıllarda sütün hayvan derileri ve midelerinde saklanması sırasında burada bulunan proteolitik enzimler sayesinde süt proteinlerinin pıhtılaşması sonucu üretildiği düşüncesidir. Bunun dışında pek çok farklı söylenti bulunmaktadır. Günümüzde çeşitli hayvanlardan elde edilen sütün %35’nin peynir yapında kullanıldığı ifade edilmektedir (Fox vd., 2017a).

Dünyada üç binden fazla peynir çeşidi varken ülkemizde yapılan bir araştırmada 193 çeşit peynir olduğu vurgulanmaktadır. Ulusal Süt Konseyi’nin 2018’de yayınladığı süt raporuna göre; süt ürünleri içerisinde talebi sürekli artan tek ürün peynirdir. Ülkemizde peynir üretimi 2018 yılında bir önceki yıla oranla %9,5 artmıştır. Tahmini kişi başı yıllık peynir tüketim miktarımız ise 18,4 kilogramdır (Ulusal Süt Konseyi, 2018).

Ülkemizde yaygın olarak üretilen peynir tipleri şu şekilde gruplandırılabilir (Hayaloğlu, 2008);

1. Salamura suyunda olgunlaşan peynirler (beyaz peynir, ezine peyniri, mihaliç vb.)
2. Kaşar peyniri ve kaşar peyniri benzeri peynirler (taze veya olgun kaşar peyniri, eritme ve tost peyniri vb.)
3. Tulumda olgunlaşan peynirler (İzmir tulum peyniri, Erzincan Şavak tulum peyniri).

Ülkemizde üretilen peynirlerin %60’ını beyaz peynir, %15’ini kaşar peyniri oluşturmaktadır. Kaşar peyniri yıllık 41.000 tonluk üretimle beyaz peynirden sonra tüketicilerin tercih ettiği ikinci peynirdir (Hayaloğlu, 2008; Sert vd., 2007). Türkler kaşar peynirinin yapımını Anadolu’ya geldiklerinde öğrenmiş olup, kaşar peyniri ve benzeri peynirlerin kaynağı Balkan ülkeleri ve İtalya’dır. Kaşar peyniri ve benzeri peynirinin farklı ülkelerdeki isimleri Şekil 2.1’de verilmiştir.



Şekil 2.1. Kaşar peynirinin farklı ülkelerdeki isimleri (Üçüncü, 2015; Fox ve McSweeney 2004).

Kaşar peyniri, Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği'nde "hammaddenin peynir mayası kullanılarak pıhtılaştırılması ile elde edilen telemenin tekniğine uygun olarak işlenmesi ile üretilen, üretim aşamalarındaki farklılıklara göre taze veya olgunlaştırılmış olarak tanımlanabilen ve çeşidine özgü karakteristik özellikler gösteren telemesi haşlanan peynir" olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2015).

TS 3272 Kaşar Peyniri Standardı'na göre ise kaşar peyniri "inek sütü, koyun sütü, keçi sütü, manda sütünün veya bunların karışımlarının tekniğine uygun olarak pastörize edildikten sonra işlenmesi ve gerektiğinde katkı maddeleri ilavesi sonucu elde edilen, olgunlaştırılmadan ya da olgunlaştırıldıktan sonra tüketilebilen, kendine özgü koku, renk, tat ve aroması olan sert yapılı süt mamulüdür" olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2016). Aynı standartta taze kaşar peyniri "pastörize süttten imal edilen, olgunlaşma işlemine tabi tutulmayan ve taze olarak piyasaya arz edilen peynirdir" şeklinde tanımlanırken, eski kaşar peyniri ise "imal edildikten sonra kendine özgü nitelikleri kazanması için belirli şartlarda en az 90 gün olgunlaştırıldıktan sonra piyasaya arz edilen peynirdir" şeklinde tanımlanmıştır (Anonim,1999). Ayrıca 2016 yılında revize edilen TS 3272 Kaşar Peyniri standardı'nda ise "eski kaşar peynirinin" olgunlaştırma süresinin en az 120 gün olması gerektiği belirtilmiştir (Anonim, 2016).

Nem içeriklerine göre peynirlerin sınıflandırılması yapıldığında Kashkaval peyniri %20-42 nem oranıyla sert peynir sınıfında yer almaktadır (Fox ve McSweeney 2004). Ülkemizde ise Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği'nde taze kaşar peynirinde en az %55

kuru madde değeri istenirken, olgunlaştırılmış kaşar peynirlerinde ise kurumadde değerinin en az %60 olması gerekmektedir. Taze kaşar peynirinde en çok %45 (m/m) nem istenirken olgunlaştırılmış kaşar peynirinde en çok %40 nem oranı istenmektedir (Anonim, 2015). Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği'ne göre peynirlerin sertlik derecesine göre sınıflandırılması Tablo 2.1'de verilmiştir.

Tablo 2.1. Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği'ne göre peynirlerin sertlik derecesine göre sınıflandırılması (Anonim, 2015).

Sertlik Derecesi	Yağsız Peynir Kitlesindeki Nem Oranı (%)	Tolerans (%)
Ekstra sert	PYKN<49	± 2
Sert	49≤PYKN<57	
Yarı sert	57≤PYKN<64	
Yarı yumuşak	64≤PKYN<70	
Yumuşak	PKYN≥70	

Kaşar peyniri ve benzeri peynirlerde peynirin dış görünüş, lezzet, tat, işlevsellik, doku, besin değeri gibi birçok kalite parametresi (Fox vd., 2017);

- Sütün bileşimi ve sütün mikrobiyal kalitesine,
- Asitleştirmek için ve olgunlaşma aşamasında önemli rol oynayan starter kültürlerine,
- Sütü koagüle etmek için kullanılan ve olgunlaşma sırasında proteolitik ajan olan peynir mayasına
- Üretim sırasında süte ya da çevreden süte ya da peynire giriş yapan starter olmayan bakterilere,
- Üretim aşamasında uygulanan sıcaklık ve süreye
- Peynirin bileşimine bağlıdır.

Peynirde dokunun ve sertlik özelliğinin belirlenmesinde en çok nem ve yağ oranı etki etmektedir. Kazein pıhtısı oluşurken ortaya çıkan viskoelastik yapı dokuyu belirlemektedir. Tüketiciler tarafından doku ve ağızda oluşan his en önemli seçim parametresidir. Dokusal karakterin oluşmasında ikinci en önemli adım ise olgunlaşma süresidir. Bu süreçte pH'daki değişiklikler lezzet bileşenlerini etkilemektedir (Jack ve Paterson, 1992). Kaşar peynirinde kullanılan süttün özellikleri, üretim aşamaları, peynir bileşimi, tuz içeriği, pH, kazein ve serum proteinleri arasındaki interaksiyonlar, proteoliz, Ca içeriği, iyonik güç gibi çeşitli faktörler kaşar peynirinin tekstür ve erime özelliklerini

etkilemektedir (Şalvarcı, 2015). Taze kaşar peynirleri elastik ve pürüzsüz görünürken olgunlaşmaya başlayan kaşar peynirlerinde ufalanan yapı, kendine has bir koku, asidik ve daha tuzlu bir tat oluşmaktadır (Çelebi ve Şimşek, 2020). Kaşar peynirinin duyuşal özellikleri TS 3272 standardında belirtildiği gibi (Anonim, 2016);

- Kendine özgü renk ve görünüşte olmalıdır.
- Kendine özgü tat ve kokuda olmalıdır.
- Yabancı tat ve koku ihtiva etmemelidir.
- Yabancı madde bulundurmamalıdır.

Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği'nde (Anonim, 2015) verilen peynirlerin kuru maddede süt yağı değeri ve TS 3272 Kaşar Peyniri Standardı'na (Anonim, 2016) göre kaşar peynirlerinin olgunlaştırılmamış ve olgunlaştırılmış olmasına bağlı olarak kimyasal özellikleri Tablo 2.2'de verilmiştir.

Tablo 2.2. TS 3272 kaşar peyniri standardı'nda ve Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği'nde kaşar peynirinin kimyasal özellikleri

Özellik	Değer							
	Olgunlaştırılmamış kaşar				Olgunlaştırılmış kaşar			
	Tam yağlı	Yarım yağlı	Az yağlı	Yağsız	Tam yağlı	Yarım yağlı	Az yağlı	Yağsız
Yağ, % (m/m)	45≤süt yağı	25≤süt yağı	10≤süt yağı	10>süt yağı	45≤süt yağı	25≤süt yağı	10≤süt yağı	10>süt yağı
Rutubet, % (m/m) en çok	45				40			
Tuz (NaCl), katı maddede, % (m/m) en çok	3				4			
Sorbik asit, (mg/kg) en çok	1000				Kesilmiş ve dilimlenmiş olarak ambalajlanmış peynirlerde 1000			
					Ambalajlanmamış peynirlerde yüzeyin 5 mm derinliğinde			

	bulunmamalıdır.
Bitkisel yağ	Bulunmamalı
Nişasta	Bulunmamalı
Natamisin	Yüzeyi 5 mm kalınlığından ayrılmış peynirde bulunmamalıdır.

Kaşar peynirlerinin olgunlaştırılması sırasında oluşan kontaminasyonlardan kaynaklı %8 kayıp meydana gelmektedir. Tonlarca sütün işlenip peynir yapıldığı düşünüldüğünde işletmeler için bu kayıp çok önemlidir. Günümüzde olgunlaştırılmadan satışı yapılan taze kaşar peynirlerinde vakum ambalaj teknolojisi ile bu kayıpların önüne geçilmiştir. Rekabet halinde olan işletmelerde geleneksel kaşar peyniri üretimi; olgunlaştırma süresinin uzunluğu, ekonomik kayıplar, işçilik maliyetleri gibi sebeplerden dolayı son yıllarda yerini taze kaşar peyniri üretimine bırakmıştır. Günlük yaşamda tost, pizza ve pide gibi kolay servis edilebilen gıdaların içeriklerinde yer aldığı için tüketici talepleri de bu yönde artmıştır (Şalvarcı, 2015; Badem, 2015).

Tablo 2.3. Kaşar peynirinin mikrobiyolojik özellikleri (Anonim, 2016)

Özellik	n	c	m	M
Koagulaz pozitif stafilokoklar	5	2	10 ²	10 ³
<i>Salmonella</i> spp.	5	0	25 g veya 25 mL’de	bulunmamalı
<i>L. monocytogenes</i>	5	0	25 g veya 25 mL’de	bulunmamalı

n: analize alınacak numune sayısı,

c: “M” değeri taşıyabilecek en fazla numune sayısı,

m: (n-c) sayısındaki numunede bulunabilecek en fazla değer,

M: “c” sayısındaki numunede bulunabilecek en fazla değerdir.

Peynir kalsiyum, fosfor ve magnezyum açısından insan beslenmesindeki önemli kaynaklardan iken demir açısından zayıf bir kaynaktır. Bazı peynir çeşitlerinin mineral madde içerikleri Tablo 2.4’te verilmiştir (Callaghan vd., 2017).

Tablo 2.4. Bazı peynirin bazı mineral madde içerikleri (mg/100 g) (Callaghan vd., 2017).

Peynir çeşitler	Na	K	Ca	Mg	P	Fe	Zn
Kaşar peyniri	670	77	720	25	490	0.3	2.3
Beyaz peynir	1440	95	360	20	280	0.2	0.9
Eritme peyniri (işlenmiş peynir)	1320	130	600	22	800	0.5	3.2

Bazı peynir grupları arasında yapılan bir çalışmada mineral madde düzeyleri araştırılmış olup kalsiyum, fosfor ve magnezyum miktarları kaşar peynirinde beyaz peynirden daha fazla iken sodyum ve potasyum miktarları daha düşük çıkmıştır. Sodyum miktarının peynir çeşitlerinin hepsinde büyük farklılıklar göstermesin sebebi tuzlama yöntemlerinin farklılığına bağlanmıştır. Potasyum dışındaki bütün mineral maddeler kaşar peynirinin içerisinde içme sütü içerisinde bulundukları miktardan daha fazla bulunmaktadır. Peynir çeşitleri arasında en düşük potasyum miktarı kaşar peynirinde bulunmaktadır (Demirci, 1988).

2.2. Kaşar Peyniri Üretimi

Kaşar peyniri üretim şekli bölgeden bölgeye farklılaştığı gibi peynir ustasının tecrübelerine göre de farklılıklar göstermektedir. Geleneksel olarak koyun sütünden üretilmekle birlikte kaşar peyniri, üretiminin daha fazla olması, kolay bulunabilirliği ve endüstriyelleşmenin artmasıyla birlikte günümüzde daha çok inek sütüyle üretilmektedir. Üretimde inek, koyun, keçi sütleri veya bunların karışımlandığı sütler kullanılmaktadır. İnek sütünden yapılan taze kaşar peynirleri çok uzun süre saklanamazken geleneksel yöntemlerle üretilen kaşar peynirleri soğuk hava depolarında dış yüzeyde bir kabuk oluşumu sağlanıncaya kadar bekletilmekte ve daha sonra uygun koşullarda 2-3 yıla kadar saklanabilmektedir (Kamber, 2008; Göze, 2018).

Kaşar peyniri telemesi haşlanan ve yoğurulan yarı sert peynirlerden olup pasta filata yani uzayabilen sünebilen peynir grubunda yer almaktadır. Telemenin sıcak suya daldırılıp haşlanmasıyla kazeine bağlı kalsiyum miktarı azalmakta ve telemede plastiğimsi bir yapı kazanmaktadır (Üçüncü, 2015; Çetinkaya, 2012).

Peynire işlenecek sütün kalitesi her zaman ön planda tutulmalıdır. Sütün kalitesine göre kaşar peyniri üretiminde randıman değişmektedir. Koyun sütü kullanıldığında 100 kg süttten 16-18 kg kaşar peyniri elde edilirken, inek sütünden 9-10 kg kaşar peyniri

üretilmektedir. Peynir yapmak için kullanılan sütte aşağıdaki özelliklere dikkat edilmelidir (Üçüncü, 2015);

- Sağlıklı hayvandan elde edilmeli, duyuşal, fiziksel ve kimyasal yönden standartlara uygun olmalı,
- Yüksek oranda kazein içermeli,
- Deterjan, dezenfektan gibi kimyasal kalıntılar ve antibiyotik gibi ilaç kalıntıları içermemeli,
- 1 ml çiğ sütte 300.000 den fazla genel mikroorganizma sayısı olmamalı,
- Koliform bakteri gruplarını, *Clostridium* ve *Bacillus* türü mikroorganizmaları peynirde kalite kusurları ortaya çıkarabileceği için içermemeli,
- İstenilen asitlik değerine ulaşabilme aktivitesi yüksek olmalı asitliği uygun olmalı,
- Peynir mayası kullanıldığında pıhtılaşma sorunsuz ve gecikme olmadan gerçekleşmeli
- Fermantasyon testleri olumlu sonuç vermelidir.

Kaşar peyniri üretiminde çiğ süt kullanılacaksa starter kültür kullanılmamaktadır. Pastörize süttten üretilecek kaşar peynirinde ise starter kültür kullanılmaktadır. Ticari olarak popüleritesinin artmasıyla ve gelişen teknolojinin yardımıyla son yıllarda kaşar peynirinin kalitesini arttırmak ve standartlaştırmak için pastörize süt kullanımı yaygınlaşmış olup, starter kültürler kademeli olarak kullanılmaktadır. Geleneksel olarak üretimde ise çiğ süt kullanılırken starter kültür kullanılmamakta, hayvansal kaynaklı peynir mayası kullanılmakta ve olgunlaştırma süresi daha uzun tutulmaktadır (Çakmakçı, 2011; De Angelis ve Gobetti, 2011; Niro vd., 2014).

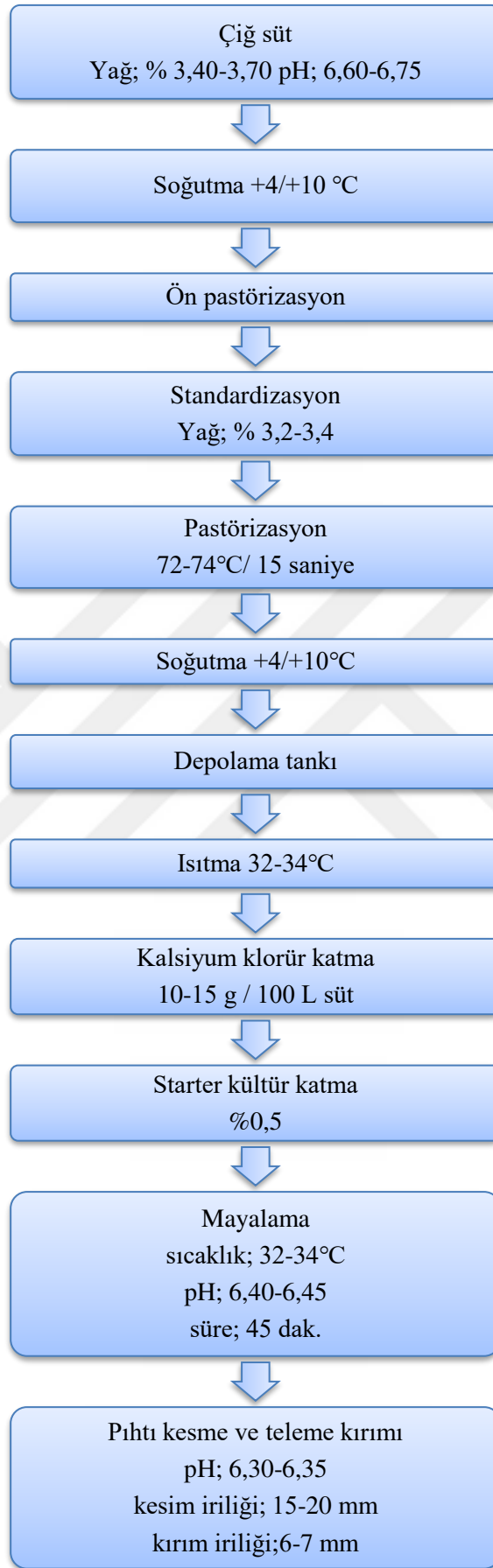
Kaşar peyniri ve benzeri peynirlerin üretimi için birçok ülkede yapılan çalışmalar sonucu *Streptococcus lactis*, *Streptococcus cremoris*, *Streptococcus diacetylactis*, *Streptococcus thermophilus*, *Streptococcus durans*, *Streptococcus faecalis*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus helveticus*, *Leuconostoc cremoris*'den oluşan kombinasyonlar önerilmekteyken yoğurt starter kültürleri de önerilmektedir. Yunan peyniri Kasserı'den izole edilen termofilik özellikte olan *Streptococcus alolyticus subsp. macedonicus* da son yıllarda kullanılmaktadır. (Akyüz, 1978; Özalp, 1988; Halkman ve Halkman, 1991; Çürük, 2006; Üçüncü, 2015; Fox vd., 2017; Oğuz ve Andiç, 2019).

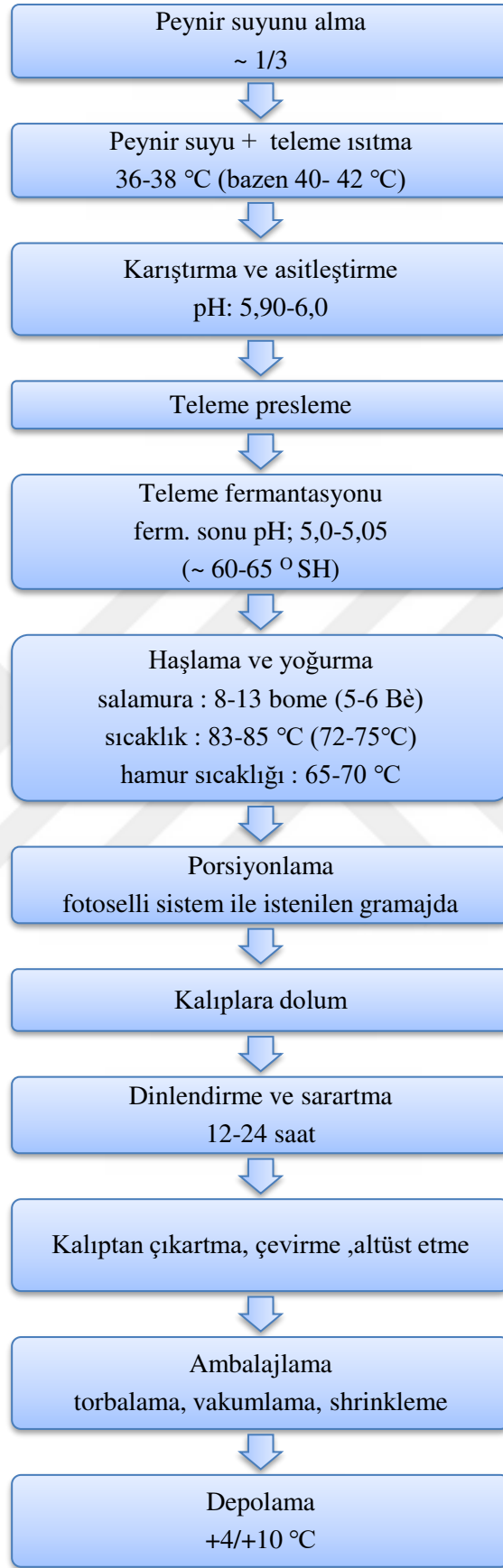
Günümüzde Kaşar peyniri benzeri peynir üretiminde yeni yöntemler kullanılmaya başlanmıştır. Bu yöntemlerden biri ise, kaşar peyniri üretiminde telemenin tuzlu suda haşlanması yerine, telemeye eritme tuzlarının ilave edilmesiyle özel kazanlarda eritme

işlemi yapılarak yoğurma, gramajlama ve ambalajlama işleminin uygulanmasıdır (Çürük, 2006).

Kaşar peyniri günümüzde olgunlaştırılmamış (taze) ve olgunlaştırılmış (eski) olmak üzere iki şekilde üretilmektedir. Taze kaşar peyniri üretim akış şeması Şekil 2.2’de verilmiştir.







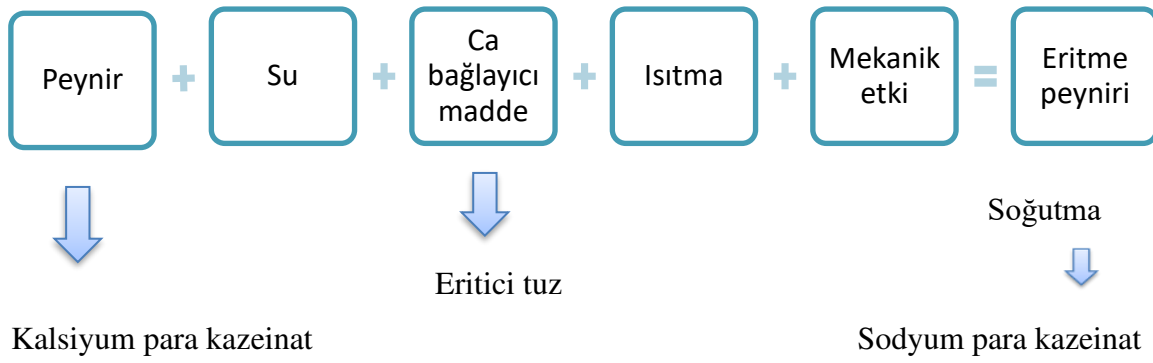
Şekil 2.2. Taze kaşar peyniri üretim akış planı (Üçüncü, 2015)

2.3. Eritme Peynirinin Tarihi, Tanımı ve Özellikleri

Süt endüstrisi gelişen teknoloji ile birlikte ürünlerin çeşitlilik kazanması ve ekonomik olarak daha kazançlı ürünlerin üretilmesini olanaklı kılmaktadır. Süt ve süt ürünleri üretimi gerçekleştiren firmalar artan talep ve değişen yaşam koşullarına ayak uydurabilmek adına son yıllarda fonksiyonel özelliklere sahip ürünlerin üretim çalışmalarını arttırmışlardır. Eritme peyniri de bu ürünler arasında yer almaktadır (Turhan, 1993; Suna ve Ersan, 2020). Eritme peynirleri ve birçok işlenmiş peynirler dilimli, ekmeğe sürülebilir, daha fazla erime özelliği gösteren yapısı sebebiyle pratik kullanım şekilleri ve atıştırmalık boyutta ambalajları ile restoran ve evlerde tercih sebebi olmaktadır (Mayer, 2001).

Eritme peynirlerini diğer peynirlerden ayıran en belirgin özelliği hammaddesinin doğrudan süt olması yerine peynir olmasıdır. Tereyağ, krema, süt tozu, kazein veya kazeinat, peyniraltı suyu proteinleri emülsifiye edici tuzlar, aroma ve katkı maddeleri gibi çeşitli ürünlerinde eritme peyniri yapımında formülasyona katılmaktadır. Bu maddelerin hepsi eritme peyniri üretiminde ayrı ayrı kalite özelliklerini üstlenir. Ayrıca rennet kazein diğer protein kaynaklarına göre daha iyi lezzet sağlamaktadır (Guinee vd., 2004; Kızılöz vd., 2009; Bursa, 2012).

İlk eritme peyniri üretimi için çalışmalar Avrupa’da 1895 yılında eritme tuzu kullanılmadan başlamıştır (Turhan, 1993; Caric ve Kalab, 1993). İsviçreli işçiler Walter Gerber ve Fritz Stettler 1911 yılında Emmental tipi ufalanmış peynir kırıntılarına eritme tuzu olan sodyum sitrat ilave ederek ısıtma işlemi tabi tutup yeni bir peynir üretmeyi başarmışlardır. İsviçreli bilim insanları daha sonra birçok peynir çeşidinde sodyum sitrat tuzlarını kullanarak dağılmış halde bulunan kalsiyum para kazeinatı akışkan bir şekle sokup soğuttuktan sonra “eritme peyniri” ya da “kutuda peynir” ismini vermişlerdir (Guinee vd., 2004; Patart, 1986). Peynirlerin eritme tuzu yardımıyla akışkan bir hal alması (jel – sol dönüşümü) Şekil 2.3’te verilmiştir.



Şekil 2.3. Peynirlerin eritme tuzu yardımıyla akışkan bir hal alması jel – sol dönüşümü (Öztekin, 2003).

Başka bir görüşe göre ise İsveç ulusal yemeği olan Fondue yapılırken peynirin eritilmesinde şarabın içerisindeki tartarik asidin eritici tuz rolü oynamasından kaynaklı eritme peyniri fikrinin ortaya çıktığı savunulmaktadır (Öztekin, 2003). 1916 yılında ABD’de Cheddar peyniri üzerinde sitrat ve fosfat tuzları denenmeye başlamıştır. 1917 yılında ABD’nin Şikago eyaletinde ilk kez ordunun ihtiyaçlarını karşılamak adına Kraft şirketi tarafından 5 librelik (2,5 kg) metal kutuda ambalajlanmış Cheddar peynirinden eritme peyniri üretimi gerçekleştirilmiştir. ABD’de bu konuda pek çok çalışma yapıp patentleri alınırken Avrupa’da 1. Dünya Savaşı’nın etkisiyle 1920 yılına kadar ilerleme kaydedilememiştir (Mayer, 1973; Öztekin, 2003; Doruk, 2018).

Eritme peyniri, Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği’nde “telemenin, bir veya bir kaç çeşit peynirin, doğrudan doğruya veya bu ürünlere gerektiğinde süt tozu, peyniraltı suyu tozu, tereyağı, krema gibi süt ürünleri katılarak elde edilen karışıma emülsifiye edici tuzlar ilave edilerek, karışımın pastörizasyon normunda veya daha yüksek sıcaklıklarda ve sürelerde ısıtma işlem uygulanması ile elde edilen, dilimlenebilir veya sürülebilir nitelikler gibi çeşidine özgü karakteristik özellikler gösteren peynir” olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2015).

Küresel olarak bakıldığında zaman dünya üzerinde geçmişi çok yeni olmasına rağmen işlenmiş peynirler oldukça popülerdir. Dünya üzerinde yılda 17 milyon ton doğal peynir üretimi yapılmaktayken, 1,5 milyon ton işlenmiş peynir üretimi gerçekleştirilmektedir (IDFA, 2006). Eritme peynirlerinin bu popüleritesi diğer peynirlere göre üreticilere birçok avantaj sağlamasından kaynaklanmaktadır. Bu avantajlar (Caric vd., 1985; Caric ve Kalab, 1999; Öztekin, 2003; Kapoor ve Metzger 2008; Fox vd., 2017c; Doruk, 2018);

- Doğal peynirlere göre içerisinde daha düşük kalitedeki peynirler, kesilmiş parçalanmış peynirler, süte göre daha uygun olan süt kaynaklı (peyniraltı suyu,

yağsız süt tozu, süt proteinleri gibi) ürünlerin kullanılmasından dolayı daha ucuza maliyet,

- Eritme peynirlerinde olgunlaşma aşamasındaki zaman kaybının olmayışı, depolama, nakliye ve soğutma maliyetlerinin daha düşük olması, daha dayanıklı olması
- Üreticiye geniş bir yelpazede maliyeti uygun üretim yapma fırsatı sunması
- Hem endüstriyel hem de perakende satışlar için uygun şekil ve tüketici açısından daha çekici ambalajlamalarda üretim kolaylığı
- Dilimlenebilirlik açısından daha tutarlı olması, eriyebilirlik, akışkanlık özelliklerin daha yüksek olmasından dolayı hızlı üretim zincirlerinde ve restoranlarda daha çok tercih edilmesi
- Değişik çeşniler katılarak çok fazla çeşit ve küçük çocukların sevebileceği tatların yakalanması
- Üretimi sırasında hem ısıtma işlem uygulamalarıyla hem de çeşitli tuzların kullanımı ile mikrobiyal kalitenin korunmasıdır.

Tablo 2.5'te eritme peynirinin kimyasal bileşimi verilmiştir.

Tablo 2.5. Eritme peynirinin ortalama kimyasal bileşenleri (Bursa, 2012).

Eritme peyniri (100g)	KM'de %45 yağ içeren	KM'de %60 yağ içeren
Su %	51,2	50,6
Yağ %	23,6	30,4
Protein %	14,4	13,2
Sodyum (mg)	1,26	1,01
Potasyum (mg)	65,0	108,0
Kalsiyum (mg)	547,0	355,0
Fosfor (mg)	944,0	795,0
Vitamin A (mg)	0,30	-
Vitamin B ₂ (mg)	0,38	0,35
Vitamin B ₁ (µg)	34,0	40,0
Vitamin B ₆ (µg)	70,0	80,0
Vitamin D (µg)	3,13	-
Folik asit (µg)	3,46	3,40
Biotin (µg)	3,60	2,80

2.4. Eritme Peynirlerinin Üretimi

Eritme peyniri üretiminde kullanılacak peynirlerin ve eritme işleminin, eritme peynirinin kimyasal ve işlevsel özellikleri üzerine etkileri bulunmaktadır. Kalite özellikleri yüksek eritme peyniri üretilmek isteniliyorsa peynir seçimine dikkat edilmelidir. Bu sebeple peynir seçiminde; peynirin çeşidi ve nem oranı, olgunluk derecesi, lezzeti, pH değeri, yapısı, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerine dikkat edilmelidir. Eritme peyniri üretiminde son üründe istenilen kaliteyi yakalamak için emülsifiye edici tuzların seçimi, yağ ve protein kaynaklarının seçimi ve kullanılacak miktarları, üretim sırasında uygulanan sıcaklıklar ve karıştırma hızı ile süresi önemlidir (Zehren ve Nusbaum, 2000; Bachmann, 2001; Shirashoji vd., 2006; Fu vd., 2018).

Halk arasında dolaşan söylemlerden biri de eritme peynirlerin genellikle bozulmuş, küflenmiş peynirlerden elde edildiğidir. Fakat Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği'nde de belirtildiği gibi tebliğe uygun olmayan hiçbir peynir eritme peyniri üretiminde kullanılamaz. Mekanik bozulmalara uğramış tenekesi deforme olmuş tüketiciye sunumu hoş olmayan, kırılmış veya parçalanmış, depolama koşullarında ki olumsuzluklar sebebiyle proteliz ve lipoliz oluşan, aşırı derecede olgunlaşmış, uzun süre muhafaza edilmiş ve mikrobiyolojik açıdan herhangi bir risk oluşturmeyen tüm peynirler eritme peyniri yapımında kullanılabilirler (Öztekin,2003; Doruk, 2018; Talbot-Walsh, 2018). Eritme peynirleri bileşimlerine ve ülkelerin ilgili kurumları tarafından izin verilen katkı maddelerine göre 6 grup da incelenir (Solak, 2013). Bunlar;

- Pastörize eritme peyniri
- Pastörize peynir karışımı
- Pastörize eritme peynir gıdası
- Pastörize sürülebilir peynir
- Pastörize sürülebilir eritme peynir
- İmitasyon (ikame) peynirdir.

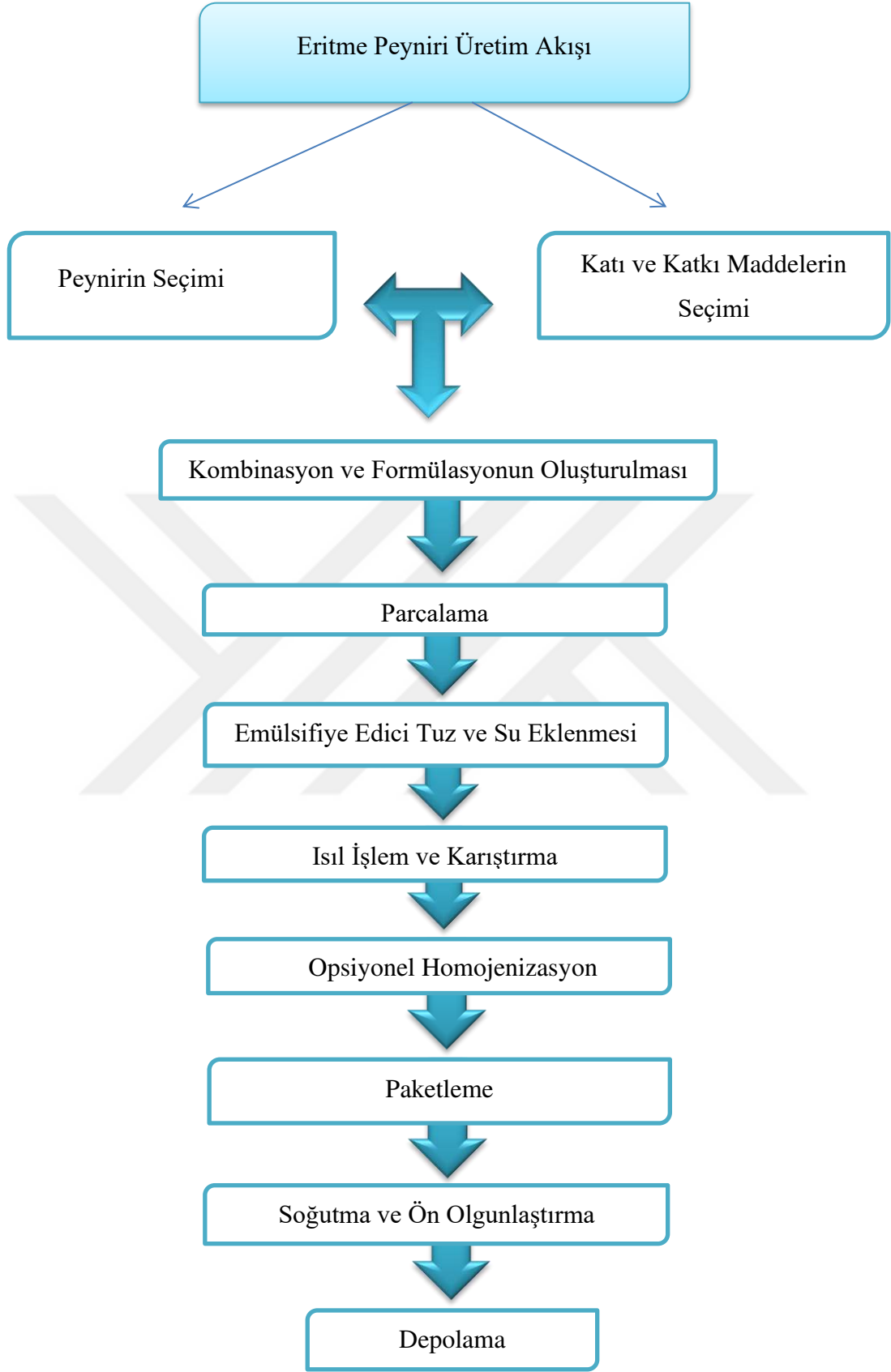
Ülkemizde yetkili kurum ve kuruluşlar tarafından şimdilik imitasyon peynirlere dair herhangi bir tanım yapılmamıştır. Genel olarak imitasyon peynirin süt yağının tamamen veya kısmi şekilde bitkisel kaynaklı ya da diğer kaynaklardan elde edilen yağlarla değiştirilmesiyle oluşturulduğu bilinmektedir (Suna ve Ersan, 2020).

Eritme peynirleri içerisine giren su miktarı ve bileşiklere göre 4 grup altında incelenmektedir (Şekil 2.4)

Blok tipte eritme peynirleri	• peynir, eritici tuz, tuz ve renklendiriciler
Pastörize eritme peyniri (PC)	• peynir, emülsifiye ajanlar, asitlendirme ajanı, krema, susuz süt yağı, toz krema, su, tuz, renklendiriciler, baharat ve aromalar, modifiye peynir enzimi, küf inhibitörleri
Pastörize eritme peyniri gıdası (PCF)	• peynir (son üründe kütlece $\geq$ % 51) diğer opsiyonel katkı maddeleri ve PC'de izin verilen tüm katkı maddelerini içeren bunların izin verilen seviyeleri, ilaveten süt, yağsız süt, tereyağı ve peynir altı suyu
Pastörize sürülebilir eritme peynir (PCS)	• peynir (son üründe kütlece $\geq$ %51) diğer opsiyonel katkı maddeleri ve PCF'de izin verilen tüm katkı maddelerini içeren bunların izin verilen seviyeleri ilaveten stabilizatörler, tatlandırma ajanları ve nisin (son üründe $\leq$ 250 ppm)

Şekil 2.4. Eritme peynir çeşitleri ve içerikleri (Öztekin, 2003; Lu, 2007; Özkan, 2012; FDA, 2016; Kapoor ve Metzger, 2008).

Eritme peyniri üretiminde yasal düzenlemeler kapsamında izin verilen miktarlarda gıda katkı maddeleri (renklendiriciler, aroma vericiler, çeşniler vb.) kullanılmaktadır. Üretimin sonunda üründe istenilen renge ulaşmak ve tüketicinin ilk olarak duysal beğenisini kazanmak için eritme peyniri üretiminde doğal ve yapay renklendiriciler kullanılmaktadır. Eritme peyniri yapımında kullanılan doğal renklendiriciler; karotenler, likopen, kurkumin, paprika özütü gibi bileşiklerken, kimyasal yollarla üretilen yapay renklendiriciler; kinolin sarısı, sunset yellow, karminik asit, allura red, brillant blue, turmarik gibi bileşiklerdir (Solak, 2013). Eritme peyniri üretim akışının temel basamakları Şekil 2.5'te verilmiştir (Caric vd., 1985; Solak, 2013).



Şekil 2.5.Eritme peyniri üretim akışının temel basamakları (Caric vd., 1985; Solak, 2013).

Son üründe istenilen özelliklere sahip ürün elde edilebilmesi için peynir seçimi önemli bir adımdır. Fabrikada üretimden kaynaklanan hatalar yüzünden atık olarak ifade edilen peynirlerin elverişli şekilde eritme peyniri yapımında kullanılması mümkündür. Ülkemizde kaşar peyniri, beyaz peynir ve tulum peyniri yaygın olarak kullanılmaktayken, Avrupa ve Amerika Birleşik Devletleri'nde ise Cheddar, Gravyer, Emmental ve Edam tipi peynirler bu amaçla kullanılmaktadır. Seçilen peynirin taze ya da sert yapıda peynir olmasına, bileşimine, pH değerine, kalsiyum ve fosfor miktarlarına dikkat edilmelidir. Keskin tada sahip ve ekşimsi olgunlaşmış peynirler, formülasyonda kullanılacak toplam peynir miktarının %15'ini geçmemelidir. Asitliği fazla olan peynirler daha az kullanılmalıdır. Taze peynirler düzgün ve kusursuz yapı-görünüm ve dilimlenebilme özelliği sağlarken, olgunlaşmış kaşar peynirleri eriyebilirlik özelliğinin ve peynir tadının daha güçlü olmasını sağlamaktadır. Son üründe istenilen kaliteyi yakalamak için formülasyona eklenecek süt ürünü olan ve süt ürünü olmayan katkı maddeleri iyi seçilmelidir. Bu amaçla birçok yardımcı maddeler çeşitli gereksinimlere göre eklenebilmektedir. Bu maddeler; süt tozu, tereyağı, krema, su, peynir altı suyu ve tozu, emülsifiye edici tuzlar, kazein ve kazeinatlar ve çeşitli aroma maddeleridir. Eritme peyniri üretiminde ısıtma işlemi uygulanmadan hemen önce emülsifiye edici tuzlar eklenmektedir. İstenilen tipte eritme peyniri üretimi için çeşitli ısı işlem normlarıyla; patojen bakterilerin öldürülmesi, standart bir ürün elde etmek yağ moleküllerinin yağ damlacıklarına dönüşümünü sağlamak ve homojenizasyonunu arttırmak, eritme tuzlarının emülsifiye gücünü arttırmak ve proteinler ile su molekülleri arasındaki bağın oluşmasını sağlamak, karışımın kremi bir yapı almasını ve koyulaşmasını desteklemek amaçlanmaktadır. (Özer, 1970; Dixon, 2011; De Oliveira vd., 2011; Boran, 2012; Bursa, 2012; Solak, 2013). Eritme peyniri üretimi, üretim tesisinin tasarımına ve kullanılan makinelere bağlı olarak yaklaşık bir saat sürebilmektedir. Endüstriyel olarak farklı tiplerde birçok çeşit pişirici ve karıştırıcılar mevcuttur. Pişirme süresi bu farklı tiplerdeki makinelere bağlı olarak yaklaşık 3 ila 8 dakika sürmektedir. Pişirme sıcaklığı genellikle 65°C ile 140°C arasındadır. Ultra yüksek sıcaklık (UHT) kullanılacaksa 130-140°C arasında birkaç saniye süren bir işlem uygulanmaktadır. Eritme peyniri üretimi belli bir sıcaklıkta homojen bir yapı elde edinceye kadar sürekli karıştırarak gerçekleşir ve bu basamak önemli bir işlemdir (Lee vd., 2003; Fu vd., 2018).

2.5. Emülsifiye Edici Tuzlar ve Özellikleri

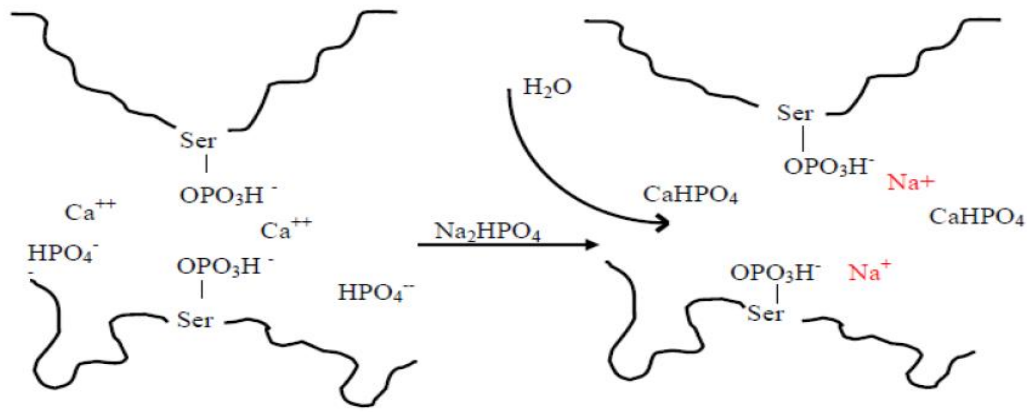
Eritme peynir üretiminde peynir proteinlerinin emülsifiye olma özelliğini arttırmak, yağın peynirin içerisine homojen dağılmasını sağlamak ve kusursuz yapı elde etmek için fonksiyonel özellikleri etkileyen emülgatör görevi gören tuzlar kullanılmaktadır. Emülsifiye edici tuzların uygulanması, peynirde istenilen pH'nın yakalanması, zincir peptizasyonu, proteinlerin dispersiyonu, suyu bünyelerine bağlaması ve şişmesi, yağın emülsifikasyonu ve stabilizasyonu ile sonuçlanır (Templeton ve Sommer, 1936; Cunha ve Viotto, 2010; Cernikova vd., 2010; Özkan, 2012).

Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'nde emülsifiye edici tuzlar; “peynirde bulunan proteinleri dispers hale getirerek yağ ve diğer bileşenlerin homojen dağılımını sağlayan maddeler” olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2013). Kusursuz bir eritme tuzu kolay çözünmeli, uygun fiyatlı olmalı, üretilmesi planlanan eritme peynirinin lezzetini etkilememeli, depolamadan sonra peynirin içerisinde kristalleşme eğilimi göstermeyen kusursuz tekstüre sahip iyi dilimlenebilen sert bir peynir oluşturabilmelidir (Özkan, 2012). Eritme peyniri yapımında kullanılan eritme tuzlarının başlıca görevleri şunlardır (Caric vd., 1985; Dimitreli vd., 2005; Weiserova vd., 2011; Bursa, 2012; Solak, 2013; Üçüncü, 2015; Doruk, 2018);

- Eritme tuzlarının ilk görevi Şekil 2.3'te gösterilen peynir jelinin (para kazein jeli) stabilitesini belirleyen kalsiyum iyonlarını bağlayarak, çözünmeyen kalsiyum parakazeinatı bir emülgatör olarak işlev görebilen daha çözünür sodyum parakazeinata dönüştürerek bir sol jeli elde etmektir.
- İkinci görevleri heterojen durumda peynirin içinde bulunan kazeinin peptizasyona uğramasını sağlayarak çözme ve dağılmasına yardımcı olmaktır. Yani kremleştirme gücünü arttırmakta ve son üründe standart kalitede bir peynir elde edilmesini sağlamaktadırlar.
- Eritme tuzları pH ayarlayıcı ve tamponlayıcı etki göstermektedirler. Böylece stabil kıvamda ve uzun süre depolanabilen raf ömrü uzun bir eritme peyniri üretimine imkan sağlamaktadırlar.
- Kazein molekülünden kalsiyum iyonlarının ayrılmasıyla, çözünürlüğü artan kazeinler yağ globüllerinin etrafını çevrelemektedir. Bu sayede yağın emülsifikasyonu ve emülsiyonun stabilizasyonu sağlanmaktadır. Son üründe soğutma işlemi sonrası istenilen yapının sağlanması için etkilidirler.

- Bakteriostatik etki göstererek eritme peyniri içerisindeki bakteri faaliyetlerini engellemektedirler. Bu etki sitratlarda daha az, monofosfatlarda ise belirgin olmasına karşın polifosfatlarda çok daha güçlüdür.

Kazein molekülünün suda çözünürlüğünü engelleme yönünde yatkinlık gösteren serbest haldeki kalsiyum iyonlarının bağlanması gerekmektedir. Emülsifiye edici tuzlarda bulunan Na^+ iyonu Ca^{++} iyonu ile yer değiştirerek kalsiyum iyonlarını bağlamaktadır (Solak, 2013).



Şekil 2.6. Serbest haldeki Ca^{++} iyonunun eritme tuzlarıyla bağlanması (Solak, 2013).

1900'lü yılların başlarında İsveç'te sitrik asit tuzları eritme tuzu olarak kullanılmaktaydı. 1920'li yıllarda Avrupa'da eritme peynirlerin endüstriyel boyutta üretiminin artmasıyla eritme peyniri yapımında çeşitli kombinasyonlarda emülsifiye edici tuzlar denenmeye başlanmıştır. Sitrat ve fosfat tuzlarının karışımlarının kullanılması daha uygun bulunmuştur (Caric vd., 1985). Eritme tuzları kullanılmadığı zaman ısıtma işlemi ve daha sonra depolama aşamasında nem kaybı ve yağ ayrılması görülmüştür (Özkan, 2012). Günümüzde teknolojik açıdan ve sağlık açısından en elverişli olarak kabul edilen ve çok geniş bir kullanım alanı bulan 3 grup emülsifiye edici tuz vardır. Bunlar (Awad vd., 2004; Üçüncü, 2015);

- 1) Sitrik asidin tuzları (sitratlar)
- 2) Monofosforik asidin tuzları (monofosfatlar)
- 3) Polifosforik asidin tuzları (polifosfatlar)'dır.

Sitratlar karıştırma işlemi sırasında kolaylıkla çözünmektedir. Proteinleri dispers hale getirme kabiliyetleri güçlüdür. Kremesi yapıda peynir oluşturma özellikleri yetersiz

olduğundan dolayı daha sert yapılı blok tip eritme peyniri üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Sitrik asidin 3 farklı tuzu vardır:

- Monosodyum sitrat,
- Disodyum sitrat ve
- Trisodyum sitrat.

Genellikle disodyum ve trisodyum sitratların pH'ı ayarlanmış karışımları endüstride kullanılmaktadır. Trisodyum sitrat eritme peynirine özgün bir tat vermektedir (Solak, 2013). En yaygın emülsifiye edici tuzlar, sodyum fosfat, polifosfatlar, sitratlar ve bunların kombinasyonlarıdır. Amerika Gıda ve İlaç Dairesi'nin 2011 yılında yayınladığı kodekste eritme peyniri yapımında 13 adet emülsifiye edici tuz ve kombinasyonlarının toplam kütleinin % 3'ünü geçmeyecek şekilde formülasyonda kullanılması gerektiğini bildirmiştir. Bu tuzlar; monosodyum fosfat, disodyum fosfat, ve trisodyum fosfatlar, dipotasyum fosfat, sodyumheksametaz fosfat, sodyum asit pirofosfat, tetrasodyum fosfat, sodyum alüminyum fosfat, sodyum sitrat, potasyum sitrat, kalsiyum sitrat, sodyum tartrat ve sodyum potasyum tartratıdır (Weiserova vd., 2011; Solak, 2013; Chen ve Liu, 2012).

Emülsifiye edici tuzların her birinin, üründe istenilen özelliklere farklı farklı katkıları vardır. Kalsiyum bağlama yeteneği, protein hidrasyonu ve yağın homojen dağıtılabilme kabiliyetleri, eritme tuzlarının tipine ve bunların kombinasyonlarındaki miktarlarına bağlıdır. Eritme tuzlarının azaltıldığı durumlarda kazeinin hidrasyonunun olumsuz etkilendiği ve yağ emülsifiyonu için karıştırma işleminin uzadığı görülmüştür. En yaygın kullanılan eritme tuzları sitrat ve fosfatlardır. Sitratların kalsiyum şelatlama özelliği fosfatlardan daha düşüktür. Polifosfat eklenen peynirler daha sert yapılı peynirler oluştururken, sitratlar ise daha iyi erime özelliklerine sahip eritme peyniri üretiminde rol alırlar. Fosfat tuzlarının moleküllerindeki fosfor atomlarının sayısındaki artış ile daha sert yapılı eritme peyniri elde edilmektedir. Bu sebeple monofosfat tuzları kullanılan eritme peynirlerinde ki sertlik değeri daha düşüktür ve yumuşak bir kıvam-yapıya sahiplerdir. Fosfatların kalsiyumu bağlama kabiliyeti polifosfatlar, trifosfatlar, difosfatlar ve monofosfatlar şeklinde sırası ile azalmaktadır. Emülsifiye edici tuzların bileşimi değiştikçe, eritme peynirlerinin dokusal özellikleri de önemli ölçüde etkilenmektedir (Mizuno ve Lucey, 2005; Weiserova vd., 2011; El-Bakry vd., 2010). Eritme peyniri üretiminde kullanılan bazı eritme tuzlarının formülü ve karakteristik özellikleri Tablo 2.6'da verilmiştir.

Tablo 2.6. Bazı eritme tuzlarının formülü ve karakteristik özellikleri (Bursa, 2012).

Emülsifiye Edici Tuz	Formülü	Karakteristikleri
Sodyum Sitrat	$\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$	Çeşitli kullanım alanına sahip, eriyebilme özellikleri güçlü sert yapılı peynirlerde kullanılırlar. Peynirde kalite özelliklerini geliştirirler. Pahalı değildir.
Disodyum Fosfat	Na_2HPO_4	İyi sertleşme özelliği gösterir, tamponlama ve eritme özellikleri güçlüdür, fakat kremalaştırma özellikleri zayıftır. Eritme tuzları içerisinde en uygun fiyata sahiptir.
Trisodyum Fosfat	Na_3PO_4	Alkali karakter de ürün oluşturmaktadır. Düşük miktarlarda kullanılabilir. Çeşitli eritme tuzları ile kombine edildiğinde daha iyi dilimlenebilen peynir yapısı oluşturmaktadır.
Sodyum hekzametafosfat (Graham Tuzu)	$(\text{NaPO}_3)_6$	Sert yapılı peynir oluşumunda etkilidir ve acımsı tat oluşturmaktadır. Peynirlerde bakterilerin çoğalmasını engellemektedir. Diğer eritme tuzlarına göre daha az çözücü özellik göstermektedir.
Tetrasodyum difosfat	Polifosfatlar $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$	Kremalaştırma özellikleri güçlüdür. yüksek protein çözme gücü, pH ayarlama, düzgün iyon değişimi gibi özellikleri vardır. Peynirlere acımsı tat verirler.

2.6. Kızılötesi (İnfrared) Spektroskopisi

Son yıllarda gıda endüstrisinde, gıda kalitesinin ve güvenliğin ön plana çıkmasıyla üreticiler hızlı ve güvenilir sonuçlar verebilen geleneksel metotlara alternatif olabilecek analitik yöntemlere eğilim göstermektedirler (Cen ve He, 2007; Akkaya vd., 2017). Geleneksel metotlara göre farklı cihazlara bağımlılık olmadan ekipman teminin ve çalışılmasının kolay olduğu, çok fazla kimyasal maddeler kullanılmadan çevre dostu spektroskopik analizler sayesinde gıdaların içerisinde bulunan majör birleşenlerin

ölçümleri saniyeler içerisinde yapılmaktadır. Spektroskopik tekniklerde numunenin absorpladığı ya da yaydığı elektromanyetik ışıma ölçülerek yorumlanmaktadır (Ertugay ve Başlar, 2011; Coruk, 2018). Kızılötesi spektroskopisi bileşikler içerisindeki atomların titreşimleriyle ölçüm yapan standart bir analitik yöntem olup, aynı zamanda titreşim spektroskopisi olarak da bilinmektedir (Dole vd., 2011). Üç farklı kızılötesi bölgeden oluşmaktadır. Bu bölgelerde absorpsiyon sonucu oluşan titreşimler, günümüz teknolojisi ile birlikte analiz edilerek birçok molekülün kalitatif ve kantitatif olarak tanımlanmasına yardımcı olmaktadır. Bu üç farklı bölge (Özkan, 2011);

- Yakın kızılötesi bölge (elektromanyetik spektrum bölgesi 12500 cm^{-1} ve 4000 cm^{-1} aralığında olanlar)
- Orta kızılötesi bölge (elektromanyetik spektrum bölgesi 4000 cm^{-1} ve 400 cm^{-1} aralığında olanlar)
- Uzak kızılötesi bölge (elektromanyetik spektrum bölgesi 400 cm^{-1} ve 10 cm^{-1} aralığında olanlar) olarak ayrılmaktadırlar.

Kızılötesi spektroskopisinde kimyasal gruplar hakkında temel bilgilere karşılık gelen titreşimler orta kızılötesi bölgede oluşmaktadır. Kimyasal analizlerde özellikle 4000 cm^{-1} ve 400 cm^{-1} aralığındaki kızılötesi bölge dikkat çekmektedir (Çebi, 2012; Coruk, 2018). Kızılötesi spektroskopisi genellikle 2 alanda toplanmaktadır (Coruk, 2018):

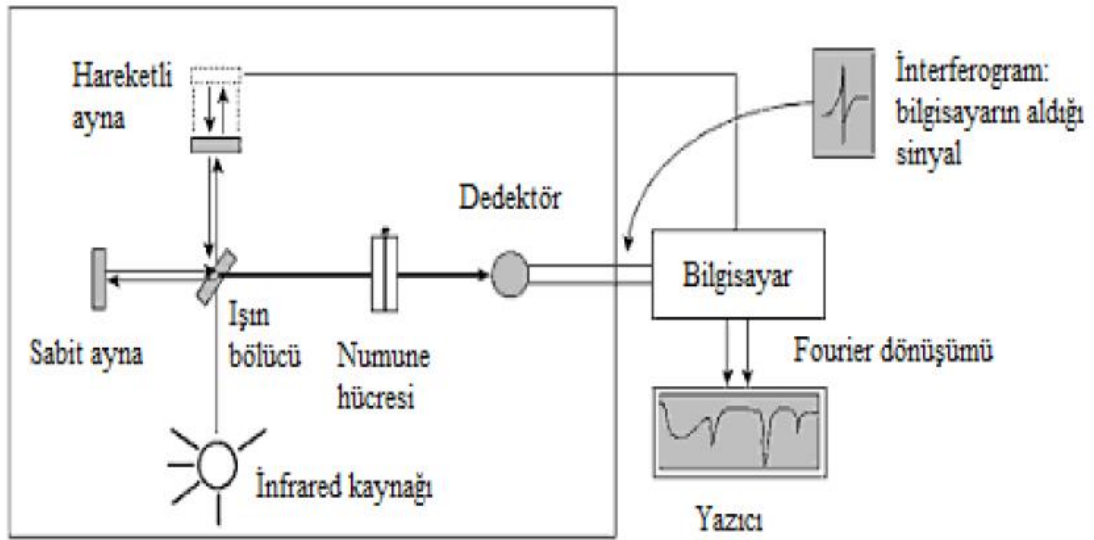
1. Elektromanyetik spektrumda kızılötesi bölgenin belirtilmiş bölgelerinde analiz olanağı veren spektroskopi
2. İnterferometreler sayesinde kızılötesi bölgenin tamamında analiz yapabilen Fourier transform spektroskopisi

Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi, geleneksel kızılötesi spektroskopilere göre; hassasiyeti yüksek çok daha hızlı analiz sonucu vermekle birlikte optik dizaynı sayesinde sinyal gürültü düzeyi çok düşüktür. Peynir bileşimlerinin belirlenmesinde günümüzde zaman kaybı yaratan analizler yerine birçok çalışmada Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi kullanılmaktadır (Çebi, 2012; Coruk, 2018).

2.7. Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi

Kızıl ışığın infrared yoğunluğuna karşı oluşan dalga (pik) sayısını matematiksel bir Fourier dönüşümle ölçen analitik bir metottur. İnterferometre prensibine dayalı bir çalışma mekanizması vardır. Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisinin en önemli bölümü hareketli ayna, sabit ayna ve bir infrared ışık kaynağından oluşan interferometredir. İnterferometre, iki ya da daha fazla dalgayı birleştirerek spektrogramu yorumlanabilir hale

getirmektedir. Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi; interferometre bölümü ile ışın bölücü, numune hücresi, dedektör ve detektöre gelen ışınların dönüştürülüp spektrum elde edilmesini sağlayan sisteme bağlı bir bilgisayardan oluşmaktadır. Kızılötesi ışık kaynağından çıkan ışın önce ışın bölücü üzerine düşmektedir. Buradan sabit ve hareketli ayna yardımıyla tekrar ışın bölücüye gelir. Bölücüye gelen ışın numuneden geçerken bir bölümü absorplanmaktadır. Detektöre ulaşan numunenin absorpladığı ışın burada referans olarak kullanılan bir lazer ışınıyla karşılaştırılmaktadır. Bu karşılaştırma sonucu elde edilen interferograma bilgisayar programı yardımı ile dönüştürülüp ve numuneye ait FTIR spektrumları okunmaktadır. (Erkahveci ve Karaali, 1996; Davis ve Mauer, 2010; Özkan, 2011; Çırak, 2017).



Şekil 2.7. Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisinin çalışma mekanizması

(Özkan, 2011).

FTIR ile katı, sıvı, gaz ve çözelti halindeki organik bileşiklerin kalite kontrol analizlerini yapılabildiği gibi, karakterizasyon analizleri için de kullanılabilir. Birçok alanda kullanılırken ilk kez 1960'lı yıllarda gıda alanında kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle gıda ve tarım sektöründe tecrübeye ihtiyaç duyulmadan kimyasal çözücülerin kullanılmadığı, çok küçük miktarda örneklerle bile örneğe zarar vermeden hızlı ve güvenilir analizlerin uygun maliyetle yapılmasını sağlamaktadır (Bardakçı ve Seçilmiş, 2006; Çırak, 2017; Kadiroğlu ve Ekici, 2018; Çağlar vd., 2019).

FTIR ile analizi gerçekleştirilmesi düşünülen katı örnekler için 3 farklı hazırlama metodu mevcuttur. Bu yöntemlerden ilki numunenin potasyum bromür (KBr) ile karıştırılması ve ince bir pellet haline getirilmesidir. İkinci yöntemde KBr kullanılmadan pellet oluşturulurken son yöntemde numune bir çözücü içerisinde çözülerek analiz edilmektedir (Büyüksirt ve Kuleaşan, 2014; Çırak, 2017).

Gıdaların içerisinde bulunan protein, karbonhidrat, yağ ve sudan oluşan bileşiklerin karakteristik absorpsiyon bantları vardır. Bu maddelerin özellikle 2000 cm^{-1} 'den sonra gelen karakteristik absorpsiyon bantları 4000 cm^{-1} ile 400 cm^{-1} arasındaki orta kızılötesi bölgeye düşmektedir. Orta kızılötesi bölge genellikle dört bölüme ayrılmaktadır. Bunlar; gerilme bölgesi (hidrojen atomu ile bağ yapan atomlar O-H, C-H, N-H), üçlü bağ bölgesi, çift bağ bölgesi ve parmak izi bölgesidir. Numunedeki moleküllerin kimyasal bağ yapısı ile ilişki olarak orta kızılötesi bölgeye düşen bu bantlar ile numunedeki mevcut fonksiyonel gruplar ilişkilendirilmektedir. Orta kızılötesi bölgede bütün organik bileşenlerin içerisindeki kimyasal gruplar hakkında daha ayrıntılı bilgi içeren bölgeye parmak izi bölgesi denilmektedir. Her bir molekülün kendine özgü bir kızılötesi spektrumu vardır. Farklı iki molekül aynı bağı içerse bile bağın yeri ve biçimi gibi birçok bilgi spektrumda görüldüğü için, aynı kızılötesi spektruma sahip olmaları mümkün olmamaktadır. Parmak izi bölgesinde oluşan pikler ile taklit ve tağşiş amaçlı yapılan çalışmalarda olumlu sonuçlar alınmıştır (Özkan, 2011; Çebi, 2012; Büyüksirt ve Kuleaşan, 2014; Çırak, 2017; Çağlar vd., 2019). Orta kızılötesi bölgede gerçekleşen kızılötesi absorpsiyonu sonucu molekülde oluşan titreşim bantları titreşim sırasında ya bağın boyunda ya da açısında meydana gelmektedir. Bağın açısındaki değişimler eğilme vibrasyonu, boyundaki değişimler de gerilme vibrasyonu olarak adlandırılmaktadır (Özkan, 2011).

Tablo 2.7. Bazı gıda bileşenlerinin orta kızılötesi bölgede nicel olarak analizinin yapılmasında kullanılan absorpsiyon bantları ve bağ türleri (Özkan, 2011; Çebi, 2012).

Bileşen Türü	Absorpsiyon Frekansı (cm^{-1})	Bağ türü
Su	3600-3200	O-H Gerilme
Yağ	3007-3012	C-H Gerilme
Yağ Karbonhidrat	2980-2800	C-H Gerilme
Yağ	1745-1725	C=O Gerilme (ester bağı)
Yağ	967	C=C-H bandı
Protein	1700-1600	Amid 1
Protein	1565-1520	Amid 2
Su	1650	H-O-H

Alkinler	3310-3300	C-H Gerilme
Metil ve metilen grupları	3000-2800	C-H gerilme (alifatikler)
Esterler, Ketonlar, Amidler	1870-1550	C-O Gerilme
Organik nitrit bileşikleri	1680-1610	N=O Gerilme

FTIR'ın gıda analizlerinde kullanılmasının avantajları ve dezavantajları aşağıda maddeler halinde verilmiştir (Davis ve Mauer, 2010; Ertugay ve Başlar, 2011; Büyüksirt ve Kuleaşan, 2014).

Avantajları:

- Analizin aşamaları tecrübe gerektirmeden yapılabilecek kadar basittir ve birkaç dakika içerisinde hızlı ve kolaylıklar sonuçlara ulaşılmaktadır.
- Numuneye ait bileşenlerin tanımlanması analizlerinin yanı sıra kalite analizleri de aynı anda yapılabilmektedir. Kalibrasyon pikleri sayesinde analizlerin güvenilirliği artmaktadır.
- Az miktarda numune ile yapısına zarar vermeden tahribatsız ve tekrar kullanma imkanı sağlayan analizler gerçekleştirmektedir.
- Tehlike oluşturmaz. Analiz sırasında kimyasal maddeler kullanılmadığı için çevre dostudur.
- Her bir analiz için farklı ekipman ve cihazlara ihtiyaç duyulmamaktadır. Maliyeti diğer analizlere göre oldukça uygundur.
- Aynı anda birden fazla örnekle katı, sıvı, gaz ve çözelti formlarında çalışılmaktadır.
- Geniş spektrum aralıkları sayesinde uygulama alanları oldukça geniştir.

Dezavantajları:

- İlk yatırım maliyetleri diğer birçok analize göre oldukça yüksektir.
- Kalibre edilmesi zaman alıcıdır ve referans bir analize bağlı olmadan yapılamamaktadır.
- Karmaşık yapıli numunelerde yanlış yorumlamalar yapılabilmektedir.

Günümüzde FTIR spektroskopisi birçok maddenin özgünlüğünü tespit etmek ve gıdalarda yapılan taklit ve tağşişi incelemek ve araştırmak için tercih edilen yöntemdir. Yağ çeşitlerinin tanımlanması, bozulmaların belirlenip yapılan tağşişlerin tespiti, bal ve etlerdeki tağşiş ve bozulmaların tespitinde uzun süredir kullanılmaktadır. İlgili analitik teknik son yıllarda baharatların tanımlanması ve tağşişinde de yaygın kullanım alanı

bulmuştur. FTIR spektroskopisi, süt ve süt ürünlerinin güvenilir ve hızlı değerlendirilmesi ile peynirlerde sınıflandırmanın yapılması ve kimyasal bileşim tespiti için de ilgi çekici bir tekniktir. Yakın kızılötesi (NIR) spektroskopisi ile karşılaştırıldığında FTIR, peynirdeki kimyasal bileşen tespiti için daha kararlı ve özgün dalga boylarına sahip olması bakımından daha yüksek doğruluğa sahiptir. (Lei ve Sun, 2019; Valand vd., 2020).

2.8. Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisinin Gıda Analizlerinde Kullanımı ile İlgili Bazı Örnekler

Leite vd. (2019) tarafından yapılan bir çalışmada FTIR spektroskopisi ile peynirlere süt yağı yerine soya fasulyesi yağı ilave edilerek yapılan tağşiş tespit edilmek istenmiştir. Fiziksel ve kimyasal analizler, tağşişin belirlenmesine yardımcı olmazken, orta kızılötesi bölgede oluşan karakteristik doymamış yağ asitlerine ait absorbands bantları sayesinde soya fasulyesi yağı katılan peynirler tespit edilmiştir. Jaiswal vd. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada inek ve manda sütlerine bitkisel kökenli soya sütü katılarak yapılan tağşiş tespit edilmiştir. Çok fazla sayıda numunenin aynı anda analiz edilmesi kolaylığı sağlayan FTIR spektroskopisinin orta kızılötesi bölgede gelen piklerinin farklılıkları ile sütteki soya sütünü tespit etme potansiyelinin olduğu belirtilmiştir.

Alkhalf vd. (2017) yumuşak beyaz peynirlere formaldehit karıştırdıkları örnekleri FTIR spektroskopisi ile tespit edip diğer örneklerden ayırt etmişlerdir. Cuibus vd. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada palm yağının ile karıştırılmış tereyağı örneklerinin ayrılması için zayıflatılmış toplam yansıma başlıklı FTIR spektroskopisi tekniği kullanılmış ve örneklerden palm yağı ilave edilenler ayrılabilirken, söz konusu analitik tekniğin tanımlama için hassas bir yöntem olduğu bildirilmiştir.

Oussama vd. (2012) tarafından zeytinyağlarındaki tağşişin belirlenmesinin amaçlandığı bir çalışmada, zeytinyağlarında soya fasulyesi ve ayçiçeği yağlarının kullanılıp kullanılmadığı araştırılmıştır. Yapılan çalışmada iyi tağşiş tespiti için orta kızılötesi bölgede gelen piklerin etkili olduğu, kısmi en küçük kareler (PLS) regresyonu kullanılarak sonuçlar yorumlandığında zeytinyağlarında %1 oranından daha az bile soya fasulyesi ve ayçiçeği yağı katıldığında tağşişin %100 belirlenebileceği tespit edilmiştir. Mata vd. (2012) tarafından yapılan başka bir çalışmada doymamış yağ asitleri içeren trigliseridlerin parmak izi bölgesindeki spektral bantlarının farklılığı değerlendirilerek, zeytinyağlarının içerisine katılan ayçiçeği, mısır, soya fasulyesi, kanola gibi yağların ayrımı yapılabildiği gibi katılan miktarın da tespit edilebilmesinde zayıflatılmış toplam yansıma başlıklı FTIR spektroskopisi kullanımının uygun olduğu ifade edilmiştir.

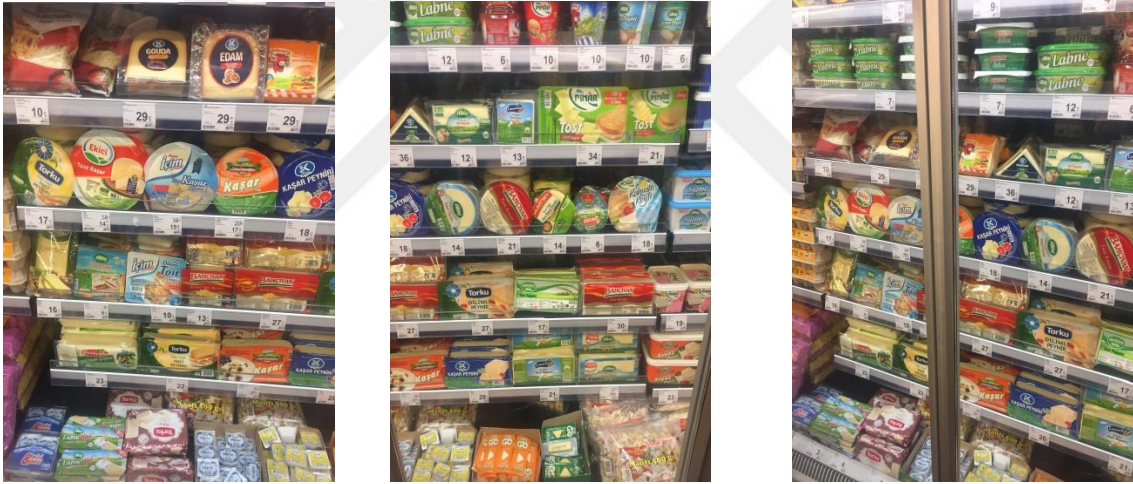
Sujka ve Koczon (2018) tarafından yapılan bir çalışmada farklı menşei ve olgunlaştırılma süresine sahip viskilerin FTIR spektroskopisi ile ayrımının yapılması amaçlanmıştır. IR tekniği ile farklı menşei viskiler arasındaki kimyasal bileşimdeki genel farklılıklar ve 2, 3, 6 ve 12 yıl olgunlaşmış viskileri ayırt etmek için uygun spektral bant yoğunlukları ve dalga sayıları tespit edilmiştir. FTIR ile menşei ve yaşı bilinmeyen örneklerin tanımlanabileceği ifade edilmiştir. Bir başka çalışmada Polonya’da farklı değirmenlerden temin edilen unların bazı kalite özellikleri FTIR spektroskopisi ile incelenmiştir. FTIR spektroskopisinin unların kalite özelliklerinin belirlenmesinin yanında unun bileşenlerinin içeriğinin tespiti için hızlı, doğru, ucuz ve kullanışlı bir yöntem olduğu bildirilmiştir (Sujka vd., 2017).

Ostrowska-Ligeza vd. (2012) tarafından yapılan bir çalışmada toz bebek mamalarına ilave yağ katılarak yapılan tağşiş FTIR spektroskopisi kullanılarak karakteristik bantların belirlenmesiyle tespit edilmiştir. Gök vd. (2015) tarafından Anadolu’dan toplanan çeşitli bal örneklerinin hangi çiçek ve kaynağa ait olduğu, orta kızılötesi bölgedeki dalga boyları ile FTIR spektroskopisi ile tespit edilmiştir. Reis vd. (2017) tarafından yapılan bir başka çalışmada kullanılmış kahve telvesi, kavrulmuş kahve kabukları, kavrulmuş mısır ve arpanın karıştırıldığı kahve örneklerinde, birinci modellemede kahvelerin ayrılımı yapılırken ikinci modellemede bu ayırmadaki tağşiş maddesi zayıflatılmış toplam yansıma başlıklı FTIR spektroskopisi kullanılarak tanımlanabilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada ulusal ve uluslararası ölçekte kaşar peyniri ve eritme kaşar peyniri üretimi yapan 9 farklı ulusal firmanın ürünleri Burdur'daki yerel marketlerden satın alınmıştır (Şekil 3.1). Peynirler temin edilirken son kullanma tarihi birbirine yakın ürünler seçilmiş olup, aynı firmanın hem kaşar peyniri hem eritme peyniri olmak üzere 2 farklı peynir alınmıştır. Toplam 18 adet peynir örneği (orijinal ambalajları üzerindeki bilgilerin doğru olduğu kabul edilerek) Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Laboratuvarına taşınarak kodlanmıştır (Şekil 3.2). Peynir örnekleri analizler süresince $+4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.1. Temin edilen kaşar ve eritme peynirlerinin marketlerdeki görüntüsü



Şekil 3.2. Kaşar peyniri ve eritme peynirlerinin kodlanması

3.2. Yöntem

3.2.1. Örnek Alma

Analizler için peynir örneklerinden örnek alma işlemi Uluslararası Sütçülük Federasyonu tarafından hazırlanan Süt ve Süt Ürünlerinden Örnek Alma Kılavuzu'na [ISO 707:2008(E), IDF 50:2008(E)] göre yapılmıştır (IDF, 2008).

3.2.2. Kaşar Peyniri ve Eritme Peyniri Örnekleri İçin Kimyasal Analiz Yöntemleri

3.2.2.1. pH Tayini

Rendelenmiş homojen peynir örneklerinden 10 g tartılıp 25 mL'lik behere alınmış (Şekil 3.3) ve üzerine 10 mL saf su ilave edilmiştir. Karışım 750 rpm'de 10 saniyeye ayarlanmış homojenizerde (Wisetis HG-15D, Witeg, Kore) homojenize edilmiştir. Homojen karışımın pH'sı, Jenco 6173 marka pH (San Diego, CA, ABD) metre ile ölçülmüştür.

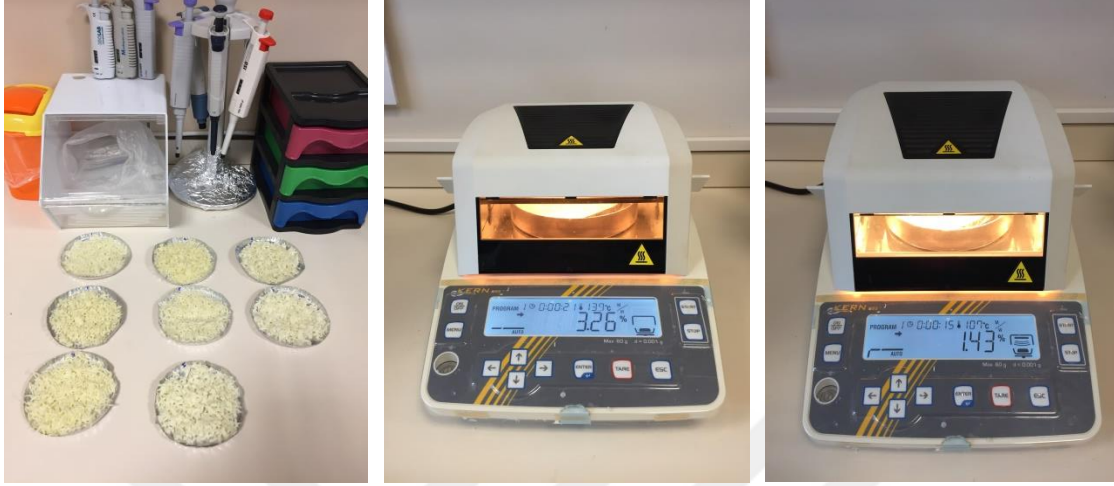


Şekil 3.3. Rendelenmiş peynir örneklerinden 10 g tartılarak pH analizi için ön hazırlık yapılması

3.2.2.2. Kurumadde Tayini

Rendelenmiş peynir örneklerinden 2,5 g tartılarak peynir analizleri için üretici firma tarafından tavsiye edilen program seçilmiş ve nem analizöründe (Kern DBS 60-3,

Kern & Sohn GmbH, Balingen-Frommern, Almanya) her bir örnek için yaklaşık 30-45 dakika sürede nem içerikleri (%) belirlenmiştir (Şekil 3.4) ve % kuru madde değerleri hesaplanmıştır.



Şekil 3.4. Rendelenmiş peynir örneklerinden 2,5 gr tartılması ve nem ölçerde analizi

3.2.2.3. Asitlik Tayini

Rendelenmiş peynir numunelerinden 250 mL'lik erlene, 10 g tartılmıştır. Erlenlerin üzerine 10 mL saf su ilave edilmiştir. Karışım 750 rpm'de 10 s'ye ayarlanmış homojenizerde (Wisetis HG-15D, Witeg, Kore) homojenize edilmiştir. Homojenizerin probu karışımın bulunduğu erlenin içerisine gelecek şekilde 20 mL saf su ile temizlenmiştir. Üzerine 3-4 damla % 1'lik fenolftalein indikatör çözeltisi damlatılıp 0,1 N NaOH çözeltisi ile 1 dakika içinde kaybolmayan açık pembe renk erlende meydana gelinceye kadar titre edilmiştir (Şekil 3.5). Titrasyon sonundaki 0,1 N NaOH çözeltisinin sarfiyatı kaydedilmiştir. Elde edilen sarfiyat sonuçlarına göre % asitlik aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Kocatürk, 2019).

$$\% \text{ Asitlik (Laktik asit olarak) } = V \times f \times 0,009 \times 100 / m$$

V: Titrasyonda harcanan NaOH çözeltisi, mL

m: Titrasyonda kullanılan deney numunesi miktarı, g

f: NaOH çözeltisinin faktörü

0,009: Laktik asidin milieşdeğer gramı



Şekil 3.5. Titrasyon yöntemiyle peynir örneklerinin toplam asitlik değerinin belirlenmesi

3.2.2.4. Tuz Tayini

Üzerleri kodlanmış 50 mL'lik beherlere, rendelenmiş kaşar peyniri ve eritme peynirlerinden 10 g tartılmıştır. Beherlerin üzerine 60°C'deki saf sudan 20 mL ilave edilip, karışım 750 rpm'de 10 s'ye ayarlanmış homojenizerde (Wisetis HG-15D, Witeg, Kore) homojenize edilmiştir. Homojenizatörün probu saf su ile temizlenerek karışıma eklenmiştir. 100 mL'lik balon jojeye aktarılan karışım saf su ile balon jojenin çizgisine kadar tamamlanmıştır. Karışım yaklaşık 1 dakika boyunca çalkalanmıştır. Hazırlanan filtre kâğıtları cam hunilerin içerisine yerleştirilmiş, huniler 250 mL'lik erlene yerleştirilmiştir. Balonjojedeki karışım filtre kağıdı yardımı ile erlene süzölmüştür (Şekil 3.6). 50 mL'lik erlene süzöntüden alınan 5 mL örnek ve 5 mL saf su ilave edilmiştir. Üzerine 4 damla potasyum kromat (K_2CrO_4) indikatör çözeltisi eklenerek 0,1 N $AgNO_3$ ile kaybolmayan kırmızı-kahverengi renk oluşuncaya kadar titre edilmiştir (Şekil 3.7). Titrasyon sonundaki sarfiyat hacmi kaydedilmiştir. Elde edilen sarfiyat sonuçlarına göre % tuz aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Metin ve Öztürk, 2016).

$$\% \text{ Tuz (g/100 ml örnek)} = N \times V \times 0.0585 \times 100/m$$

N = $AgNO_3$ çözeltisinin normalitesi

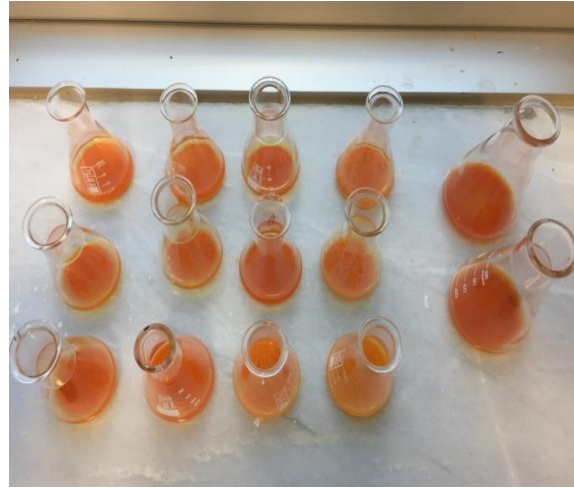
V= Harcanan $AgNO_3$ hacmi (mL)

m= 5 mL'deki örnek miktarı

0.0585 = NaCl'ün mili ekivalen ağırlığı



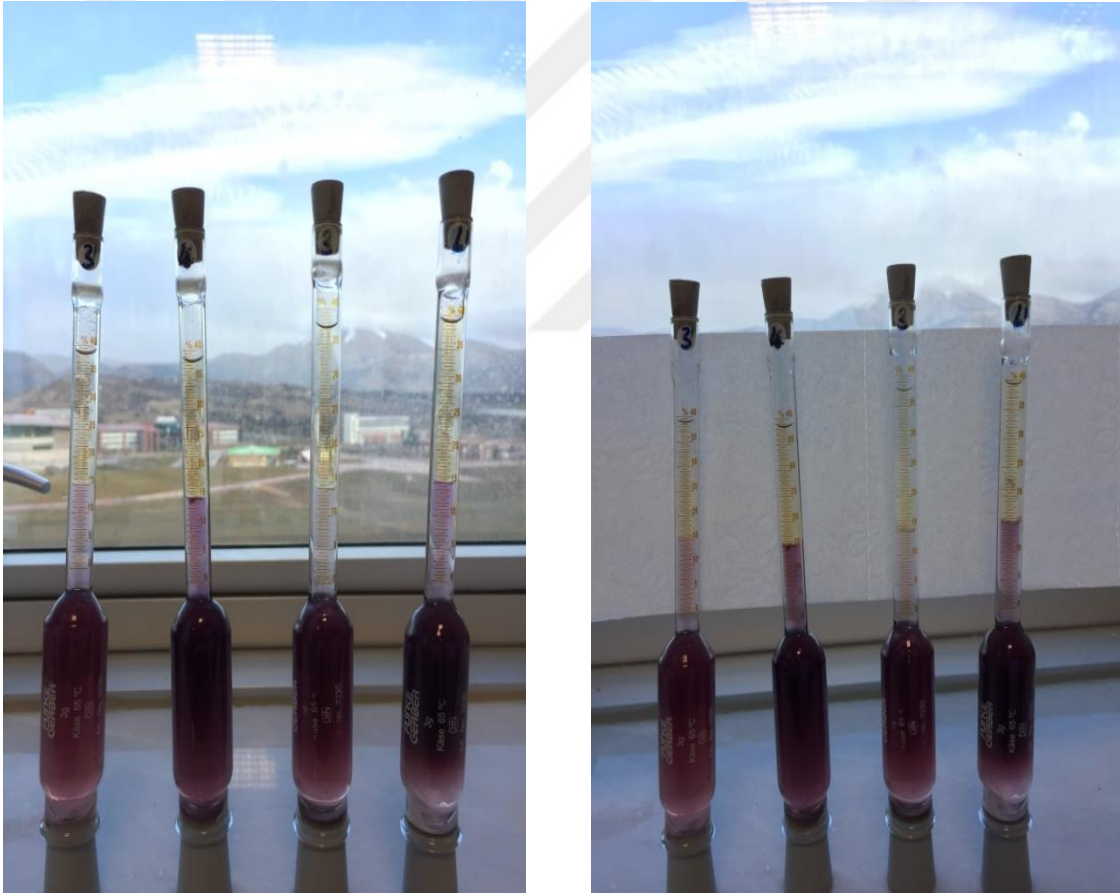
Şekil 3.6. Tuz tayini için ön hazırlığın yapılması ve süzöntü elde edilmesi



Şekil 3.7. Tuz tayininde titrasyon sırasında kalıcı kırmızı- kahverenginin görülmesi

3.2.2.5. Gerber Metodu ile Yağ Tayini

Bütirometre beherciklerine 3 g olacak şekilde rendelenmiş kaşar peyniri ve eritme peyniri örneklerinden tartılmıştır. Alt tıpaları düzgünce kapatılan kodlanmış bütirometrelere behercikler yerleştirilip, her birinin içerisine yoğunluğu 1,50 g/mL olan 10 mL sülfürik asit (H_2SO_4) çözeltisinden konulmuştur. 65°C'ye ayarlanmış su banyosuna dikkatli bir şekilde bütirometreler yerleştirilmiş içerisindeki peynir örnekleri yanana kadar yaklaşık 40 dakika bekletilmiştir. Su banyosundan çıkarılan bütirometrelerin her birinin içerisine 1 mL amil alkol ilave edilmiştir. Bütirometrelerin üzerindeki çizgiye kadar sülfürik asit eklenmiştir. Bütirometrelerin tıpaları sıkıca kapatılmıştır. Birkaç kez alt üst edilen bütirometreler Gerber santrifüjüne yerleştirilmiş ve 65°C'de 10 dakika boyunca santrifüj edilmiştir. Yüzde yağ değeri her bir bütirometre üzerindeki skaladan okunmuştur (Şekil 3.8) (Metin ve Öztürk, 2016).



Şekil 3.8. Peynir örneklerinin % yağ değerinin bütirometre üzerinde okunması

3.2.2.6. Kül Tayini

Onsekiz peynir örneğinden ikişer örnek alınacak şekilde 36 adet kroze 550 °C'ye ayarlanan kül fırınında (Protherm, Furnaces PLF 11016, Türkiye) kurutulmuştur. Krozeler desikatöre alınmış ve soğuduktan sonra kroze maşası ile tutularak kurşun kalem ile kodlanıp tartılmıştır (T1). Rendelenmiş peynir numunelerinden 4 g olacak şekilde her bir krozeye örnekler konulmuş ve tekrar tartım yapılmıştır (T2). Daha sonra 550°C'de beyaz kül oluşuncaya kadar numuneler yakılmıştır (Şekil 3.9). Yakma işlemi sonrası desikatörde soğutulan krozeler tekrar tartılmış (T3) ve aşağıda verilen formülle kül miktarı hesaplanmıştır (AOAC, 2000).

$$\% \text{ Kül} = [(T3 - T1)/(T2 - T1)] \times 100$$



Şekil 3.9. Peynir numunelerinin krozelerde kül fırınında yakılması

3.2.3. Tekstür Analizi

Peynir örnekleri 3 cm genişlik, 2 cm kalınlık ve 2 cm yükseklik olacak şekilde kesilmiştir. Shimadzu EZ-LX Short Model (Shimadzu, Kyoto, Japonya) tekstür analizatörü ile her bir örneğin uygulanan kuvvete karşılık gösterdiği direnç ölçülmüş ve sertlik değerleri kaydedilmiştir (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Tekstür analizatörü ile kaşar peynirlerinin sertlik değerinin ölçülmesi

3.2.4. Renk Analizi

Peynir örneklerinin renk analizleri Konica Minolta CR-400 (Konica Minolta Sensing Inc., Osaka, Japonya) kolorimetre ile ölçülmüştür. Peynirlerin dış ve iç yüzeyleri üzerinde farklı 3 noktadan her ölçüm sonrası beyaz kalibrasyon skalası üzerinde kalibre edilerek, örneklerin L* (aydınlık değeri), a* (kırmızılık ve yeşillik) ve b* (sarılık ve mavilik) değerleri belirlenmiştir (Keskin vd., 2017).

3.2.5 Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi İle Örneklerin Analizi

Peynir örneklerinin FTIR analizleri Varşova Yaşam Bilimleri Üniversitesi (SGGW) Gıda Bilimleri Fakültesi Kimya Bölümünde bulunan Perkin Elmer System 2000 FTIR (Perkin-Elmer, Norwalk, CT, ABD) cihazı ve Pergams 2000 yazılımı kullanılarak yapılmıştır. FTIR analizleri öncesinde peynir örnekleri liyofilizatör (BW-10B, Vacuum Freezing Dryer, Bluewave, Çin) ile yaklaşık bir gün süre ile kurutulmuştur (Şekil 3.11). FTIR analizleri öncesinde ilk olarak peynir örneklerinin peletlerinin hazırlanacağı kapsül hazneler temizlenmiştir (Şekil 3.12). Temiz ve kuru olmasına dikkat edilen bir havanın

içerisine bir miktar potasyum bromür (KBr) konularak, çok ince unsu bir hal alana kadar karıştırılmıştır. Havanın içerisine yaklaşık 1 g liyofilize peynir örneği, metal bir spatül yardımıyla eklenip KBr ile homojen bir hal alana kadar ezilerek karıştırılmıştır (Şekil 3.13). Burada peynir ile KBr 1:300 (kütle/kütle) oranında karıştırılmıştır. Pellet oluşturmak için iki adet metal levha birbirine geçirilmiştir. Levhaların ortasındaki boşluğa parlak yüzeyleri, KBr ile homojen karıştırılmış unsu haldeki numuneye bakacak şekilde olmasına dikkat edilerek metal zarlar yerleştirilmiştir (Şekil 3.14). Zarın tüm yüzey alanı kaplanacak şekilde numune eklenmesine dikkat edilmiştir. Zarlar pellet hazırlama kapsülü içerisinde sıkıştırılmış ardından pellet hazırlama kapsülü manuel hidrolik prese yerleştirilmiştir. Sabitlemek için çark çevrilerek pellet kapsülleri sıkıştırılmıştır. Hava vanası saat yönüne çevrilerek kapatılmış ve manüel çalışan kol yardımı ile basınç saati kontrol edilerek 2 dakika süre ile 5 ton basınç uygulanmıştır (Şekil 3.15). Daha sonra hava vanası açılarak, sabitlenen kapsül tekrar çark çevrilerek çıkarılmıştır. Kapsüllerin ortasındaki metal zarlar yine bir metal aparat yardımıyla çıkarılmıştır. Zarların arasındaki pellet, numune tutucu metal tabya üzerine konulmuş ve kontrol bantları yerleştirilmiştir. Numune tutucu tabya FTIR cihazına yerleştirip bilgisayar üzerinden piklerin okuması yapılmıştır (Şekil 3.16). Örneklerin analizlerine başlamadan önce, arka plan spektrumu (örnek konulmadan alınan spektrum) 50 tarama ile kaydedilmiştir. Arka plan spektrumu, havada her zaman mevcut olan karbondioksit ve su buharının etkisini ortadan kaldırmak için yapılmıştır. Numune ile birlikte tutucu ölçüm odasına yerleştirildiğinde kayıt her numune için 50 tarama ile başlamıştır. Sonuç olarak numune spektrumunun arka plan spektrumuna oranı elde edilmiştir. Kayıt, 2 cm^{-1} çözünürlük ile $4000\text{-}400\text{ cm}^{-1}$ spektral aralığında gerçekleşmiştir.

Araştırmamızda FTIR sonuçlarının değerlendirilebilmesi için ayırma (discriminant) analizi yapılmıştır (TQ Analyst, Thermo Fisher Scientific Inc., Madison, WI, ABD) (Reder vd., 2014). Ayırma analizi, belirli özellikleri nedeniyle (örneğin eritme tuzu varlığı) numuneleri birbirinden ayırt etmeye yarayan istatistiksel bir analizdir. Numunelerin farklı kimyasal bileşimi, farklı spektral verilerle, yani spektrumda oluşan bantların farklı yoğunlukları ve dalga sayılarıyla sonuçlanmaktadır. İstatistiksel ayırt edici algoritma, temel bileşenlerin hesaplanmasında kullanılmaktadır. Bunlar, çok sayıda deneysel veriye dayanarak hesaplanan küçük sayılardır. IR spektrumunda olduğu gibi, 4000 deney noktası için kaydedilen veriler vardır, hangilerinin belirli bir örneğin belirli özellikleriyle ilişkili olduğunu anlamak zordur. Algoritma ile hesaplanan temel bileşenler, verilen örneğin diğer örneklerle kıyasla özgüllüğü ile ilgili büyük bir bilgi verir. Setteki diğer örneklerle göre verilen örneğin %70-95 oranında değişebilirliğini içermektedir. Bu nedenle, çok sayıda

deneysel nokta yerine 1-10 temel bileşen hesaplanır ve numuneyi istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yeterince karakterize etmek için kullanılır. Temel bileşenler (principle components) hesaplandıktan sonra, numuneleri ayırmaya ve homojen gruplar halinde gruplandırmaya izin veren istatistiksel model oluşturmak için kullanılırlar. Bilinen numuneler rasgele kalibrasyon ve doğrulama setlerine bölünür. Birincisi, modelin oluşturulmasına izin verirken ikincisi öngörme gücünü kontrol eder. Aynı/benzer örneklerin grupları, Mahalanobis mesafesi (doğal mesafe) olarak bilinen istatistiksel değer kullanılarak bir araya toplanır (Sujka ve Koczoń, 2018). Mahalanobis mesafesi iki veri kümesi arasındaki benzerliği kontrol etmek için kullanılmaktadır. Bir numunenin bir dizi standardın ortalamasından uzaklığını hesaplamak için aşağıdaki denklem kullanılır:

$$D^2 = (X - X_{avg})^T S^{-1} (X - X_{avg})$$

D: uzaklık (skaler olarak)

X: Veri vektörü (n x 1)

X_{avg} : Ortalama veri vektörü (n x 1)

S: kovaryans matrisi (n x n)

$(X - X_{avg})^T$: $(X - X_{avg})$ verilerinin transpozu (Yani sütun verileri satır, satır verileri sütun yapılır).

n: X'teki veri noktalarının sayısı

Örnekler, Mahalanobis mesafelerinin farklılıklarına göre gruplara ayrılmıştır. Bu durum, bilinmeyen numunenin hangi gruba ait olduğunu tahmin etmek için kullanılabilir. Bilinmeyen bir numunenin analizi spektrumu kaydetmek için en fazla 5 dakika alır. Burada önemli olan ayırt edici modelin tahmin gücüdür. Ayırt edici modelin oluşturulması (mevcut araştırmada yapılmış olan) zaman alıcı ve zahmetli olsa da bir kez model oluşturulduktan sonra bir özellik açısından (araştırmamız için eritme tuzu içeriği) bilinmeyen numunenin hızlı analizine bu model ile yapılabilir.

Referans analizi, bilinmeyen bir numunedeki belirli bir kimyasalın içeriğini tahmin etmek için spektral verilerden türetilen “kısmi en küçük kareler (PLS)” ile oluşturulan modelin kullanılmasına izin vermektedir. Benzer şekilde diskriminant analizinde olduğu gibi temel bileşenler (PC) hesaplanmakta ve verilen bileşenin içeriği ile istatistiksel olarak ilişkili kurulmaktadır. Bu nedenle ölçülmek istenen bileşene ait referans verilerin başka bir analitik yöntemden olması gereklidir. Modeli oluşturmak için kullanılan her örnek için

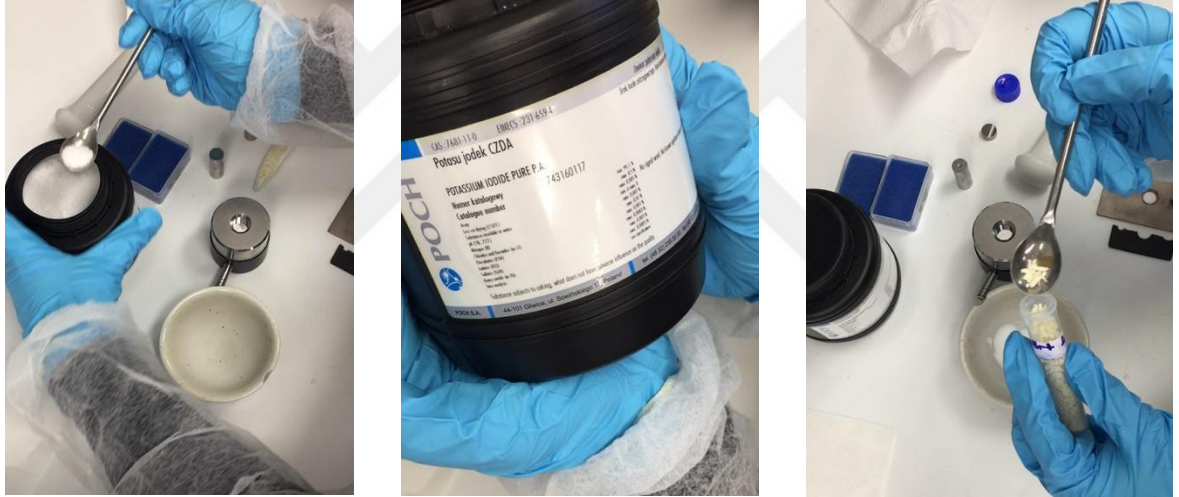
spektrum kaydedilir. Çalışmamızda örneklerin toplam tuz miktarları örneklerde titrasyon yöntemiyle belirlenmiştir. Ardından PLS ile spektral veriler referans verileriyle (tuz içeriği) ilişkilendirilmiştir. Buna dayanarak istatistiksel referans modeli oluşturulmuştur. Çalışma sırasında bazı örnekler modeli kalibre etmek ve bazıları da doğrulamak için kullanılmıştır. Kalibrasyon modeli, modelin nasıl olduğunu açıklayan matematiksel ilişkidir. Kalibrasyon spektrumları için spektral veriler (aslında temel bileşenler) konsantrasyon verileri ile ilişkilidir. Sonuç olarak, gerçek ve tahmin edilen (modelle hesaplanan) değerler gösterilebilmektedir. Bilinmeyen numune, içeriği belirlenmek istenen bileşen (burada tuz) açısından analiz edilebilmektedir.



Şekil 3.11. Rendelenmiş peynir örneklerinin dondurarak kurutulması



Şekil 3.12. FTIR Spektroskopisi analizi için gerekli malzemeler



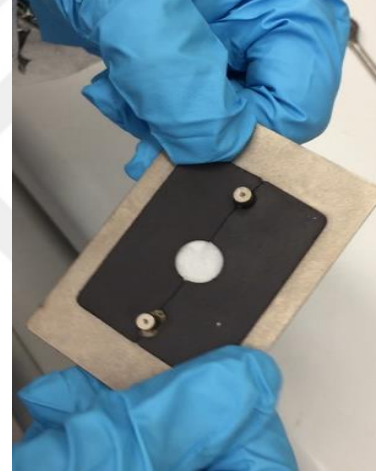
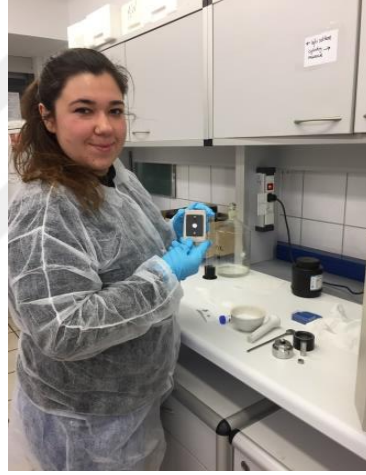
Şekil 3.13. Potasyum bromür (KBr) ve numunenin havanda homojen şekilde karıştırılması



Şekil 3.14. Metal zarların metal levhaya yerleştirilmesi ve numunenin parlak yüzeyleri arasına eklenmesi



Şekil 3.15. Manuel hidrolik presle metal levhalara basınç uygulanması



Şekil 3.16. Metal levhalar arasına preslenen pelletin çıkarılması tabya üzerine yerleştirilip cihaza takılması



Şekil 3.17. Bu çalışmada kaşar peyniri ve eritme peyniri örneklerinin FTIR spektrumlarının alınmasında kullanılan Perkin Elmer System 2000 model FTIR spektroskopisi

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Kaşar Peyniri ve Eritme Peynirlerinin Genel Kompozisyonu

Dokuz farklı markaya ait toplam 18 adet vakum paketlenmiş kaşar peyniri (9 adet) ve eritme peyniri (9 adet) örneklerinin kurumadde, yağ ve kurumaddede yağ içerikleri Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1. Kaşar peyniri ve eritme peyniri örneklerinin kurumadde, yağ ve kurumaddede yağ içerikleri (%)

Peynir Tipi	Örnek No*	Kurumadde	Yağ	Kurumaddede Yağ
Kaşar Peyniri	1	51,51±0,20	22,00±0,00	42,71±0,16
	3	49,27±0,19	23,25±0,25	47,19±0,33
	5	56,16±0,16	28,75±0,25	51,20±0,59
	7	52,81±0,19	26,75±0,25	50,65±0,29
	9	56,99±0,29	28,25±0,25	49,56±0,19
	11	54,92±0,02	30,50±0,50	55,54±0,93
	13	53,35±0,04	26,25±0,25	49,20±0,51
	15	54,74±0,22	29,25±0,25	53,44±0,25
	17	52,44±0,22	24,00±0,00	45,77±0,19
	Ortalama	53,57±2,27	26,55±2,77	49,47±3,70
Eritme Peyniri	2	57,72±0,40	29,50±0,00	51,12±0,36
	4	51,56±0,06	23,25±0,25	45,09±0,43
	6	51,66±0,02	24,75±0,25	47,91±0,51
	8	54,05±0,00	28,50±0,00	52,73±0,00
	10	54,19±0,05	26,50±0,00	48,90±0,05
	12	51,62±0,11	25,75±0,25	49,89±0,59
	14	49,76±0,07	22,50±0,00	45,22±0,06
	16	54,77±0,10	29,00±0,00	52,95±0,10
	18	50,77±0,08	24,00±0,00	47,28±0,07
	Ortalama	52,89±2,34	25,97±2,43	49,01±2,77

*: Ardışık tek ve çift sayılar (örneğin 1 ve 2; 3 ve 4, 5 ve 6 vb.) aynı firmanın üretimi olan peynirlerdir.

Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği’nde taze kaşar peynirlerinin en az %55 ve eritme peynirlerinin ise en az %40 kurumadde içeriğine sahip olması gerektiği bildirilmektedir (Anonim, 2015). Çalışmamızda analiz edilen kaşar ve eritme peynirlerinin kurumadde miktarları sırasıyla %49,27±0,19-56,99±0,29 ve %49,76±0,07-%57,72±0,40 değerleri arasında değişim göstermiştir (Tablo 4.1). Bir adet kaşar peyniri (Örnek 1) hariç diğer bütün peynirlerin kurumadde de yağ içerikleri %45’den büyük olduğundan bu peynirlerin tamamı tam yağlı peynir sınıfındadır. Örnek 1 olarak kodlanan kaşar peyniri etiketinde tam yağlı peynir olarak belirtilmesine karşın Peynir Tebliğine göre yarım yağlı kaşar peyniridir. Yine Örnek 4 olarak kodlanan eritme peyniri de etiketinde yarım yağlı peynir olarak

belirtilmekte iken Tablo 4.1’de ifade edilen yağ içeriğine göre tam yağlı peynir sınıfındadır. Böylece 18 peynir örneğinin ikisinde örneklerin etiketlerinde belirtilen yağ içerikleri ile ilgili sınıfları ile deneysel olarak belirlenen yağ içerikleri arasında uyumsuzluk söz konudur.

Çalışmamızda analiz edilen eritme peyniri örneklerinin kuru madde miktarlarının Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği’nde belirtilen kurumadde değeri ile ($\geq\%40$) uyumlu olduğu görülmektedir. Kurumadde ve yağ içerikleri birlikte değerlendirildiğinde kaşar peyniri örneklerinden yalnızca 3’ünün (örnek 1, 5 ve 9) kurumadde değeri açısından Peynir Tebliğine uygun olduğu diğer 6 kaşar peyniri örneğinin ise sınır değer olan $\%55$ ’den daha az kurumadde içerdiği tespit edilmiştir.

Çelebi ve Şimşek (2020) tarafından yapılan bir çalışmada Türkiye’nin farklı bölgelerinden toplanan 10 adet vakum ambalajlı kaşar peynirinin $\%$ kurumadde miktarı depolamanın ilk gününde ortalama $\%53,02\pm5,44$ iken 90 gün depolama süresi sonunda ortalama $\%52,77\pm5,22$ olarak belirlenmiştir. Yıldız vd. (2003) tarafından Kırıkkale il merkezinde tüketime sunulan vakum paketlenmiş kaşar peynirleri üzerinde yapılan bir çalışma sonucunda örneklerin ortalama kurumadde içeriği $\%52,58$ olarak bulunmuştur. Kasımoğlu Doğru vd. (2009) tarafından piyasadan temin edilen 30 adet kaşar peynirinin kurumadde içeriği $\%51,01\pm2,28$ olarak rapor edilmiştir. Ankara piyasasında satışa sunulan 42 adet kaşar peyniri örneğinin kuru maddesinin ortalama $\%56,129\pm0,825$ olduğu bildirilmiştir (Koçak vd. 1998). Karagözlü vd. (2020) tarafından yapılan bir başka çalışmada İzmir piyasasında satışa sunulan 5 adet kaşar peyniri örneğinin kuru madde değeri sırasıyla $\%51,79\pm0,07$, $\%57,46\pm0,13$, $\%58,27\pm0,14$, $\%44,62\pm0,13$, $\%56,12\pm0,23$ olarak belirtilmiştir. Çalışmamızda elde ettiğimiz kurumadde değerlerinin literatürdeki bazı çalışmaların (Yıldız vd. 2003; Kasımoğlu Doğru vd. 2009; Çelebi ve Şimşek, 2020) bulgularıyla benzerlik gösterdiği, bazı kurumadde verilerinden ise (Koçak vd. 1998) düşük olduğu görülmüştür.

Çalışmamızda elde ettiğimiz kurumaddede yağ değerlerinin Ulutaş vd. (1993) tarafından Kars ve çevresinde satışa sunulan 15 adet kaşar peynirinin ortalama kurumaddede yağ oranı ($\%49,07$) ile benzerlik gösterdiği belirlenmiş iken, Öksüztepe vd. (2009)’un Elazığ ilinde satışa sunulan 50 adet vakum paketlenmiş kaşar peynirinin ortalama kurumaddede yağ miktarından ($\%41,31\pm6,72$) yüksek olduğu bulunmuştur. Benzer şekilde çalışmamızda elde edilen kurumadde de yağ değerlerinin Vatan (1996) ($\%44,54$), Ayar (1991) ($\%43,63$), Demirci ve Dıraman (1990) ($\%42,1$) ve Aydemir (2010) ($\%44,77$) tarafından rapor edilen ortalama kurumaddede yağ değerlerinden de yüksek

olduğu tespit edilmiştir. Çalışmamızda bulduğumuz kurumaddede yağ değerlerinden daha yüksek değerler de Okur (2005) (%58,72) ve Yıldız ve Kurdal (2003) (%50,96) tarafından bildirilmiştir.

Çalışma bulgularımızda ile literatür verileri arasındaki farklılıkların üretimde kullanılan hammadde süt ve peynirlerin üretim proseslerindeki farklılıklar ile olgunluk düzeylerinin farklılığından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Çalışmamız analizleri yapılan kaşar ve eritme peynirlerinin pH ve asitlik (%laktik asit) değerleri Tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.2. Kaşar peyniri ve eritme peynirlerinin pH ve asitlik değerleri

Peynir Tipi	Örnek No*	pH	Asitlik (% Laktik asit)
Kaşar Peyniri	1	5,28±0,02	0,67±0,03
	3	5,60±0,00	0,80±0,01
	5	5,22±0,02	0,75±0,00
	7	5,40±0,05	0,46±0,00
	9	5,02±0,09	0,77±0,04
	11	5,05±0,05	0,83±0,06
	13	5,27±0,01	0,82±0,03
	15	4,86±0,06	0,85±0,02
	17	5,31±0,00	0,33±0,01
	Ortalama	5,22±0,21	0,70±0,17
Eritme Peyniri	2	5,50±0,01	1,11±0,00
	4	5,80±0,00	0,42±0,01
	6	5,32±0,01	0,65±0,00
	8	5,19±0,02	0,59±0,02
	10	5,31±0,02	0,63±0,02
	12	5,45±0,00	0,73±0,00
	14	5,27±0,08	0,74±0,00
	16	5,31±0,00	0,79±0,04
	18	5,62±0,02	0,54±0,00
	Ortalama	5,41±0,18	0,69±0,18

*: Ardışık tek ve çift sayılar (örneğin 1 ve 2; 3 ve 4, 5 ve 6 vb.) aynı firmanın üretimi olan peynirlerdir.

Tablo 4.2’den de görüldüğü gibi kaşar peyniri örneklerinin pH değerleri 4,86±0,06-5,60±0,00 ve eritme peyniri örneklerinin pH değerleri ise 5,19±0,02-5,80±0,00 arasında değişim göstermiştir. Araştırmamızda bir kaşar peyniri örneği (örnek 5) dışında diğer kaşar ve eritme peyniri örneklerinin pH değerlerinin birbirine benzer olduğu belirlenmiştir. Kıvanç (1989), 48 adet kaşar peynirinin ortalama pH değerini 5,42 olarak saptamıştır. Soyutemiz vd. (2000) tarafından bir mandırada üretilen tüketime hazır kaşar peynirleri incelenmiş ve peynirlerin ortalama pH değeri 5,1 olarak belirtilmiştir. Piska ve Stetina (2004), çeşitli eritme tuzları kullanılarak ürettikleri eritme peynirleri üzerine yaptıkları bir

çalışmada, eritme tuzu kullanmadan ürettikleri taze kaşar peynirinin pH değerlerinin 5,20-5,40 arasında olduğunu saptamışlardır. Demir vd. (2014) tarafından Adıyaman ilinde kış ve ilkbahar mevsimlerinde üretilen kaşar peynirlerinin pH değerleri $5,36 \pm 0,01$ ile $5,41 \pm 0,02$ olarak belirtilmiştir. Yine Öksüztepe vd. (2009) tarafından yapılan bir çalışmada ise kaşar peynirlerinin pH değeri $5,49 \pm 0,32$ olarak belirtilmiştir. Andiç vd. (2011) tarafından vakumlu ve vakumsuz ambalajlara sahip kaşar peynirlerinin kimyasal özellikleri incelenmiş olup vakum ambalajlı kaşar peynirlerinin pH değerleri sırasıyla $5,24 \pm 0,01$, $5,39 \pm 0,01$, $5,45 \pm 0,01$, $5,46 \pm 0,03$ ve $5,46 \pm 0,01$ olarak belirtilmiştir. Topçu vd. (2020) tarafından eritme tuzları kullanılarak hazırlanan işlenmiş kaşar peyniri örneklerinin pH değerleri sırasıyla $5,54 \pm 0,01$, $5,38 \pm 0,01$, $5,39 \pm 0,00$, $5,52 \pm 0,03$ olarak saptanmıştır. Sarioğlu vd. (2006) tarafından kaşar peynirlerinin pH değeri ortalama 4,93 olarak belirtilmiştir.

Kaşar peyniri örneklerinin asitlik değerinin $0,33 \pm 0,01$ - $0,85 \pm 0,02$ ve eritme peyniri örneklerinin asitlik değerinin ise $0,42 \pm 0,01$ - $1,11 \pm 0,00$ arasında değiştiği Tablo 4.2’de görülmektedir. Her iki grup peynir örneğinin de asitlik değerlerinde önemli varyasyon olmasına karşın, bütün peynir örneklerinin ortalama asitlik değerlerinin birbirine benzer olduğu belirlenmiştir. Farklı firmalar tarafından üretilen kaşar ve eritme peyniri örneklerinin asitlik değerleri arasındaki farklılıkların peynirlerin üretim prosesleri (hammadde, starter kültür, haşlama asitliği vb.) ve olgunluk düzeyleri arasındaki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Koçak vd. (1998) tarafından yapılan bir çalışmada 42 adet kaşar peyniri örneğinin en düşük, en yüksek ve ortalama % asitlik değerleri (%laktik asit) 0,192, 1,157 ve 0,773 olarak saptanmıştır. Vatan (1996) Kaşar peyniri örneklerinde yaptığı analizlerde ortalama % asitlik değerini 0,76 bildirilmiştir. Say vd. (2008) tarafından yapılan araştırmada üretilen kaşar peynirlerinin % asitlik değerleri $1,64 \pm 0,273$, $1,55 \pm 0,110$, $1,55 \pm 0,141$ ve $1,56 \pm 0,035$ olarak tespit edilmiştir. Konu ile ilgili başka bir çalışmada (Öksüztepe vd., 2009) ise kaşar peynirinde % asitlik miktarı 0,42 olarak bildirilmiştir. Çürük (2006) tarafından eritme tuzları kullanılarak üretilen eritme peynirlerinde eritme tuzu kullanımının pH değeri ve titrasyon asitliği üzerine önemli düzeyde etkili olduğunu bildirmiştir.

Yukarıdaki açıklamalardan araştırmamıza konu olan kaşar ve eritme peyniri örneklerinin pH ve % asitlik değerlerinin literatürdeki bazı çalışma verileriyle uyumlu olduğu bazı çalışma verileri ile ise farklılıklar gösterdiği anlaşılmaktadır. Söz konusu farklılıkların peynirlerin yapıldığı sütlerin bileşim farklılığı, üretim prosesindeki farklılıklar ve depolama süresi farklılıklarından kaynaklandığı değerlendirilmektedir.

Çalışmamızda analiz edilen kaşar ve eritme peynirlerinin % tuz, % kurumaddede tuz ve kül miktarları Tablo 4.3'te verilmiştir.

Tablo 4.3. Kaşar ve eritme peynirlerinin tuz, kurumaddede tuz ve kül içerikleri (%)

Peynir Tipi	Örnek No*	Tuz	Kurumaddede Tuz	Kül
Kaşar Peyniri	1	2,60±0,00	5,04±0,02	4,02±0,23
	3	2,54±0,00	5,16±0,02	4,31±0,10
	5	2,78±0,06	4,95±0,08	4,42±0,01
	7	5,34±0,17	10,12±0,29	6,19±0,12
	9	2,45±0,00	4,30±0,02	3,69±0,05
	11	1,50±0,00	2,73±0,00	3,47±0,02
	13	2,68±0,11	5,02±0,21	4,75±0,11
	15	1,62±0,12	2,95±0,22	2,86±0,01
	17	1,93±0,00	3,67±0,01	3,55±0,02
	Ortalama	2,60±1,07	4,88±2,05	4,14±0,90
Eritme Peyniri	2	2,85±0,06	4,94±0,06	4,99±0,25
	4	2,62±0,00	5,08±0,01	4,52±0,03
	6	2,83±0,00	5,47±0,00	4,35±0,03
	8	2,54±0,00	4,71±0,00	3,81±0,06
	10	2,22±0,00	4,10±0,00	4,38±0,02
	12	2,21±0,00	4,29±0,01	4,22±0,06
	14	2,09±0,06	4,21±0,11	4,22±0,06
	16	1,98±0,06	3,61±0,09	4,02±0,03
	18	3,30±0,11	6,50±0,23	5,36±0,01
	Ortalama	2,52±0,41	4,31±0,82	4,43±0,46

*: Ardışık tek ve çift sayılar (örneğin 1 ve 2; 3 ve 4, 5 ve 6 vb.) aynı firmanın üretimi olan peynirlerdir.

Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği'nde kurumaddede tuz (m/m) içeriğinin taze kaşar peynirleri için en çok %3 ve eritme peyniri için en çok %4,5 olması gerektiği belirtilmiştir. Tebliğde bildiren kurumaddede tuz içeriğine sadece iki adet kaşar peynirinin (Örnek 11 ve 15) uygun olduğu Tablo 4.3'te görülmektedir. Kaşar peyniri örneklerinin tuz miktarı ortalama %2,60±1,07 iken kurumaddede tuz içeriği ortalama %4,88±2,05'tir. Çalışmamızda analiz edilen eritme peyniri örneklerinin kurumaddede tuz içeriği değerleri %3,61±0,09 ile %6,50±0,23 arasında değişmiş iken ortalama %4,31±0,82 olarak belirlenmiştir. Tablo 4.3'ten kaşar peyniri örneklerinin kurumaddede tuz içerikleri arasındaki varyasyonun eritme peynirlerine göre oldukça yüksek olduğu görülmektedir.

Nizamlioğlu vd. (1996) tarafından yapılan bir çalışmada kaşar peynirleri potasyum sorbat solüsyonuna daldırılmış ve 1, 15, 30 ve 60'ıncı günde kaşar peynirlerinin kimyasal özellikleri araştırılmıştır. Çalışmada potasyum sorbat solüsyonuna daldırılmayan kontrol

grubu kaşar peynirlerinin kurumaddede tuz miktarı, günlere göre sırasıyla $4,02 \pm 0,15$, $4,51 \pm 0,18$, $4,63 \pm 0,02$, $4,72 \pm 0,06$ olarak bildirilmiştir. Soyutemiz vd. (2000) tarafından taze kaşar peynirleri üzerine yapılan bir çalışmada ortalama kurumaddede tuz içeriği $4,63$ olarak rapor edilmiştir. Tarakçı vd. (2006) tarafından vakum paketlenmiş ve 90 gün boyunca depolanan kaşar peynir bloklarının farklı kısımlarında kurumaddede tuz içerikleri $9,49$ ve $7,45$ olarak saptanmıştır. Balkır vd. (2011) tarafından kaşar peynirlerinin ortalama kurumaddede tuz miktarları $6,20 \pm 0,03$ olarak saptanmıştır.

Çalışma bulgularımızın literatür bulgularıyla genel olarak benzerlik gösterdiği ve kaşar peynirlerin kurumaddede tuz içeriklerinin tebliğde belirtilen en yüksek 3 kurumaddede tuz içeriğinden yüksek olduğu görülmektedir. Bu durumun referans aldığımız Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği'nin 2015 yılından yayınlanmış olmasından kaynaklanabileceği değerlendirilmektedir.

Çalışmamızda kaşar peyniri ve eritme peyniri örneklerin ortalama kül miktarı sırasıyla $4,14 \pm 0,90$ ve $4,43 \pm 0,46$ olarak belirlenmiştir. Literatürdeki çok sayıda çalışmada (Akyüz, 1978; Demirci ve Dıraman, 1990; Ulutaş vd., 1993; Vatan, 1996; Yıldız ve Kurdal, 2003; Balkır vd., 2011) kaşar peyniri örneklerindeki ortalama kül miktarları $2,76$ ile $4,94$ arasında bildirilmiştir.

Çalışmamızda farklı firmalar tarafından üretilen kaşar peyniri ve eritme peyniri örneklerinin kurumaddede tuz (%) ve kül içerikleri (%) arasında önemli farklılıklar olduğu görülmektedir. Yine bu çalışmada elde edilen değerler ile literatürdeki çalışma bulguları arasında da farklılıklar mevcuttur. Söz konusu farklılıkların hammadde süt, haşlama suyundaki tuz konsantrasyonu, eritme tuzu bileşimi ve üretimde kullanım miktarı vb. çok sayıda faktör ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.

4.2. Kaşar ve Eritme Peyniri Örneklerinin Renk Değerleri

Araştırmamızda analiz edilen kaşar ve eritme peyniri örneklerinin dış yüzey ve iç yüzey (kesit) CIE L*, a* ve b* değerleri Tablo 4.4 ve 4.5'te verilmiştir. Tablolardan da görüldüğü gibi eritme peyniri örneklerinin tamamının dış yüzey ve kesit L* değerleri birbirlerine oldukça benzer bulunmuşken kaşar peyniri örneklerinin dış yüzey ve kesit L* değerlerinde farklılıklar mevcuttur. Tablo 4.4 ve 4.5'te bildirilen kaşar peyniri ve eritme peynirlerinin dış yüzey ve kesit ortalama L* ve a* değerleri arasındaki farklılıkların tüketiciler tarafından algılanamayacağı düşünülmektedir.

Kaşar ve benzeri peynirin yapımı sırasında yapay renklendiriciler pastörizasyon sıcaklığına karşı stabilitesini koruyamamaktadır. Bu sebepten dolayı doğal renklendiriciler

yaygın olarak kullanılmaktadır. Peynir, tereyağı gibi süt ürünlerinde genellikle doğal renklendirici olan β -karoten tercih edilmektedir (Karaali ve Özçelik, 1993; Atlı, 2010). Eritme peyniri örneklerinin dış yüzey ve kesit b^* değerleri (sarılık) genel olarak kaşar peyniri örneklerinden daha yüksek bulunmuştur. Bu durumun hammadde süt ve üretim prosesindeki farklılıkların yanı sıra eritme peyniri üretimde muhtemel β -karoten kullanımından kaynaklanabileceği değerlendirilmektedir.

Tablo 4.4. Kaşar peyniri ve eritme peyniri örneklerinin dış yüzey renk değerleri*

Peynir Tipi	Örnek No*	L* Değeri	a* Değeri	b* Değeri
Kaşar Peyniri	1	78,68±1,08	-3,57±0,09	15,82±0,31
	3	82,61±0,77	-2,86±0,02	15,57±0,12
	5	81,44±0,04	-2,10±0,05	13,03±0,18
	7	82,80±0,81	-2,99±0,06	18,97±0,25
	9	78,22±0,06	-3,26±0,10	14,76±0,24
	11	82,52±0,75	-3,78±0,10	18,62±0,63
	13	79,20±0,13	-3,52±0,05	14,10±0,18
	15	82,22±0,15	-3,50±0,08	14,78±0,33
	17	77,86±0,14	-3,85±0,00	14,46±0,03
	Ortalama	80,62±1,96	-3,27±0,52	15,57±0,32
Eritme Peyniri	2	82,17±0,89	-3,57±0,39	18,19±0,16
	4	82,82±0,61	-3,71±0,09	20,31±0,31
	6	82,36±0,03	-3,33±0,12	13,26±0,34
	8	82,40±0,31	-3,60±0,05	15,27±0,38
	10	81,73±0,27	-3,39±0,03	14,71±0,09
	12	82,58±0,43	-3,12±0,04	21,30±0,42
	14	80,32±0,66	-3,59±0,01	14,78±0,07
	16	82,49±0,34	-3,58±0,02	17,32±0,14
	18	80,56±0,24	-3,85±0,05	24,44±0,27
	Ortalama	81,93±0,85	-3,46±0,26	17,73±3,47

*: Ardışık tek ve çift sayılar (örneğin 1 ve 2; 3 ve 4, 5 ve 6 vb.) aynı firmanın üretimi olan peynirlerdir.

L*: + = açıklık, - = koyuluk, a*: + = kırmızılık, - = yeşillik, b*: + = sarılık, - = mavilik

Tablo 4.5. Kaşar peyniri ve eritme peyniri örneklerinin iç yüzey (kesit) renk değerleri*

Peynir Tipi	Örnek No*	L* Değeri	a* Değeri	b* Değeri
Kaşar Peyniri	1	79,04±0,03	-3,56±0,08	16,76±0,14
	3	81,79±0,02	-3,06±0,01	16,19±0,05
	5	82,68±0,47	-2,77±0,33	16,34±0,85
	7	83,94±0,43	-3,21±0,05	21,16±1,04
	9	78,13±0,12	-3,49±0,04	17,28±0,20
	11	83,93±0,71	-3,92±0,04	19,98±0,28
	13	79,54±0,07	-3,43±0,02	14,72±0,16
	15	81,62±0,22	-3,45±0,02	16,15±0,02
	17	Dilimli	Dilimli	Dilimli
	Ortalama	81,33± 2,07	-3,36±0,32	17,32±2,01
Eritme Peyniri	2	Dilimli	Dilimli	Dilimli
	4	Dilimli	Dilimli	Dilimli
	6	83,09±0,13	-3,48±0,00	15,48±0,08
	8	82,46±0,25	-3,55±0,037	16,43±0,09
	10	81,36±0,45	-3,56±0,01	16,38±0,09
	12	Dilimli	Dilimli	Dilimli
	14	80,94±0,42	-3,50±0,09	16,64±0,24
	16	82,08±0,48	-3,62±0,01	17,98±0,23
	18	80,82±0,14	-3,95±0,04	25,30±0,44
	Ortalama	81,79±0,82	-3,61±0,15	18,03±3,33

: Ardışık tek ve çift sayılar (örneğin 1 ve 2; 3 ve 4, 5 ve 6 vb.) aynı firmanın üretimi olan peynirlerdir. L:

+ = açıklık, - = koyuluk, a*: + = kırmızılık, - = yeşillik, b*: + = sarılık, - = mavilik

** : Dilimli peynirlerde kesit alınamadığı için ölçüm yapılamamıştır.

Niro vd. (2014) tarafından inek sütünden üretilen Caciocavallo peynirlerinin dış ve iç yüzey (kesit) L*, a* ve b* değerlerinin belirlendiği bir çalışmada iç yüzey L* değeri 75,23 belirlenmiştir. Dış yüzey ve kesit a* değeri sırasıyla -7,36 ve -6,30 olarak tespit edilmişken dış yüzey ve kesit b* değerleri ise sırasıyla 16,16 ve 16,10 olarak rapor edilmiştir. Üç farklı modifiye atmosfer paketlenme tekniği kullanımının dilimli kaşar peynirlerinin özellikleri üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada peynirlerin depolamanın 30, 60 ve 90. günlerinde ki renk değerleri ölçülmüştür (Temiz, 2010). Depolama süresinin 30 ve 90. günlerindeki L* değeri 81,90 ve 73,70, a* değeri -5,08 ve -5,57 ve b* değeri ise 20,08 ve 18,78 olarak ölçülmüştür. Eroğlu vd. (2015) tarafından Kayseri ilinde piyasadan satın alınan 30 adet taze kaşar peyniri örneğinin L* değeri 63,90 ile 79,03 arasında, a* değeri -1,19 ile 1,18 arasında ve b* değeri ise 7,04 ve 21,44 arasında tespit edilmiştir. Kaşar peyniri ve eritme peynirlerinin, 90 günlük depolama süresince fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerinde meydana gelen değişikliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada (Yalman vd., 2017) kaşar peyniri örneklerinin depolamanın 1, 30 ve 90. günlerinde belirlenen L*, a* ve b* değeri ortalamaları sırasıyla 81,86±0,35, -3,52±0,20 ve 15,49±0,91 olarak rapor edilmişken eritme peyniri örneklerinin ortalama L*,

a* ve b* değerleri ise sırasıyla $84,06 \pm 1,71$, $-3,81 \pm 0,16$ ve $16,26 \pm 0,29$ olarak bildirilmiştir. Palm yağının süt yağı ile ikamesinin kaşar peynirinin fizikokimyasal, tekstürel ve duyuşal özellikleri üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada (Kavak ve Karabıyık, 2020) inek sütünden üretilen kontrol grubu taze kaşar peynirinin depolamanın 7, 30 ve 90. gün belirlenen L*, a* ve b* renk değerleri ortalama $85,52$, $-2,93$ ve $10,77$ olarak belirlenmiştir.

4.3. Kaşar ve Eritme Peynirlerinin Sertlik Değerleri

Çalışmamızda analiz edilen toplam 18 adet peynir örneğinden dilimli olarak satışı yapılan kaşar ya da eritme peynirleri dışındaki 14 peynir örneğinin (8 kaşar peyniri ve 6 eritme peyniri) sertlik değerleri belirlenmiştir (Tablo 4.6). Kaşar peyniri örneklerinin sertlik değerlerinin $11,31 \pm 1,03$ N ile $27,34 \pm 0,40$ N arasında değiştiği ve ortalama $20,85 \pm 5,05$ N olduğu belirlenmiş iken, eritme peyniri örneklerinin sertlik değerleri $16,10 \pm 0,21$ N ile $23,55 \pm 0,33$ N arasında değişmiş ve ortalama $19,7 \pm 3,68$ N olarak tespit edilmiştir. Kaşar peyniri örneklerinden 3 ve 5 numaralı örneklerin diğer örneklerle göre belirgin derecede düşük, 1 numaralı peynir örneğinin ise diğer örneklerden belirgin derecede yüksek sertlik değerine sahip olduğu Tablo 4.6'dan görülmektedir.

Tablo 4.6. Kaşar peyniri ve eritme peyniri örneklerinin sertlik değerleri

Peynir Tipi	Örnek No	Sertlik Değeri (N)
Kaşar Peyniri	1	$27,34 \pm 0,40$
	3	$11,31 \pm 1,03$
	5	$15,96 \pm 0,29$
	7	$20,90 \pm 0,83$
	9	$25,82 \pm 0,08$
	11	$21,60 \pm 0,17$
	13	$24,42 \pm 1,40$
	15	$19,51 \pm 1,87$
	17	Dilimli
	Ortalama	$20,85 \pm 5,05$
Eritme Peyniri	2	Dilimli
	4	Dilimli
	6	$16,10 \pm 0,21$
	8	$21,38 \pm 0,73$
	10	$23,55 \pm 0,33$
	12	Dilimli
	14	$19,95 \pm 1,65$
	16	$23,41 \pm 0,48$
	18	$13,94 \pm 0,57$
	Ortalama	$19,70 \pm 3,68$

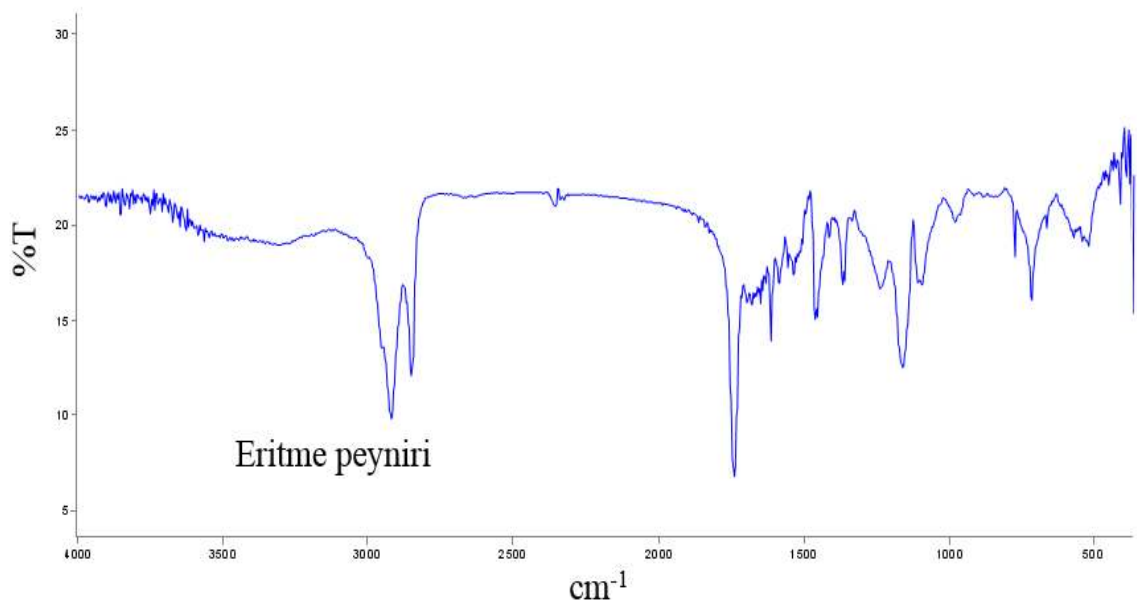
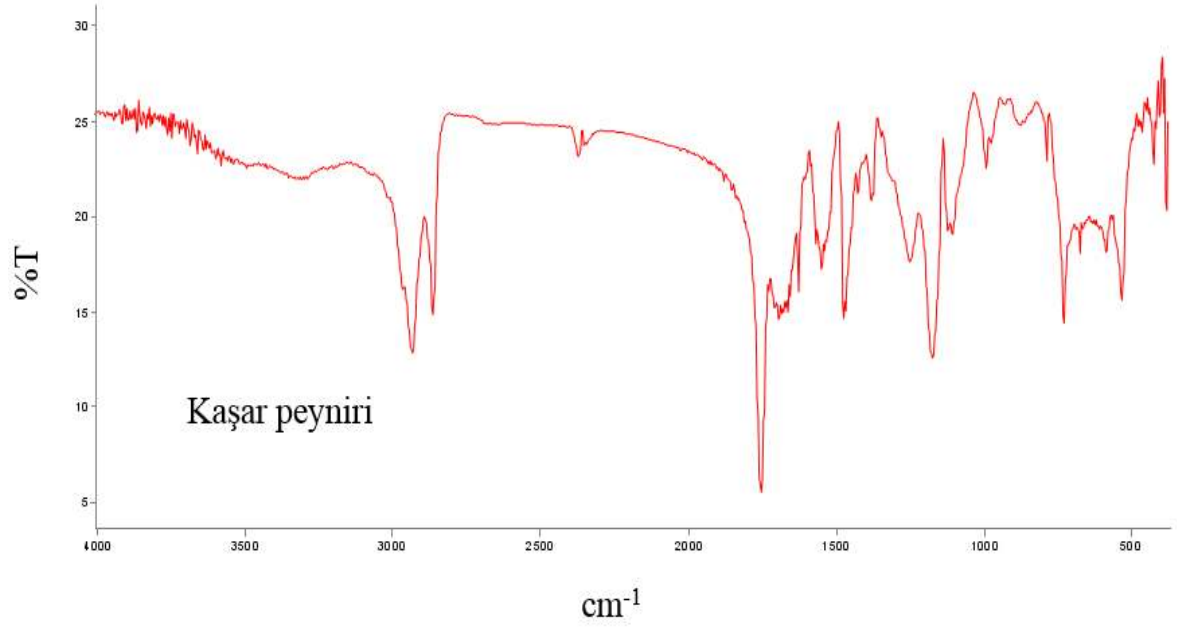
*: Dilimli peynirlerde kesit alınmadığı için ölçüm yapılamamıştır.

Farklı pıhtılaştırıcılar kullanılarak üretilen 4 farklı kaşar peynirinin sertlik değerlerinin ölçüldüğü bir çalışmada peynir örneklerinin 1. gün sertlik (N) değerleri $18,70 \pm 1,26$, $18,05 \pm 0,70$, $17,71 \pm 2,07$ ve $18,46 \pm 1,06$ olarak belirlenmiştir. Aynı peynir örneklerinin 45. gün sertlik (N) değerlerinin $15,86 \pm 0,70$, $14,38 \pm 1,85$, $13,55 \pm 0,71$ ve $14,95 \pm 1,41$ N olduğu ve depolama süresince sertlik değerlerinin azaldığı bildirilmiştir (Yaşar ve Güzeler, 2011). Eroğlu vd., (2015) tarafından yapılan bir çalışmada Kayseri ilinden satın alınan 30 adet taze kaşar peynir analiz edilmiştir. Örneklerin sertlik değerleri 34,76 N ila 112,6 N arasında değiştiği bildirilmiş olup bizim çalışmamızdaki değerlerden yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Çelebi ve Şimşek (2020) tarafından yapılan bir çalışmada ülkemizin farklı bölgelerinden temin edilen 10 adet taze kaşar peyniri örneğinin sertlik değerlerinin 151,32 ve 404,91 N arasından değiştiği tespit edilmiştir.

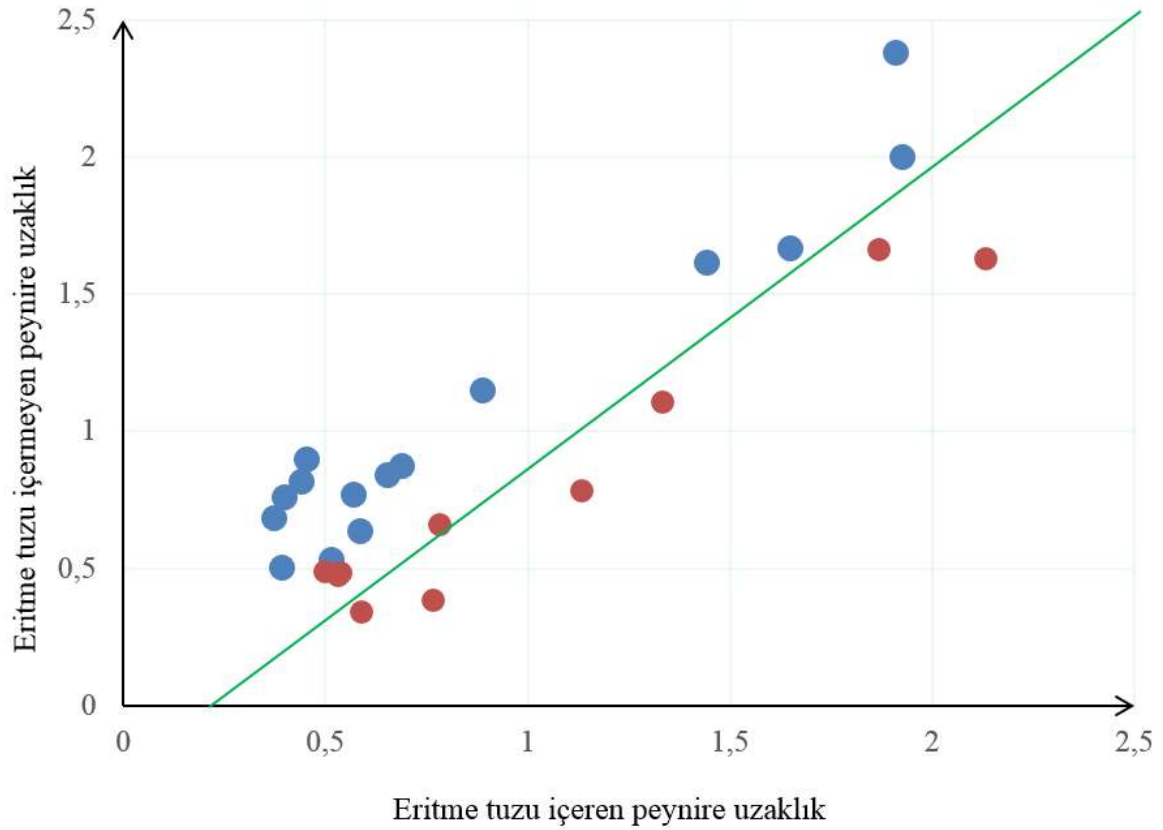
Çalışmamızda analiz edilen peynir örneklerinin sertlik değerlerinin Yaşar ve Güzeler (2011) tarafından rapor edilen sertlik değerleri ile benzer olduğu ancak Eroğlu vd. (2015) ve Çelebi ve Şimşek (2020) tarafından rapor edilen değerlerden düşük olduğu görülmektedir. Çalışmamız sonucu elde edilen bulgularla literatür verileri arasındaki farklıların peynirlerin bileşim ve olgunluk düzeyleri ile analiz yöntemindeki farklılıklardan kaynakladığı düşünülmektedir.

4.4 Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi Değerleri

Şekil 4.1’de kaşar peyniri (a) ve eritme peynirine (b) ait örnek FTIR spektrumları verilmiştir. Şekil 4.2’de ise FTIR spektrumları kullanılarak yapılan diskriminant analiz ile peynirlerin eritme tuzu içeriğine göre (eritme tuzu içermeyen ve içeren) gruplandırılabilirlikleri gösterilmiştir.



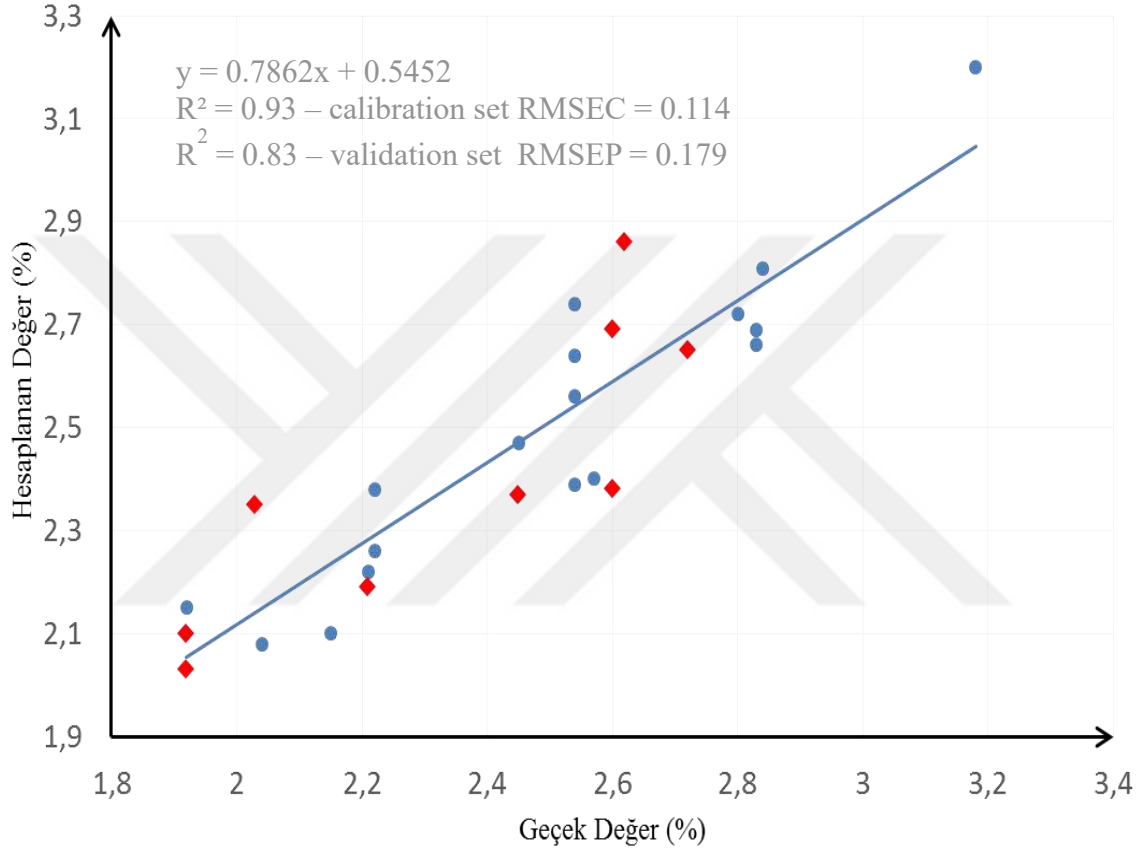
Şekil 4.1. Kaşar peyniri (a) ve eritme peynirine (b) ait örnek FTIR spektrumu



Şekil 4.2. Kaşar peyniri ve eritme peyniri örnekleri ait FTIR spektrumu verilerine uygulanan diskriminant analiz ile peynirlerin gruplandırılması (kırmızı renk: eritme peyniri, mavi renk: kaşar peyniri)

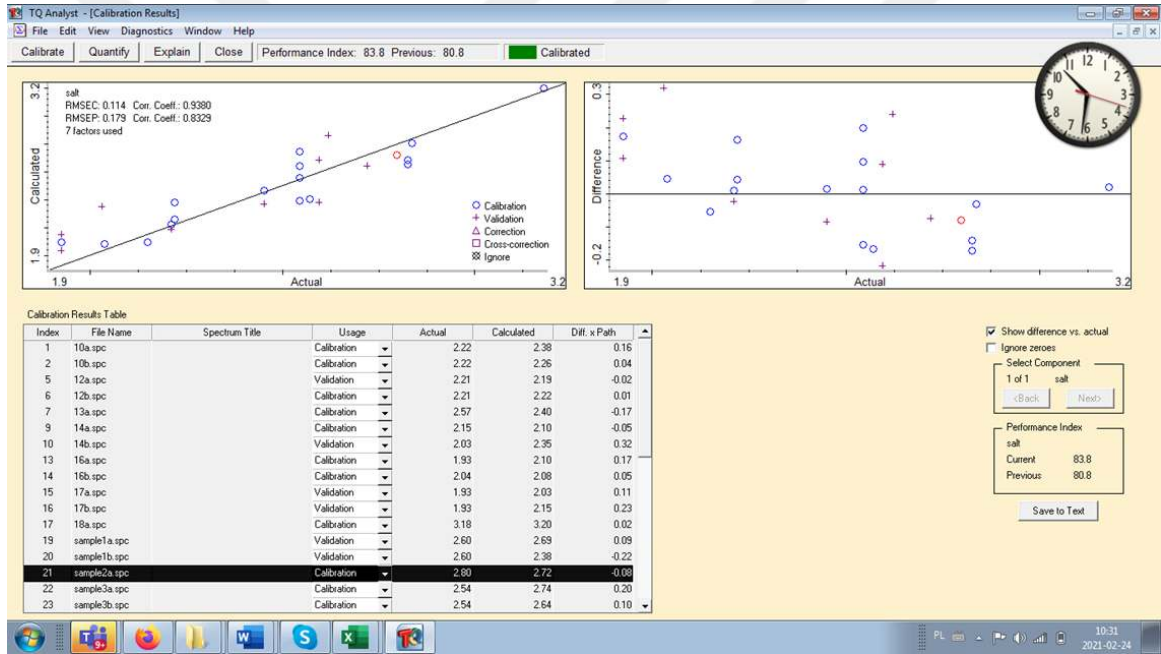
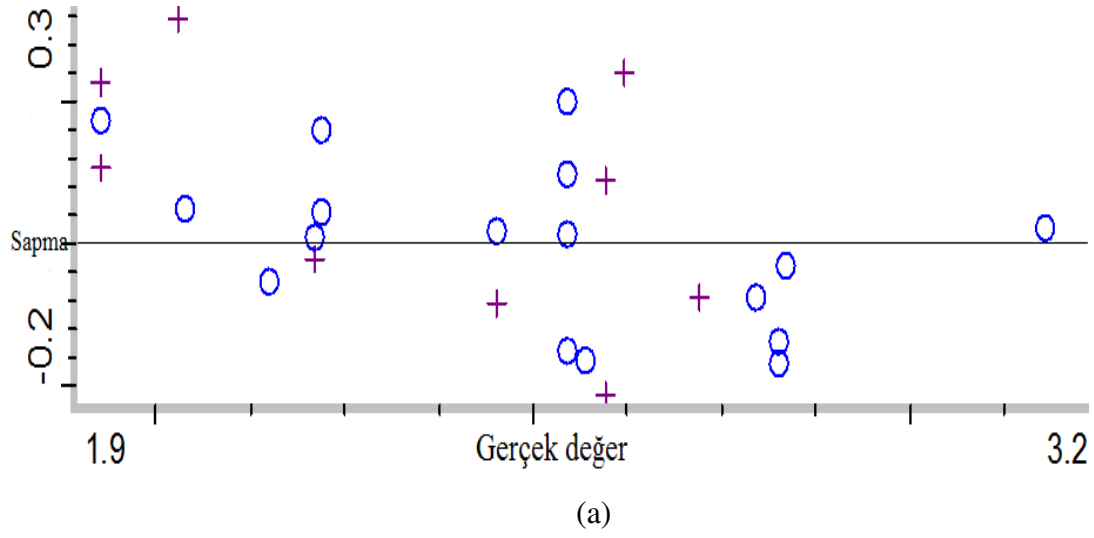
Şekil 4.2’den de görüldüğü gibi spektrumları analize dahil edilen toplam 24 örnekten (18 peynir örneğinin herbirinden başlangıçta 2 paralel ölçüm alınmış ve toplam 36 spektrum elde edilmiştir. İstatistiksel modelin oluşturulması sırasında bazı örnekler değerlendirme dışı bırakılmış analizlerde kalan 26 örnekle çalışılmış, 24’ü diskriminant analiz için kullanılmıştır) yalnızca 3’ü hatalı grupta yer almıştır. Diğer bir ifade ile 3 adet eritme peyniri örneği kaşar peyniri grubu içerisinde gruplandırılmıştır. Geri kalan 21 örnek doğru olarak ayrılabilmiştir. Bu durum kullanılan modelin %87,5 oranında doğru gruplandırma yapabildiğini göstermektedir. Elde edilen söz konusu veriler kaşar peynirleri ve eritme tuzları kullanılarak üretilen eritme peynirlerinin FTIR spektrumlarından yararlanılıp eritme tuzu kullanılan kaşar benzeri peynirlerin kaşar peynirlerinden ayırt edilmesinin mümkün olduğunu göstermektedir. Ancak kullanılan modellerin gününün arttırılması için daha fazla sayıda numune ile çalışılmasının gerekli olduğu düşünülmektedir.

Şekil 4.3'te peynir örneklerinin tuz içeriklerinin (niteliksel olarak) spektral verilerle nasıl bir ilişkiye sahip olduğu görülmektedir. Burada elde edilen kalibrasyon grafiği (denklem) kullanarak bilinmeyen bir numunenin spektrumunu kaydederek tuz içeriğini belirleyebiliriz. Burada doğruluk, R^2 ve kalibrasyonun ortalama karekök hatası (RMSEC) ve tahminin ortalama karekök hatası (RMSEP) olarak ifade edilmektedir. Modelin gücü R^2 değerinin 1'e yakınlığı ile ilgilidir. Çalışmamızda R^2 değeri 0,83 olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.3. Kısmi en küçük kareler (PLS) modeli ile kaşar peyniri ve eritme peyniri örneklerinin toplam tuz içeriklerinin (FTIR spektrumu verileri ve titrimetrik tuz içeriği verileri kullanılarak) tahmin edilmesi (kırmızı renk: eritme peyniri, mavi renk: kaşar peyniri)

Şekil 4.4 peynir örneklerinin FTIR spektrumları kullanılarak hesaplanan (tahmin edilen) toplam tuz içeriklerinin gerçek değerden sapmalarının sıfır çizgisinin (grafikte sapma olarak ifade edilen çizgi) her iki tarafında olduğunu ve elde edilen verilen bir istatistiksel dağılım gösterdiğini göstermektedir. Hata değerleri 1'den ne kadar küçük olursa ($r < 1$) kullanılan modelin o kadar güçlü olduğunu ifade eder. Sapma noktalarının modelin kalitesini gösteren sıfır çizgisinin tek bir tarafında toplanmaması önemlidir.



Şekil 4.4. (a) Peynirlerin tuz içeriklerine ait hata değerleri (gerçek tuz değerleri ile tahmin edilen tuz değerleri arasındaki sapma, ○: Kalibrasyon, +: Validasyon) ve (b) hesaplamada kullanılan software (TQ Analyst) görüntüsü

5. SONUÇ

İki bölüm halinde yürütülen bu çalışmanın ilk bölümünde ulusal firmalar tarafından üretilen ve yerel marketlerden temin edilen 9 adet kaşar peyniri ve 9 adet eritme peynirinin (kaşar peyniri benzeri eritme peyniri ya da eritme kaşarı) kurumadde, yağ, pH, asitlik (% laktik asit), kurumaddede tuz ve kül gibi bazı bileşim özellikleri ile CIE renk parametreleri (L^* , a^* ve b^*) ve sertlik değerleri belirlenmiştir. Araştırmanın ikinci bölümünde ise eritme tuzu kullanılarak üretilen ancak kaşar peyniri olarak pazarlanan eritme peynirlerin hızlı bir şekilde FTIR spektroskopisi ile belirlenebilmesinin mümkün olup olmadığı değerlendirilmiştir. Bu amaçla kaşar ve eritme peyniri örneklerinin FTIR spektrumlarından oluşan spektral setler kullanılarak yapılan istatistiksel değerlendirmeler ile iki grup peynirin birbirinden doğru bir biçimde ayrıştırılıp ayrıştırılamacağı araştırılmıştır. Yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

- Kaşar peyniri örneklerinin ($n=9$) ortalama kurumadde, yağ, pH, asitlik (% laktik asit), kurumaddede tuz ve kül içerikleri sırasıyla %53,57, %26,55, 5,22, %0,70, %4,88 ve %4,14 olarak belirlenmiş iken aynı parametrelerin eritme peynirlerinde ($n=9$) sırasıyla %52,89, %25,97, 5,41, %0,69, %4,31 ve %4,43 olduğu tespit edilmiştir.
- Farklı firmalar tarafından üretilen kaşar ve eritme peynirlerinin bileşim özelliklerinin farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Genel olarak eritme peyniri örneklerinin bileşim özellikleri birbirlerine daha yakın bulunmuş iken, kaşar peyniri örneklerinin bileşim özelliklerinde önemli farklılıklar olduğu değerlendirilmiştir.
- Kaşar peyniri örneklerinin dış yüzey L^* , a^* ve b^* değerleri sırasıyla 77,86-82,80, -2,10/-3,85 ve 13,03-18,97 arasında değişim göstermiş iken eritme peyniri örneklerinin dış yüzey L^* , a^* ve b^* değerleri sırasıyla 80,32-82,82, -3,12/-3,85 ve 13,26-24,44 arasında değişmiştir.
- Eritme peyniri örneklerinin dış yüzey ve kesit b^* değerleri (sarılık) genel olarak kaşar peyniri örneklerinden daha yüksek bulunmuştur. Bu durumun eritme peyniri üretiminde bazı firmaların peynire daha sarı bir renk vermek amacıyla gıda boyası (β -karoten) ilavesi ile ilişkilendirilmiştir.
- Kaşar peyniri örneklerinin sertlik değerleri 11,31-27,34N arasında ve ortalama 20,85N olarak bulunmuş iken eritme peyniri örneklerinin sertlik değerlerinin 13,94-23,55N ve ortalama 19,70N değerinde olduğu görülmüştür.
- Peynir örneklerinin 2 cm^{-1} çözünürlük ile $4000\text{-}400\text{ cm}^{-1}$ spektral aralıkta kaydedilen FTIR spektrumları kullanılarak oluşturulan istatistiksel model ile peynirlerin %87,5

oranında doğru gruptandırabildiği belirlenmiştir. Ancak kullanılan modelin gücünün arttırılması için daha fazla sayıda numune ile çalışılmasının gerekli olduğu düşünülmektedir.

Elde edilen veriler peynirlerin FTIR spektrumları kullanılarak, eritme tuzu ilavesiyle üretilen kaşar benzeri eritme peynirlerinin kaşar peynirlerinden ayırt edilmesinin mümkün olduğunu göstermektedir. Daha fazla örneğin FTIR spektroskopisi verileri ile oluşturulacak daha güçlü istatistiksel modellerin, eritme tuzu kullanılarak üretilen peynirlerin kaşar peyniri olarak pazarlanması şeklinde yapılan hilelelerin hızlı bir biçimde tespitini sağlayabileceği düşünülmektedir.



KAYNAKLAR

- Akkaya, M.R., Yücel, H., Didin, M., Özer, E. A., Kola, O., Duman, A. D., 2017. Yerfıstığı (*Arachis hypogaea* L.)’nda bazı kalite özelliklerinin yakın kızılötesi spektroskopi (NIRS) ile belirlenmesi. *Derim*, 34(1), 37-42.
- Akyüz, N., 1978. Isının, Kültür Kullanımının ve Ambalaj İşleminin Kaşar Peyniri Kalitesi, Tad ve Aroması Etkileri Üzerinde Araştırma, Doktora Tezi (Basılmamış). Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, Türkiye.
- Alkhalf, M.I., Mirghani, M.E.S., 2017. Detection of formaldehyde in cheese using FTIR spectroscopy. *International Food Research Journal*, 24, 496-500.
- Andiç, S., Tunçtürk, Y., Gençcelep, H., 2011. The effect of different packaging methods on the formation of biogenic amines and organic acids in Kashar cheese. *Journal of Dairy Science*, 94(4), 1668-1678.
- Anonim, 2010. 5996 Numaralı Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda Ve Yem Kanunu. <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.5996.pdf> (Erişim Tarihi: 19.12.2020)
- Anonim, 2013. Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/06/20130630-4.htm> (Erişim Tarihi: 19.12.2020)
- Anonim, 2015. Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/02/20150208-16.htm> (Erişim Tarihi: 02.12.2020)
- AOAC, 2000. *Official Method of Analysis*, Seventeenth Edition. Association of Official Analytical Chemist, Gaithersburg, 28s.
- Atlı, B., 2010. Gıda Boyaları. Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, Türkiye.
- Ayar, A., 1991. Trabzon İli Dahilinde Tüketime Sunulan Kaşar Peynirlerinin Tüzük Ve Standarda Uygunluğu, Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, Türkiye.
- Aydemir, O., 2010. Kars Kaşar Peynirinin Karakterizasyonu, Doktora Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, Türkiye.

- Awad, R.A., Abdel-Hamid, L.B., El-Shabrawy, S.D., Singh, R.K., 2004. Physical and sensory properties of block processed cheese with formulated emulsifying salt mixtures. *International Journal of Food Properties*, 7(3), 429-448.
- Bachmann, H. P., 2001. Cheese analogues: A review, *International Dairy Journal*, 11, 505-515.
- Badem, A., 2015. Rennet Kazeinin Kaşar Peynirinin Kimyasal, Mikrobiyolojik Ve Duyusal Kalite Niteliklerine Etkisi, Doktora Tezi. Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya, Türkiye.
- Balkır, P., Metin, M., 2011. Physicochemical and textural properties of imitation fresh kashar cheeses prepared from casein, caseinates and soy protein. *Gıda*, 36(1), 17-24.
- Bardakçı, B., Seçilmiş, H., 2006. Isparta bölgesindeki gül yağının kimyasal içeriğinin GC-MS ve FTIR spektroskopisi tekniği ile incelenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi*, 1(1), 64-69.
- Boran, O.S., 2012. Yağı Azaltılmış Eritme Peyniri Üretiminde İnülin Kullanımıyla Peynirin Fonksiyonel Özelliklerinin Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi. İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Malatya, Türkiye.
- Büyüksırt, T., Kuleaşan, H., 2014. Fourier dönüşümlü kızılötesi (FTIR) spektroskopisi ve gıda analizlerinde kullanımı. *Gıda*, 39(4), 235-241.
- Bursa, A.İ., 2012. Eritme Peynirinde Farklı Baharat İlavesinin *Escherichia coli* Ve *Staphylococcus aureus* Üzerine İnhibasyon Etkisi, Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, Türkiye.
- Callaghan Y.C., Connor T.P., Brien N.M., 2017. Nutritional Aspects of Cheese. In: *Fundamentals of Cheese Science*. Fox, P.F., Guinee, T.P., Cogan, T.M., McSweeney, P.L., (Ed.), Springer, Boston, 715-730.
- Caric, M., Gantar, M., Kalab, M., 1985. Effects of emulsifying agents on the microstructure and other characteristics of process cheese. *Food Microstructure*, 4, 297-312.
- Caric, M., Kalab, M., 1993. Processed Cheese Products. In: *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*. Fox, P.F., (Ed.), Springer, Boston, 467-505.

- Caric M., Kalab M., 1999. Processed Cheese Products. In: *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*. Fox, P.F., (Ed.), Springer, Boston, 467-468.
- Cen, H., He, Y., 2007. Theory and application of near infrared reflectance spectroscopy in determination of food quality. *Trends in Food Science Technology*, 18(2), 72-83.
- Cernikova, M., Bunka, F., Pospiech, M., Tremlov, B., Hladk, K., Pavlinek, V., Brezina, P., 2010. Replacement of traditional emulsifying salts by selected hydrocolloids in processed cheese production. *International Dairy Journal*, 20(5), 336-343.
- Chen, L., Liu, H., 2012. Effect of emulsifying salts on the physicochemical properties of processed cheese made from Mozzarella. *Journal of Dairy Science*, 95(9), 4823-4830.
- Coruk, K.S., 2018. Isıl İşlem Sonucunda Şeftali Suyunda Bulunan Polifenol Oksidaz Ve Peroksidaz Enzimlerinin Yapısal Değişimlerinin Ftır Spektroskopisi İle Belirlenmesi, Yüksel Lisans Tezi. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Niğde, Türkiye.
- Cuibus, L., Maggio, R., Mureşan, V., Diaconeasa, Z., Pop, O.L., Socaciu, C., 2015. Preliminary discrimination of butter adulteration by ATR-FTIR spectroscopy. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca Food Science and Technology*, 72(1), 70-76.
- Cunha, C.R., Viotto, H.W., 2010. Casein peptization, functional properties, and sensory acceptance of processed cheese spreads made with different emulsifying salts. *Journal of Food Science*, 7 (1), 113-120.
- Çağlar, M. Y., Demirci, M., Şahiner, A., Çakır, B., Çağlar, A. F., 2019. Gıda analizlerinde kullanılan spektroskopik teknikler. *Akademik Gıda*, 17(1), 121-130.
- Çakmakçı, S., 2011. Türkiye Peynirleri. *İçinde: Peynir Biliminin Temelleri*. Hayaloğlu, A.A., Özer, B.,(Ed.), Sidas Medya, Konak, İzmir, 585-614.
- Çebi, N., 2012. Beyaz Peynirlerde Kimyasal Kompozisyonun Mikro Ölçekte Dağılımının Mikro FTIR İle Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Çelebi, M., Şimşek, B., 2020. Taze ve olgunlaşmış kaşar peynirlerinin tekstürel özelliklerinin belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 25(2), 64-74.

- Çetinkaya, A., 2012. Kaşar Peynirlerinde Farklı Tuzlama ve Muhafaza Yöntemlerinin Peynirin Kalitesi Üzerine Etkisi. Doktora Tezi. Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, Türkiye.
- Çırak, O., 2017. Fourier Transform Infrared Spektroskopisi (FTIR) İle Sütte Tür Tayini Yapılması, Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye
- Çürük, M., 2006. Kaşar Benzeri Peynirlerin Bazı Özellikleri Üzerine Eritme Tuzu Kullanımının Ve Olgunlaşma Süresinin Etkileri, Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, Türkiye.
- Davis, R., Mauer, L.J., 2010. Fourier transform infrared (FT-IR) spectroscopy: a rapid tool for detection and analysis of foodborne pathogenic bacteria. In: *A.Current Research, Technology And Education Topics in Applied Microbiology And Microbial Biotechnology*. Mendez-Vilas, A., (Ed.), Formatex Research Center, Madrid, 1582-1594.
- De Angelis, M., Gobbetti, M., 2011. Pasta Filata Cheeses: Traditional Pasta Filata Cheese. *Encyclopedia of Dairy Sciences*, 745-752
- De Oliveira, M.N., Ustunol, Z., Tamime, A., 2011. Manufacturing practices of processed cheese. Processed cheese and analogues. In: *Processed Cheese And Analogues*. Tamime, A., (Ed.), Wiley-Blackwell, New Jersey, 148-178.
- Demir, Y., Çimen, M., Baş, İ., Kotan, M., Tüzün, S., 2014. Adıyaman ilinde kış ve ilkbahar aylarında üretilen kaşar peynirin bazı biyokimyasal parametrelerin karşılaştırılması. *İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi*, 6(24), 7-11.
- Demirci, M., 1988. Ülkemizin önemli peynir çeşitlerinin mineral madde düzeyi ve kalori değerleri. *Gıda*, 13(1), 17-21.
- Demirci, M., Dıraman, H., 1990. Trakya bölgesinde üretilen vakum paketlenmiş taze kaşar peynirlerinin yapım tekniği, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik nitelikleri ve enerji değerleri üzerine bir çalışma. *Gıda*, 15(2), 83-88.
- Dimitreli, G., Thomareis, A.S., Smith, P.G., 2005. Effect of emulsifying salts on casein peptization and apparent viscosity of processed cheese. *International Journal of Food Engineering*, 1(4), 1-17.

- Dixon, S., 2011. Processed cheese pants and equipment: a practical overview. *In: Processed Cheese And Analogues*. Tamime, A., (Ed.), Wiley-Blackwell, New Jersey, 179–198.
- Doğru, K.A., Ayaz, N.D., 2009. Farklı peynir çeşitlerinde B12 vitamini ve folik asit düzeyleri. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 56(3), 187-191.
- Dole, M.N., Patel, P.A., Sawant, S.D., Shedpure, P.S., 2011. Advance applications of Fourier transform infrared spectroscopy. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 7(2), 159-166.
- Doruk, İ., 2018. Farklı Proses Tekniklerinin Eritme Peyniri Yapımında Ürün Kalitesi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, Türkiye.
- El-Bakry, M., Duggan, E., O’Riordan, E. D., O’Sullivan, M., 2010. Effects of emulsifying salts reduction on imitation cheese manufacture and functional properties. *Journal of Food Engineering*, 100(4), 596-603.
- Erkahveci, A., Karaali, A., 1996. Fourier transform infrared (FTIR) spektroskopinin gıda analizlerine uygulanması. *Gıda*, 21(5), 337-345.
- Eroglu, A., Dogan, M., Toker, O.S., Yilmaz, M.T., 2015. Classification of kashar cheeses based on their chemical, color and instrumental textural characteristics using principal component and hierarchical cluster analysis. *International Journal of Food Properties*, 18(4), 909-921.
- Ertugay, M.F., Başlar, M., 2011. Gıdaların kalite özelliklerinin belirlenmesinde yakın kızılötesi (NIR) spektroskopisi. *Gıda*, 36(1), 49-54.
- FAO, 2003. *Trade Reforms and Food Security*, Food and Agriculture Organization of The United Nations, Rome, <http://www.fao.org/3/y4671e/y4671e00.htm> (11.12.2020).
- FDA, 2006. *CFR - Code of Federal Regulations Title 21*, Food and Drug Administration, Washington, <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch.cfm?CFRPart=133> (07.12.2020).
- Fox, P.F., McSweeney, P.L., Cogan, T.M., Guinee, T.P., 2004. *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*, Third Edition. Academic Press, Cambridge, 640 s.

- Fox, P.F., Guinee, T.P., Cogan, T.M., McSweeney, P.L., 2017a. Cheese: historical aspects. *In: Fundamentals of Cheese Science*. Fox, P.F., Guinee, T.P., Cogan, T.M., McSweeney, P.L., (Ed.), Springer, Boston, 1-10.
- Fox P.F., Guinee T.P., Cogan T.M., McSweeney P.L., 2017b. Factors that Affect Cheese Quality. *In: Fundamentals of Cheese Science*. Fox, P.F., Guinee, T.P., Cogan, T.M., McSweeney, P.L., (Ed.), Springer, Boston, 533-542.
- Fox P.F., Guinee T.P., Cogan T.M., McSweeney P.L. 2017c. Processed Cheese and Substitute/Imitation Cheese Products. *In: Fundamentals of Cheese Science*. Fox, P.F., Guinee, T.P., Cogan, T.M., McSweeney, P.L., (Ed.), Springer, Boston, 598-627.
- Fox P.F., Guinee T.P., Cogan T.M., McSweeney P.L., 2017d. Starter Cultures. *In: Fundamentals of Cheese Science*. Fox, P.F., Guinee, T.P., Cogan, T.M., McSweeney, P.L., (Ed.), Springer, Boston, 121- 183.
- Fu, W., Watanabe, Y., Inoue, K., Moriguchi, N., Fusa, K., Yanagisawa, Y., Mutoh, T., Nakamura, T., 2018. Effects of pre-cooked cheeses of different emulsifying conditions on mechanical properties and microstructure of processed cheese. *Food Chemistry*, 245, 47–52.
- Guinee, TP., Carić M., Kalab, M., 2004. Pasteurized processed cheese and substitute/imitation cheese products. *In: Cheese: chemistry, physics and microbiology*. McSweeney, P., Fox, P.F., vd., (Ed.), Third Edition. Academic Press. Cambridge, Massachusetts, 349-394.
- Gök, S., Severcan, M., Goormaghtigh, E., Kandemir, I., Severcan, F., 2015. Differentiation of Anatolian honey samples from different botanical origins by ATR-FTIR spectroscopy using multivariate analysis. *Food Chemistry*, 170, 234-240.
- Göze, D., 2018. Kaşar Peynirinin Olgunlaşmasının Hızlandırılmasında Otolitik Laktik Asit Bakterisinin Kullanımı. Yüksek Lisans Tezi. Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Burdur, Türkiye.
- Gürsoy, O., 2000. Soya Sütünün Kaşar Peyniri Üretiminde Kullanım Olanakları. Yüksek Lisans Tezi. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, Türkiye.
- Halkman, A., Halkman, Z., 1991. Kaşar peyniri starter kültür kombinasyonları üzerine bir araştırma. *Gıda*, 16(2), 99-105.

- Hayaloğlu, A.A., 2008. Türkiye'nin peynirleri: Genel bir perspektif. *Türkiye 10. Gıda Kongresi Bildiriler Kitabı*, Erzurum, 729-732.
- IDF, 2008. *Milk and Milk Products: Guide to Sampling Techniques*, International Dairy Federation, IDF Standard 50, Brussels, <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:707:ed-3:v1:en> (23.12.2020).
- IDFA, 2006. *Dairy Facts*, International Dairy Foods Association, Washington, <http://www.idfa.org/facts/milk> (04.12.2020).
- Jack, F.R., Paterson, A., 1992. Texture of hard cheeses. *Trends in Food Science Technology*, 3, 160-164.
- Jaiswal, P., Jha, S.N., Borah, A., Gautam, A., Grewal, M.K., Jindal, G., 2015. Detection and quantification of soymilk in cow–buffalo milk using attenuated total reflectance fourier transform infrared spectroscopy (ATR–FTIR). *Food Chemistry*, 168, 41-47.
- Kadiroğlu, P., Ekici, H., 2018. Yeşil ceviz kabuklarının biyoaktif özelliklerinin FTIR spektroskopisi yöntemiyle tahmin edilmesi. *Akademik Gıda*, 16(1), 20-26.
- Kamber, U., 2008. The traditional cheeses of Turkey: Cheeses common to all regions. *Food Reviews International*, 24, 1-38.
- Kapoor, R., Metzger, L.E., 2008. Process cheese: scientific and technological aspects—a review. *Comprehensive Reviews in Food Science And Food Safety*, 7(2), 194-214.
- Karaali, A., Özçelik, B., 1993. Gıda katkısı olarak doğal ve sentetik boyalar. *Gıda*, 18(6), 389-396.
- Karagözlü, C., Yılmaz, Öner, A., 2020. İzmir piyasasında satışa sunulan tereyağı ve peynir örneklerinin β -sitosterol içeriklerinin tespiti ile taşıma belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 57(2), 257-266.
- Kavak, D.D., Karabiyik, H., 2020. Quality evaluation of kashar cheese: influence of palm oil and ripening period. *Food Science and Technology*, 40(2), 354-360.
- Keskin, M., Setlek, P., Demir, S., 2017. Use of color measurement systems in food science and agriculture. *International Advanced Researches -Engineering Congress Proceeding Book*, 16-18.
- Kıvanç, M. 1989. Erzurum piyasasında tüketime sunulan kaşar peynirlerinin mikrobiyal florası. *Gıda*, 14(1), 23-30 .

- Kiziloz, M.B., Cumhuri, O., Kilic, M., 2009. Development of the structure of an imitation cheese with low protein content. *Food Hydrocolloids*, 23(6), 1596-1601.
- Kocatürk, K., 2019. Geleneksel Yöntemle Üretilen Kökez Süzme Yoğurdunun Fizikokimyasal Ve Reolojik Özellikleri, Uçucu Lezzet Bileşenleri, Yağ Asidi Kompozisyonu Ve Konjuge Linoleik Asit İçeriği, Yüksek Lisans Tezi. Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Burdur, Türkiye
- Koçak, C., Erşen, N., Aydınoğlu, G., Uslu, K., 1998. Ankara piyasasında satılan kaşar peynirlerinin proteoliz düzeyi üzerinde bir araştırma. *Gıda*, 23(4), 247-251.
- Lee, S.K., Buwalda, R.J., Euston, S.R., Foegeding, E.A., McKenna, A.B., 2003. Changes in the rheology and microstructure of processed cheese during cooking. *LWT-Food Science and Technology*, 36(3), 339-345.
- Lei, T., Sun, D.W., 2019. Developments of nondestructive techniques for evaluating quality attributes of cheeses: A review. *Trends in Food Science -Technology*, 88, 527-542.
- Leite, A.I.N., Pereira, C.G., Andrade, J., Vicentini, N.M., Bell, M.J.V., Anjos, V., 2019. FTIR-ATR spectroscopy as a tool for the rapid detection of adulterations in butter cheeses. *LWT*, 109, 63-69.
- Lu, Y., Shirashoji, N., Lucey, J.A., 2007. Rheological, textural and melting properties of commercial samples of some of the different types of pasteurized processed cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 60(2), 74-80.
- Mata, P., Dominguez-Vidal, A., Bosque-Sendra, J.M., Ruiz-Medina, A., Cuadros-Rodriguez, L., Ayora-Canada, M.J., 2012. Olive oil assessment in edible oil blends by means of ATR-FTIR and chemometrics. *Food Control*, 23(2), 449-455.
- Mayer H.K., 2001. Bitternes in processed cheese caused by an overdose of a spesific emulsifying agent. *International Dairy Journal*, 11(4-7), 533-542.
- Metin, M., Öztürk, G.F., 2016. *Süt ve Mamülleri Analiz Yöntemleri*, Onuncu Baskı. Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, 439 s.
- Meyer, A. 1973. *Processed Cheese Manufacture*, Food Trade Press, London, 329 s.

- Mizuno, R., Lucey, J.A., 2005. Effects of emulsifying salts on the turbidity and calcium-phosphate-protein interactions in casein micelles. *Journal of Dairy Science*, 88(9), 3070-3078.
- Niro, S., Fratianni, A., Tremonte, P., Sorrentino, E., Tipaldi, L., Panfili, G., Coppola, R., 2014. Innovative Caciocavallo cheeses made from a mixture of cow milk with ewe or goat milk. *Journal of Dairy Science*, 97(3), 1296-1304.
- Nizamlioğlu, M., Gürbüz, Ü., Doğruer, Y., 1996. Potasyum sorbatın kaşar peynirinin kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesine etkisi. *Selçuk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 12(2), 23-29.
- Oğuz, Ş., Andıç, S., 2019. Starter cultures used for the manufacture of cheese. *Journal of Food*, 44(6), 1174-1196.
- Okur, Ö.D., 2005. Isparta İlinde Satılan Süt Ve Süt Ürünlerinin Kalite Düzeylerinin Ve Yağ Asidi Profillerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, Türkiye.
- Ostrowska-Ligeza, E., Gorska, A., Wirkowska, M., Koczon, P., 2012. An assessment of various powdered baby formulas by conventional methods (DSC) or FT-IR spectroscopy. *Journal of thermal analysis and calorimetry*, 110(1), 465-471.
- Oussama, A., Elabadi, F., Platikanov, S., Kzaiber, F., Tauler, R., 2012. Detection of olive oil adulteration using FT-IR spectroscopy and PLS with variable importance of projection (VIP) scores. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 89(10), 1807-1812.
- Öksüztepe, G., Patır, B., Dikici, A., İlhak, O.İ., 2009. Elazığ'da tüketime sunulan vakum paketli taze kaşar peynirlerinin mikrobiyolojik ve kimyasal kalitesi. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi*, 23(2), 89-94.
- Özalp, E., 1988. Süt ürünlerinde kullanılan starter kültürler. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 35(1), 6-15.
- Özer, İ., 1970. Yerli eritme peynirlerinin kimyasal bileşimi ve bakteriyolojik nitelikleri üzerinde araştırmalar. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 327-351.
- Özkan, E., 2011. FTIR Spektroskopisi Kullanılarak Tahribatsız Tereyağı Kalitesi Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.

- Özkan, E.R., 2012. Farklı Ph Değerlerindeki Peynirlerden Blok Tip Eritme Peynir Üretim Şartlarının Ve Ürün Özelliklerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Konya, Türkiye.
- Özkaya, F.D., Çetin, K. 2019. General status of food cheats in Turkey. *International Journal of Scientific and Technological Research*, 5(9), 45-53.
- Öztekin, Ş.F., 2003. Farklı Oranlarda Yağ İçeren Beyaz Peynirlerden Elde Edilen Eritme Peynirlerinin Genel Nitelikleri Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Patart J.P., 1986. Process Cheeses. *In: Cheesemaking, Science and Technology*. Eck, A., (Ed.), Lavoisier Publishing Inc., New York, 387- 401.
- Piska, I., Stetina, J., 2004. Influence of cheese ripening and rate of cooling of the processed cheese mixture on rheological properties of processed cheese. *Journal of Food Engineering*, 61(4), 551-555.
- Reder, M., Koczoń, P., Wirkowska, M., Sujka, K., Cierniewska-Żytkiewicz, H., 2014. The application of FT-MIR spectroscopy for the evaluation of energy value, fat content, and fatty acid composition in selected organic oat products. *Food Analytical Methods*, 7(3), 547–554.
- Reis, N., Botelho, B G., Franca, A.S., Oliveira, L.S., 2017. Simultaneous detection of multiple adulterants in ground roasted coffee by ATR-FTIR spectroscopy and data fusion. *Food Analytical Methods*, 10(8), 2700-2709.
- Say, D., Güzeler, N., 2008. Taze kaşar peynirlerinin randıman, bileşim ve duyuşal özellikleri üzerine haşlama suyunun tuz konsantrasyonunun etkisi. *Ç.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19(3), 30-41.
- Sarıoğlu, T., Öner, Z., 2006. Yenilebilir filmlerin kaşar peynirinin kaplanmasında kullanılma olanakları ve peynir kalitesi üzerine etkileri. *Gıda*, 31(1), 3-10.
- Sert, D., Ayar, A., Akin, N., 2007. The effects of starter culture on chemical composition, microbiological and sensory characteristics of Turkish Kaşar Cheese during ripening. *International Journal of Dairy Technology*, 60(4), 245-252.
- Shirashoji, N., Abe, T., Takahashi, K., Iwatsuki, K., 2006. Influence of emulsifying salts on functionality of sliced process cheese, *Journal of Dairy Science*, 89(1), 423.

- Solak Bulut, B., 2013. Farklı Tip Peynirler Kullanılarak Üretilen Eritme Peynirlerin Üretim Esnasında Uygulanan İşlem Parametrelerinin Peynirin Bazı Özellikleri Üzerine Etkisi, Doktora Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, Türkiye.
- Soyutemiz, G.E., Anar, E.Ş., Çetinkaya, F., 2000. Kaşar peyniri üretim aşamalarında görülen mikrobiyolojik ve kimyasal değişiklikler. *Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 19(1-2), 87-92.
- Spink, J., Moyer, D. C. 2011. Defining the public health threat of food fraud . *Journal of Food Science*, 79(9), 157-163.
- Sujka, K., Koczon, P., Ceglinska, A., Reder, M., Ciemniowska-Zytkiewicz, H., 2017. The application of FT-IR spectroscopy for quality control of flours obtained from polish producers. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, 2017, 1-9.
- Sujka, K., Koczon, P., 2018. The application of FT-IR spectroscopy in discrimination of differently originated and aged whisky. *European Food Research and Technology*, 244, 2019–2025.
- Suna, G., Ersan, L.Y., 2020. Peynir benzeri ürünlerde inovatif yaklaşımlar: imitasyon peynir. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 1, 23-31.
- Şalvarcı, M. (2015). Farklı Ph Değerlerindeki Telemelerden Farklı Üretim Teknikleriyle Üretilen Kaşar Peynirlerinin Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, Türkiye.
- Talbot-Walsh, G., Kannar, D., Selomulya, C., 2018. A review on technological parameters and recent advances in the fortification of processed cheese. *Trends in Food Science & Technology*, 81, 193-202.
- Tarakçı, Z., Kuçuköner, E., 2006. Changes on physicochemical, lipolysis and proteolysis of vacuum-packed Turkish Kashar cheese during ripening. *Journal of Central European Agriculture*, 7(3), 459-464.
- Templeton, H.L., Sommer, H.H., 1936. Studies on the emulsifying salts used in processed cheese. *Journal of Dairy Science*, 19(8), 561-572.
- Topçu, A., Bulat, T., Özer, B., 2020. Process design for processed Kashar cheese (a pasta-filata cheese) by means of microbial transglutaminase: Effect on physical properties, yield and proteolysis. *LWT*, 125, 109-226

- TSE, 1989. *Eritme Peyniri Standardı*. TS 2176 ICS 67.100.30, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- TSE, 2016. *Kaşar Peyniri Standardı*. TS 3272 ICS.100.30, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Turhan, S., 1993. Yağsız Sütten İşlenmiş Taze Peynirler İle Kaşar Peyniri Karışımından Eritme Peyniri Üretimi Ve Üretilen Peynirlerin Bazı Kalite Kriterleri Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi. On Dokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Samsun, Türkiye.
- Türkmen, S., Ataseven, Y. 2020. Türkiye’de taklit ve tağşiş yapılan gıdalara ilişkin yasal düzenlemelerin ve uygulamaların değerlendirilmesi. *Tarım Ekonomisi Araştırma Dergisi*, 6(1), 65-75.
- Ulusal Süt Konseyi, 2018. *Türkiye Süt Sektör İstatistikleri Özet Raporu*, Ulusal Süt Konseyi, <https://ulusalsutkonseyi.org.tr/turkiye-sut-sektor-istatistikleri-ozet-raporu-2450/> (24.11.2020).
- Ulutaş, Z., Çağlar, A., Kurt, A., 1993. Kars gravyer peynirinin yapılışı, duysal, fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine bir araştırma. *Gıda*, 18(3), 197-202.
- Üçüncü, M., 2015. *Süt ve Mamulleri Teknolojisi*, Beşinci Baskı. Sidas Medya, Konak, İzmir, 571 s.
- Valand, R., Tanna, S., Lawson, G., Bengtström, L., 2020. A review of Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy used in food adulteration and authenticity investigations. *Food Additives - Contaminants: Part A*, 37(1), 19-38.
- Vatan, T., 1996. Bursa İl Merkezinde Satışa Sunulan Kaşar Peynirlerinin Kimyasal Ve Mikrobiyolojik Özellikleri Üzerine Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış). Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, Türkiye.
- Vural, H., 2015. Tarım ve gıda güvenliğinde etik ilkelerin önemi. *U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29(2), 193-202.
- Weiserova, E., Doudova, L., Galiova, L., Zak, L., Michalek, J., Janis, R., Bunka, F., 2011. The effect of combinations of sodium phosphates in binary mixtures on selected texture parameters of processed cheese spreads. *International Dairy Journal*, 21(12), 979-986.

Yalman, M., Güneşer, O., Yüceer, Y.K., 2017. Evaluation of some physical, chemical and sensory properties of Kassar cheese and its processed and analogue types. *Journal of Agricultural Sciences*, 23(1), 63-75.

Yasar, K., Güzeler, N., 2011. Effects of coagulant type on the physicochemical and organoleptic properties of Kassar cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 64(3), 372-379.

Yıldız, O., Kurdal, E., 2003. Kırklareli il merkezinde tüketime sunulan taze ve eski kaşarların kimyasal bileşimlerinin ve hijyenik kalitesinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, (3), 20-27.

Zehren, V.L., Nusbaum, D.D., 2000. *Processed cheese*, Second Edition. Publishing Co. Inc., Madison, 376s.



TEZ TESLİM KONTROL LİSTESİ

1. Tez metni 21x29,7cm boyutlarında standart, birinci hamur beyaz A4 kağıdına (80-120 gram) hazırlandı mı? ☐
2. Tezin dış kapağı **Ek-1**'e göre hazırlandı mı? ☐
3. Tez dış kapağına 2,5 cm ölçülerinde üniversitenin amblemi yerleştirildi mi? ☐
4. Tez sayfaları lazer yazıcı kullanılarak yalnızca kağıdın tek yüzüne basıldı mı? ☐
5. Tez metnin yazılmasında yazı karakteri olarak **Times New Roman** kullanıldı mı? ☐
6. Yazımda her sayfanın sol kenarında 3cm, diğer kenarlarda 2,5cm boşluk bırakıldı mı? ☐
7. Yazım kurallarında belirtilen satır ve paragraf aralıklarına uyuldu mu? ☐
8. Ana ve ara başlıklar uygun puntoda ve belirtilen özelliklerde yazıldı mı? ☐
9. Sayfa numaralandırılması belirtilen şekilde yapıldı mı? ☐
10. Tezin dış kapağı sonrası boş sayfa konuldu mu? ☐
11. Tezin iç kapağı **Ek-2**'ye göre hazırlandı mı? ☐
12. Jüri onay sayfası **Ek-3**'e uygun olarak yazıldı mı? ☐
13. Etik kurallara uygunluk beyanı **Ek-4**'e uygun olarak hazırlandı mı? ☐
14. Önsöz ve/veya Teşekkür sayfası **Ek-5**'e uygun olarak yazıldı mı? ☐
15. İçindekiler sayfası **Ek-6**'ya uygun olarak hazırlandı mı? ☐
16. Şekil ve Çizelge dizinleri **Ek-7**'ye uygun olarak hazırlandı mı? ☐
17. Simgeler ve kısaltmalar **Ek-8**'e uygun olarak yazıldı mı? ☐
18. Türkçe özet tezin içeriğini yansıtıyor mu? ☐
19. Türkçe özet sayfası **Ek-9**'a göre hazırlandı mı? ☐
20. Türkçe özete önerilen şekilde anahtar kelimeler konuldu mu? ☐
21. Türkçe ve İngilizce özet birbiri ile uyumlu mu? ☐
22. İngilizce özet sayfası **Ek-10**'a göre hazırlandı mı? ☐
23. İngilizce özete anahtar kelimeler konuldu mu? ☐
24. Şekil ve çizelgeler uygun şekilde hazırlandı mı? ☐
25. Şekil ve çizelgelerin üst, alt başlık ve açıklamaları uygun şekilde yazıldı mı? ☐
26. Tez içinde varsa, alıntılar belirtilen şekilde yazıldı mı? ☐
27. Tez içinde varsa, dipnotlar belirtilen şekilde yazıldı mı? ☐
28. Kaynaklar metin içinde doğru şekilde kullanıldı mı? ☐
29. Metin içerisinde kullanılan kaynakların tamamı kaynaklar listesine yazıldı mı? ☐
30. Kaynaklar **Ek-11**'de belirtilen şekilde yazıldı mı? ☐
31. Ekler uygun başlık seçilerek, tez içindeki sunuş sırasına göre ve her biri ayrı sayfadan başlamak üzere, tez arkasında verildi mi? ☐
32. Özgeçmiş sayfası **Ek-12**'ye göre hazırlandı mı? ☐
33. Tez çalışmasından yayın yapıldı mı? ☐

Tez Enstitü'ye teslim için UYGUNDUR.

Öğrenci

Adı Soyadı

Danışman

Unvanı, Adı Soyadı