



EGE ÜNİVERSİTESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**MERSİN UÇUCU YAĞI İÇEREN YENİLEBİLİR
FİLM ÜRETİMİ VE KAŞAR PEYNİRİNİN
MUHAFAZASINDA MİKROBİYAL
İNAKTİVASYONA ETKİSİ**

Derya SAYGILI

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Gökhan KAVAS

Süt Teknolojisi Anabilim Dalı

Sunuş Tarihi : 10.08.2015

Bornova-İZMİR

2015

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

**MERSİN UÇUCU YAĞI İÇEREN YENİLEBİLİR
FİLM ÜRETİMİ VE KAŞAR PEYNİRİNİN
MUHAFAZASINDA MİKROBİYAL
İNAKTİVASYONA ETKİSİ**

Derya SAYGILI

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Gökhan KAVAS

Süt Teknolojisi Anabilim Dalı

Sunuş Tarihi : 10.08.2015

Bornova-İZMİR

2015

Derya SAYGILI tarafından yüksek lisans tezi olarak sunulan “Mersin Uçucu Yağı İçeren Yenilebilir Film Üretimi ve Kaşar Peynirinin Muhafazasında Mikrobiyal İnaktivasyona Etkisi” başlıklı bu çalışma E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 10.08.2015 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

İmza

Jüri Başkanı : Doç. Dr. Gökhan KAVAS



Raportör Üye : Prof. Dr. A. Sibel AKALIN



Üye : Yrd. Doç. Dr. A.Handan BAYSAL



EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Mersin Uçucu Yağı İçeren Yenilebilir Film Üretimi ve Kaşar Peynirinin Muhafazasında Mikrobiyal İnaktivasyona Etkisi” 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, 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 ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

10 / 08 / 2015

Derya SAYGILI

ÖZET**MERSİN UÇUCU YAĞI İÇEREN YENİLEBİLİR FİLM ÜRETİMİ
VE KAŞAR PEYNİRİNİN MUHAFAZASINDA MİKROBİYAL
İNAKTİVASYONA ETKİSİ**

SAYGILI, Derya

Yüksek Lisans Tezi, Süt Teknolojisi Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Gökhan KAVAS

Ağustos 2015, 98 sayfa

Bu çalışmada yenilebilir film kaplamaların kaşar peynirinin depolanmasında mikrobiyal inaktivasyona etkisi incelenmiştir. Ana materyal olarak peynir altı suyu protein izolatı kullanılan film üretiminde, % 2 oranında mersin uçucu yağı içeren ve içermeyen iki tip film solüsyonu elde edilmiştir. *E. coli O157:H7*, *S. aureus* ve *C. albicans* ile 10^6 kob/g düzeyinde yapay kontaminasyon uygulanan kaşar peyniri örnekleri daldırma metodu ile yenilebilir film kaplanmıştır. Yapay kontamine kaşar peyniri örnekleri film kaplama işleminin ardından +4°C’de 90 gün boyunca depolanmıştır. Film kaplanmış ve kaplanmamış kaşar peyniri örneklerinde depolama periyodu boyunca 1. 7. 15. 30. 60. ve 90. günlerde yapılan sayımlar ile mersin uçucu yağının *E. coli O157:H7*, *S. aureus* ve *C. albicans*’a karşı antimikrobiyal etkisi değerlendirilmiştir. Ayrıca peynir altı suyu protein izolatı bazlı film kaplamanın kaşar peynirinde bazı fiziksel ve kimyasal özellikler üzerine etkisi de incelenmiştir.

Muhafaza periyodu sonunda her iki film tipi için de, çalışmada kullanılan üç patojene karşı antimikrobiyal etki kontrol grubuna nazaran önemli düzeyde bulunmuştur ($P<0.05$). K örneklerinde *E.coli O157:H7*, *S.aureus* ve *C.albicans* sayıları sırası ile 1,40 log, 1,27 log ve 1,13 log artış göstermiştir. K örneklerinin aksine antimikrobiyal etkinin görüldüğü F örneklerinde sırası ile 1,14 log, 2,20 log ve 2,46 log azalma olduğu tespit edilmiştir. % 2 oranında mersin uçucu yağı içeren film kaplı M örneklerinde ise, yalnız film kaplı örneklere nazaran daha

yüksek antimikrobiyal etki gözlenmiştir. M örneklerindeki düşüş sırası ile 1,31 log, 2,90 log ve 6,27 log olmuştur. Bu durum, F örneklerinde her üç mikroorganizma üzerinde ve M örneklerinde *E.coli O157:H7*, *S.aureus* üzerinde bakteriyostatik etki görülürken, M örneklerinde *C.albicans* üzerinde fungisidal etki tespit edildiği şeklinde açıklanmaktadır.

Film kaplama işleminin kaşar peyniri örneklerinde depolama sürecinde nem kaybını önlediği ve etkinin kontrol örneklerine nazaran istatistiksel olarak önemli bulunduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). 90. gün sonunda K örneklerinde toplam % 1,17 nem kaybı olurken, F ve M örneklerinde bu oran sırası ile % 0,94 ve % 0,93 olmuştur.

Yenilebilir film kaplı ve kaplanmamış kaşar peyniri örneklerinde yapılan duyuusal değerlendirmede ise renk, kesit ve görünüş, yapı, tat ve koku parametreleri değerlendirilmiştir. Kontrol örnekleri ve film kaplı kaşar peyniri örnekleri panelistler tarafından beğenilirken, mersin uçucu yağı içeren film kaplı örneklerde aşırı düzeyde yabancı tat ve koku olduğu bildirilmiştir.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar peynir altı suyu protein izolatu bazlı biyopolimerlerin yenilebilir film üretimi için ideal olduğunu, söz konusu film üretiminde mersin uçucu yağı kullanımının antimikrobiyal etkiyi artırıcı yönde etki ettiğini ortaya koymuştur.

Anahtar sözcükler: Antimikrobiyal film, peynir altı suyu protein izolatu, mersin uçucu yağı, kaşar peyniri.

ABSTRACT**THE PRODUCTION OF EDIBLE FILM CONTAINING MYRTLE ESSENTIAL OIL AND ITS EFFECTS ON MICROBIOLOGICAL INACTIVATION DURING KASHAR CHEESE STORAGE**

SAYGILI, Derya

MSc in Department of Dairy Technology

Supervisor: Doç. Dr. Gökhan KAVAS

August 2015, 98 pages

In this study, whey protein isolate (WPI) films incorporated were produced and antimicrobial effect was tested against *E. coli* O157:H7, *S. aureus* ve *C. albicans* on the kashar cheese samples. The WPI was used as the main material in the production of film containing myrtle essential oil 2 %. Kashar cheese used as food matrix were artificially contaminated with *E. coli* O157:H7, *S. aureus* ve *C. albicans* at 6 log cfu/g and was coated with dip method. Artificially contaminated cheese samples were coated with preperad edible film and stored at 4°C for 90 days. Antimicrobial effectiveness of edible film against each of three pathogens were evaluated by counts performed on 1. 7. 15. 30. 60 and 90 days of storage period. Moreover moisture migration, some physical and chemical properties were investigated on kashar cheese samples coating protein-based edible film.

In the study, the aim was to extend the shelf life of cheese, evaluation of the cheese dairy industry waste whey protein and the investigation of antimicrobial effect some important food pathogens.

At the end of storage period antimicrobial activity of both film types against three pathogens were determined as significant ($P<0.05$). The level of *E.coli* O157:H7, *S.aureus* ve *C.albicans* on K samples respectively showed an increase 1.40 log, 1.27 log ve 1.13 log. Unlike the K samples, the level of *E.coli* O157:H7, *S.aureus* ve *C.albicans* on F samples respectively showed an decline 1.14 log, 2.20 log ve 2.46 log. The decline on M samples were respectively 1.31 log, 2.90 log ve 6.27 log. This case showed that myrtle essential oil showed bactericidal

effect against *C. albicans* and bacteriostatic effect against *E.coli* O157:H7, *S.aureus*.

In the storage process, film coating applications in cheese samples were prevent moisture loss and this effect was significant compared to K samples ($P<0.05$). At the end of the 90 days, K samples has been 1.17 % moisture loss whereas F and M samples have been 0.94 % and 0.93 % moisture loss.

In the study, the aim is to extend the shelf life of kashar cheese, evaluation of the whey protein which is the most important waste for dairy industry and to investigate the antimicrobial activity of edible film coating on some important food pathogens.

Color, dimension and appearance, structure, taste and smell parameters were evaluated in coated and uncoated kashar cheese. Control and film-coated cheese were appreciated while myrtle film-coated cheese were not liked by panelists because of excessive levels of foreign taste and smell.

Results suggest that biopolymers made from WPI is ideal for film production. Additionally, myrtle essential oil have the increasing effect antimicrobial activity.

Keywords: Antimicrobial film, whey protein isolate, myrtle essential oil, kashar cheese.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim sırasında benden desteğini esirgemeyen, değerli tecrübelerini benimle paylaşan sevgili danışman hocam Doç. Dr. Gökhan KAVAS'a, tez dönemim boyunca ve çalışmamın duyusal analizlerinin yürütülmesinde değerli görüşlerini benimle paylaşan ve desteklerini daima yanımda hissettiğim isimlerini tek tek sayamayacağım kıymetli bölüm hocalarım ve arkadaşlarım'a,

Bu çalışmada kullanılmak üzere kaşar peyniri örneklerinin temini konusunda desteğini esirgemeyen Boyacıoğulları Ömür Süt Ürünleri ve Tic. Ve San. Ltd. Şti. ile mersin uçucu yağını temin ettiğim Türer Tarım ve Orman Ürünleri İthalat İhracat San. ve Tic. Ltd. Şti'ne,

Bu çalışmanın yapılabilmesi için vermiş olduğu maddi destekten dolayı Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu'na,

Yüksek lisans eğitimime Öncelikli Alanlara Yönelik Yurt İçi Yüksek Lisans Burs Programı kapsamında sağladığı maddi destekten dolayı TÜBİTAK'a,

Son olarak, benden hiçbir zaman desteğini esirgemeyen sevgili eşim ve aileme teşekkürü bir borç biliyorum. Kıymeti kelimelerle ifade edilemeyecek kadar çok canım annem, bu çalışmamı kendisine armağan ediyorum.

İÇİNDEKİLERSayfa

ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
TEŞEKKÜR	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xvii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xix
RESİMLER DİZİNİ	xxi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xxii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	7
2.1. Yenilebilir Filmler ve Özellikleri	7
2.1.1. Protein kaynaklı yenilebilir filmler.....	10
2.1.2. Protein kaynaklı yenilebilir filmlerin özellikleri	11
2.2. Yenilebilir Filmlerin Uygulama Yöntemleri	18
2.3. Yenilebilir Filmlerin Avantajları	18
2.4. Yenilebilir Film Üretiminde Kullanılan Katkı Maddeleri	19
2.4.1. Plastikleştirici maddeler.....	19

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

2.4.2. Antimikrobiyal maddeler	21
2.4.3. Antioksidan maddeler	25
3. MATERYAL METOT.....	26
3.1. Materyal	26
3.2. Metot	26
3.2.1. Filmin hazırlanışı	26
3.2.2. Kaşar peyniri örneklerinin hazırlanışı.....	28
3.2.3. Yapay kontaminasyon.....	28
3.2.4. Yapay kontamine film kaplı örneklerin hazırlanışı.....	28
3.2.5. Fiziksel analizler	29
3.2.6. Kimyasal analizler.....	29
3.2.7. Mikrobiyolojik analizler	32
3.2.8. Duyusal değerlendirme	33
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	35
4.1. Fiziksel Analizler	36
4.1.1. Ağırlık ölçümü	36

İÇİNDEKİLER (devam)Sayfa

4.1.2. Tekstür profil analizleri	39
4.2. Kimyasal Analizler	51
4.2.1. pH	51
4.2.2. Titrasyon asitliği	53
4.2.3. Kuru madde	55
4.2.4. Yağ.....	58
4.2.5. % Tuz.....	60
4.2.6. % N ve Protein.....	64
4.3. Mikrobiyolojik Analizler	67
4.3.1. <i>Staphylacoccus aureus</i> aranması	67
4.3.2. <i>Escherichia coli</i> O157:H7 aranması.....	69
4.3.3. <i>Candida albicans</i> aranması.....	71
4.4. Duyusal Analiz	76
4.4.1. Renk.....	76
4.4.2. Kesit ve görünüş	77
4.4.3. Yapı.....	79

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
4.4.4. Tat ve koku.....	80
5. SONUÇ	83
KAYNAKLAR DİZİNİ	86
ÖZGEÇMİŞ	98
EKLER.....	

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Proteinlerin oluşturabilecekleri bağ yapıları	9
2.2. Antimikrobiyal maddelerin farklı ambalaj sistemlerinden difüzyonu	21
3.1. Mersin Uçucu Yağı İçeren ve İçermeyen Yenilebilir Film Üretimi.....	27
4.1. Kaşar Peyniri Örneklerinin Ağırlık ölçüm Sonuçları	37
4.2. Kaşar Peynirleri % Nem Kaybı Değerleri	38
4.3. Kaşar peyniri örneklerinde sertlik değişimi	41
4.4. Kaşar peyniri örneklerinde iç yapışkanlık değişimi	43
4.5. Kaşar peyniri örneklerinde dış yapışkanlık değişimi	45
4.6. Kaşar peyniri örneklerinde elastiklik değişimi	47
4.7. Kaşar peyniri örneklerinde sakızimsılık değişimi	48
4.8. Kaşar peyniri örneklerinde çiğnenebilirlik değişimi	50
4.9. Kaşar peynirlerinde pH değişimi	52
4.10. Kaşar peynirlerinde titrasyon asitliği değişimi	54
4.11. Kaşar peynirlerinde kuru madde değişimi	57
4.12. Kaşar peynirlerinde % yağ değişimi	59

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.13. Kaşar peynirlerinin KM’de yağ değişimi	60
4.14. Kaşar peynirlerinde % tuz değişimi	61
4.15. Kaşar peynirlerinin KM’de % tuz değişimi	63
4.16. Kaşar peynirlerinde % N değişimi	65
4.17. Kaşar peynirlerinde % protein değişimi	66
4.18. Kaşar peynirlerinde <i>S. aureus</i> sayısındaki değişim	69
4.19. Kaşar peynirlerinde <i>E. coli</i> O157:H7 sayısındaki değişim	71
4.20. Kaşar peynirlerinde <i>C. albicans</i> sayısındaki değişim	73
4.21. Kaşar peynirlerinde renk değişimi	77
4.22. Kaşar peynirlerinde kesit ve görünüş değişimi	78
4.23. Kaşar peynirlerinde yapı değişimi	80
4.24. Kaşar peynirlerinde tat ve koku değişimi	81

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Mersin uçucu yağının ana bileşenleri ve relatif yüzdeleri.....	24
3.1. Kaşar peynirinin duysal değerdendirme puanları.....	34
4.1. Kaşar peynirlerinin ağırlık ölçüm sonuçları	36
4.2. Kaşar peynirlerinin muhafaza periyodu boyunca % nem kaybı.....	37
4.3. Kaşar peynirlerinin sertlik değerdleri	40
4.4. Kaşar peynirlerinin iç yapışkanlık değerdleri.....	43
4.5. Kaşar peynirlerinin dış yapışkanlık değerdleri.....	44
4.6. Kaşar peynirlerinin elastiklik değerdleri	46
4.7. Kaşar peynirlerinin sakızimsılık değerdleri.....	48
4.8. Kaşar peynirlerinin çiğnenebilirlik değerdleri.....	49
4.9. Kaşar peynirlerinin pH değerdleri ve standart sapmaları	51
4.10. Kaşar peynirlerinin titrasyon asitliği değerdleri ve standart sapmaları.....	54
4.11. Kaşar peynirlerinin kuru madde değerdleri ve standart sapmaları	56
4.12. Kaşar peynirlerinin % yağ değerdleri ve standart sapmaları.....	58
4.13. Kaşar peynirlerinin KM'de yağ değerdleri ve standart sapmaları.....	59

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.14. Kaşar peynirlerinin % tuz değerleri ve standart sapmaları	61
4.15. Kaşar peynirlerinin KM’de % tuz değerleri ve standart sapmaları	62
4.16. Kaşar peynirlerinin % N değerleri ve standart sapmaları	64
4.17. Kaşar peynirlerinin % protein değerleri ve standart sapmalar.....	66
4.18. Muhafaza periyodu boyunca kaşar peyniri örneklerinde <i>S. aureus</i> düzeyi ve standart sapmaları	68
4.19. Muhafaza periyodu boyunca kaşar peyniri örneklerinde <i>E. coli</i> O157:H7 düzeyi ve standart sapmaları	70
4.20. Muhafaza periyodu boyunca kaşar peyniri örneklerinde <i>C. albicans</i> düzeyi ve standart sapmaları.....	72
4.21. Kaşar peynirlerinin renk değerleri ve standart sapmaları	76
4.22. Kaşar peynirlerinin kesit ve görünüş değerleri ve standart sapmaları.....	78
4.23. Kaşar peynirlerinin yapı değerleri ve standart sapmaları	79
4.24. Kaşar peynirlerinin tat ve koku değerleri ve standart sapmaları	81

RESİMLER DİZİNİ

<u>Resim</u>	<u>Sayfa</u>
4.1. Yenilebilir film kaplı kaşar peyniri örnekleri	35
4.2. Mersin Uçucu Yağı İçeren Yenilebilir Film Kaplı Kaşar Peyniri Örnekleri.....	35

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
g	Gram
mL	Mililitre
mg	Miligram
rpm	Revolution per minute
log	10 Tabanında logaritma
kob	Koloni oluşturan birim

Kısaltmalar

PAS	Peynir altı suyu
PPI	Peynir altı suyu protein izolatu
PPK	Peynir altı suyu protein konsantresi
LDPE	Low density polyethylene
PE	Polyethylene
PP	Polypropylene
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AB	Avrupa Birliği

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
EC	European Commission
WHO	World Health Organization
GRAS	Generally recognized as safe
KM	Kuru madde
TS	Türk Standartları
SDS	Sodyum dodesil sülfat
<i>E. coli O157:H7</i>	<i>Escherichia coli O157:H7</i>
<i>S.aureus</i>	<i>Staphylacoccus aureus</i>
<i>C.albicans</i>	<i>Candida albicans</i>

1. GİRİŞ

Gıda endüstrisi geniş ürün yelpazesinde tüketiciye her açıdan hitap edebilecek çeşitli ürünleri barındırır da, tüketici beklentileri doğrultusunda her geçen gün ürün portföyünü genişletmektedir.

Kaşar peyniri, standart bir üretim tekniği olmayan, farklı bölgelerde kackavaly, pirdop, epir, dobrogen, sarplaninski gibi isimler ile anılan ve Türkiye’de 45.730 ton/yıl üretim miktarı ile yarı sert özellikteki en çok tüketilen peynir çeşididir (Topal, 1991; Halkman vd., 1994; Çetinkaya and Soyutemiz, 2004; Özdemir and Demirci, 2007). Geleneksel olarak koyun sütünden yapıldığı bilirse de, günümüzde kaşar peyniri üretiminde daha çok inek sütü tercih edilmektedir. Bileşiminde ortalama % 24,2 protein, % 25,1 yağ, % 4,2 kül, % 41,9 su ve % 4,6 tuz içeriği ile 11. yüzyıldan günümüze Balkan ülkelerinin de en çok tüketilen peynir çeşidi olmuştur (Özdemir and Demirci, 2007; Topal, 1991; Halkman vd., 1994).

Yenilebilir filmler ise, Guilbert (1986) tarafından tüketicinin yiyebileceği, nem, oksijen ve sıvı hareketlerine izin verici özellikte olan ince zar tabakaları olarak tanımlanmıştır. Yenilebilir filmler hammadde kaynağına göre polisakkarit, yağ ve protein bazlı filmler olmak üzere 3 ana grupta sınıflandırılmıştır (Kester and Fennema, 1986). Protein kaynaklı yenilebilir filmler içerisinde süt proteinleri önemli bir kısmı oluşturmakta, süt proteinleri içerisinde ise peynir altı suyu proteinlerinin, bu kısmın % 20’sini temsil ettiği bilinmektedir (Brunner, 1977). Ambalajlama sistemlerinde nem, gaz, aroma ve yağ bariyeri olarak görev yapan protein kaynaklı film uygulamalarında soya, mısır, buğday proteinleri, jelatin ve kollagen yanı sıra en çok tercih edilen materyal peynir altı suyu proteinleri olmuştur. Yenilebilir film üretiminde önemli ölçüde yer alan protein kaynaklı maddeler ile film üretimi üzerine birçok çalışma bulunmaktadır (Sarioğlu, 2005).

Peynir altı suyu (PAS), peynir üretimi esnasında çok miktarda oluşan ve çoğu zaman yeterince değerlendirilemeyen süt endüstrisinin en önemli yan ürünüdür. Kinsella (1984), PAS proteinlerinin pişirilmiş gıdalarda, hamur işlerinde, şekerleme, çikolata ve bisküvi benzeri ürünlerde, bebek mamalarında ve

hayvan yemlerinde kullanımının elverişli olduğunu bildirmiştir. Kinsella ve Whitehead (1989), sıvı peynir altı suyunun peynir üreticisi için önemli bir yan ürün olduğunu ve her geçen gün PAS miktarının giderek arttığını rapor etmiştir.

PAS içinde bulunan proteinlerin kullanılması için saflaştırılması gerektiğinden, peynir altı suyu protein izolatı (PPI) ve peynir altı suyu protein konsantresi (PPK) elde etmek amacı ile etkili saflaştırma işlemleri geliştirilmiştir. Özellikleri bozulmamış saf PPK'leri elde etmek için son zamanlarda ultrafiltrasyon teknikleri kullanılırken, yüksek performanslı hidrofilik iyon değişimi uygulamaları da PPI eldesinde tercih edilen yöntem olmuştur. PPK % 25- 80 arası peynir altı suyu proteinleri içermekte; ancak bu oran PPI'da en az % 80 protein içeriğine ulaşmaktadır. Peynir altı suyu proteini kaynaklı filmler kovalent disülfid bağların varlığı nedeniyle suda çözünabilir niteliktedir. Yapılan çalışmalarda, PAS proteini bazlı filmlerin oksijen geçirgenliğini engelleme hususunda mükemmel bir avantaja sahip olduğu ancak, su buharı geçirgenlik özelliğinin hidrofilik yapısı nedeniyle yeterince etkili olmadığı görülmüştür. Bunun yanı sıra, peynir altı suyu proteinlerinden üretilen filmlerin, şeffaf, kokusuz ve yüksek esneme kabiliyetine sahip olduğu bildirilmiştir (Shellhammer and Krochta, 1997; Anker, 1996).

PAS proteinleri ve PAS proteinleri-asetile edilmiş monogliserit karışımı kaplamaların kahvaltılık gevreklerde nem geçirgenliğini engellediği ve kuru üzümün yapışkanlığını azaltmada kullanıldığı bilinmektedir (Krochta and De Mulder-Johnston, 1997). Protein kaynaklı yenilebilir filmlerin birçok sentetik filme göre içeriğindeki hidrofilik gruplardan dolayı iyi bir nem bariyeri olmadığı ve bu nedenle bu maddeler ile film hazırlanırken bariyer özelliğini ve film stabilitesini geliştirmek amacıyla çeşitli plastikleştirici maddelerin (sorbitol, gliserol, vb.) kullanımının uygun olduğu belirtilmektedir (McHugh and Krochta, 1994b). Yenilebilir film uygulamaları üzerine yapılan birçok çalışmada, film stabilitesini geliştirmek amacıyla sorbitol ve gliserol gibi plastikleştirici maddelerden yararlanılırken, özellikle nem geçirgenliğini azaltmak amacıyla da yağ bazlı bazı maddelerden yararlanıldığı görülmektedir.

Film stabilitesini geliştirmek ve filmin nem geçirgenliğini azaltmak amacıyla kullanılan yağ bazlı maddelerden biri olan kandelila mumu, Kuzey Meksika' nın kurak bölgeleri ile Teksas, Arizona ve Kaliforniya'da yetişen otsu, kalem gibi dik ve sulu kökleri lifsiz ve sıkı bir mumla kaplı dalları olan kandelila bitkisinin (*Euphorbia antisyphilitica*, *E. cerifera*, *Pedilanthus pavonis*) yaprak ve köklerinden elde edilmektedir. Ham kandelila mumu, kandelila bitkisinin (zellikle *E. antisyphilitica*) kurutulmuş kök, dal ve yapraklarının sülfürik asitli su içerisinde kaynatılması ile elde edilir. Eriyen vaks yüzeyden alınır, katılaşması beklenir, sülfürik asitle biraz daha muamele edilerek rafine edildikten sonra basınçla filtre edilir. Elde edilen vaks sarımsı kahverengi, sert, kırılğan ve yarı saydam özelliktedir. Kandelila mumunun, yaklaşık % 50 hidrokarbon (29-33 karbon zincirli), % 20-29 yüksek molekül ağırlıklı ester, % 7-9 serbest asit. % 2-3 nem ve % 1 mineral maddeden oluştuğu bildirilmiştir (Anon., 2015a). Kandelila mumu; gıda bünyesinde bulunan nemin korunmasını sağlamakta, ürüne parlaklık vermekte, gıdalarda topaklanmayı önlemekte, emülgatör olarak görev yapmakta, hacim artışı sağlamakta ve kaplama materyali olarak elverişli uygulama imkanı sunmaktadır (Anon., 2015b).

Sorbitol ve gliserol gibi plastikleştirici maddeler ise, yenilebilir film ve kaplamaların üretiminde ne çıkan ve daha esnek film elde etmek amacıyla kullanılan yardımcı ajanlardır. Bu malzemelerin kullanımı polimer zincirleri arasındaki hidrojen bağlarının parçalanmasından dolayı su buharı geçişini artırırken, moleküller arası bağın hareket yeteneğini, yani kuvvetini arttırarak, daha esnek olmasını sağlamakta böylece kopmalar önlenerek nem kaybı oldukça azaltılmaktadır. Yenilebilir filmlerin mekaniksel ve bariyer özellikleri üzerine yapılan çalışmalarda, PPI'na sorbitolün eklenmesi ile nem geçişinin gliserolden daha fazla engellendiği ve hazırlanan film solüsyonundaki proteinin plastikleştiriciye olan oranı arttıķķa kaplamanın nem engelleyici özelliğinin de arttığı görülmüştür (Küçüköner vd., 2003).

Ambalaj materyali, fiziksel koruma ve yeterli raf ömrü sağlamak için ürün etrafındaki gerekli olan fizikokimyasal koşulları sağlamaktadır. Temel amacı gıdanın bozulmasını önlemek, raf ömrünü uzatmak, kalite ve güvenliğini arttırmak olan ambalaj endüstrisindeki gelişmeler aracılığı ile günümüzde, ürünü korumada

aktif olarak görev yapan biyolojik olarak çözünür özellikte ambalaj materyalleri geliştirilmektedir (Cha and Chinnan, 2004; Quintavalla and Vicini, 2002; Floros, 1997). Ürünü dış faktörlerden korumada bariyer olarak kullanılan ambalaj materyaline farklı özellikler kazandırılması işlemine aktif ambalajlama adı verilmektedir (Brody, 2002).

Yenilebilir filmlerin aktif ambalajlamada ilk olarak kullanım amacı 1941 yılında yaz aylarında çikolata satışlarını arttırmak olmuş ve eriyen çikolata damllarına dokunmadan tutmak için tasarlanan ürünün erime problemini çözdüğü görülmüştür (Krochta and De-Mulder Johnston, 1997). Özellikle oksijen ve nem tutucu, aroma ve koku maddelerini absorbe eden veya salan ve antimikrobiyal özellikte aktif ambalaj materyallerinin kullanımı başta ABD ve Japonya olmak üzere bir çok gelişmiş ülkede her geçen gün yaygınlaşmaktadır (Coma, 2008).

Gıdaların nem seviyesi; tazeliğin korunması, mikrobiyal gelişimin kontrolü ve gıdanın yapı gelişimi için büyük önem taşımaktadır. Yenilebilir filmlerin, gıdanın nem kaybı veya kazanımını engelleyerek su aktivitesini kontrol edebildiği ve özellikle heterojen yapıdaki gıdaların (pizza, meyve dolgulu kekler gibi) bölümleri arasındaki nem farklılıkları nedeni ile gerçekleşen nem transferine karşı engelleyici bariyer oluşturduğu bildirilmiştir. Ayrıca düşük oksijen geçirgenliğine sahip filmlerin oksidasyona duyarlı gıdaların muhafazasında kullanımının oksidasyonu önleyici yönde yarar sağladığı da bildirilmektedir (Şahbaz ve Turhan, 1999).

Yenilebilir film üretiminde kullanılan ana materyallerin yanı sıra, aroma karışımları, antioksidanlar, antimikrobiyal ajanlar, pigmentler, esmerleşme reaksiyonlarını önleyici iyonlar, vitamin ve besleyici maddeler gibi ajanların film yapısına eklenerek gıdanın bozulmalara karşı korunmasında film etkinliğini arttırıcı yönde katkı sağladığı ve bu sayede besleyici özelliğin de zenginleştirildiği bilinmektedir (Şahbaz ve Turhan, 1999).

Son yıllarda yenilebilir ve biyolojik olarak parçalanabilen filmlerin geliştirilmesi ve bu filmlerin üretiminde bazı antimikrobiyal maddelerin

kullanımına yönelik birçok araştırma bulunmaktadır. Yapılan araştırmalarda, özellikle bileşimindeki fenolik maddeler nedeniyle güçlü antimikrobiyal etkiye sahip olan uçucu yağların, yenilebilir film ve kaplama sistemlerinde etkin rol aldığı görülmektedir (Burt, 2004; Joerger, 2007). Bileşimindeki karvakrol, cinnamaldehyd, eugenol, *p*-simen, timol ve mentol gibi birçok etken madde ile uçucu yağlar da, tüketici sağlığına yönelik bir risk oluşturmadığı gerekçesi ile AB tarafından gıdalarda kullanımı yasal olan aroma maddeleri kapsamında değerlendirilmektedir (EC, 2002). AB’ de olduğu gibi ABD’ de birçok uçucu yağ bileşiminin gıda katkı maddesi veya GRAS olarak kullanımı yasal olduğu bilinmektedir (Nedorostova at al., 2009). Özellikle süt ve süt ürünlerinde yapılan çalışmalarda kekik, nane, karanfil, papatya, mersin, defne ve portakal gibi birçok uçucu yağ çeşidinin bileşimindeki etken madde miktarlarına bağlı olarak yüksek antimikrobiyal aktivite gösterdiği tespit edilmiştir (Çelikel, 2005).

Burt (2004) ve Joerger (2007) tarafından da bileşimindeki fenolik maddeler nedeni ile güçlü antimikrobiyal etkiye sahip uçucu yağların ambalajlama sistemlerinde etkin uygulama alanı bulduğu vurgulanmıştır. Uçucu yağların, antibiyotik ve antiseptik özellikleri ile gıda bozulma ve zehirlenmelerine neden olan *Listeria monocytogenes*, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus spp.*, *Micrococcus spp.*, *Bacillus spp.*, *Campylobacter jejuni*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Pseudomonas fluorescens*, *Shigella spp.*, *Escherichia coli* gibi bakteriler, maya ve küfler (*Saccharomyces cerevisiae*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus*) üzerinde etkili olduğu birçok araştırmada rapor edilmiştir. Uçucu yağların antimikrobiyal özellikleri karşısında Gram (-) bakterilerin, Gram (+) bakterilere kıyasla daha dirençli olduğu görülmüştür. Evren ve Tekgüler (2011), Gram (-) bakterilerin bu direncinin, hücre duvarı yapısından kaynaklanabileceğini bildirmiştir.

Uçucu yağı elde edilebilen ve antimikrobiyal etkisinin yüksek olduğu bildirilen (Çelikel, 2005) mersin bitkisi (*Myrtus communis* L.), akdeniz maki bitki örtüsünde sık rastlanan, yurdumuzun hemen bütün kıyı bölgelerinde yoğun kümeler halinde bulunan ve içerdiği uçucu yağlardan kaynaklı hoş kokusuyla halk arasında tanınan bir bitkidir. *Myrtus communis* L. bitkisi Myrtaceae familyasından olup, gövde ve dalların üzerine çoğunlukla karşılıklı dizilmiş olan derimsi sert

yapraklı, tam kenarlı, kısa saplı, uzun oval şekilli, uçları sivri, üzeri şeffaf noktacıklıdır. Ülkemizdeki mersin bitkileri incelendiğinde güney sahillerimizden toplanan örneklerin uçucu yağ veriminin diğer bölgelere oranla daha yüksek olduğu görülmüştür. Mersin bitkisinin çeşitli ekstraktlarının bileşimini saptamak amacıyla yapılan araştırmalar sonucunda, bitki bileşimindeki uçucu yağ miktarını ve etkinliğini, materyalin toplanma zamanı, orijini ve ekstrakt çıkarma metodunun önemli derecede etkilediği bildirilmiştir (Oğur, 1994). Akgül ve Bayrak (1989), mersin bitkisi ile yaptıkları çalışmada, yapraklarının yanında daha az oranda meyve ve çiçeklerinden de elde edilebilen mersin uçucu yağ bileşiminin; mirtenol, limonen, mirtenil, asetat, alfa terpinol, alfa pinen, 1.8-sineol (ökaliptol), linalol'den oluştuğunu bildirmiş ve ülkemizde yetişen mersin bitkisi uçucu yağ bileşiminin ise daha çok limonen, alfa pinen, linalol ve linalil asetat içerdiğini rapor etmiştir.

Bu çalışmada, % 2 oranında mersin uçucu yağı içeren ve PPI ile hazırlanan yenilebilir filmin yapay kontaminasyon ile kaşar peyniri örneklerine bulaştırılmış *Escherichia coli* O157:H7, *Staphylococcus aureus* ve *Candida albicans* üzerine antimikrobiyal etkisi değerlendirilmiştir. Aynı zamanda, kaşar peynirlerinde muhafaza periyodu boyunca bazı fiziksel, kimyasal ve duyusal özellikler de değerlendirilmiştir. Bu amaçla, 100 g ağırlıklarında dilimlenmiş kaşar peyniri örnekleri önce yapay olarak kontamine edilmiş, ardından da film kaplanarak 90 gün boyunca depolanmıştır. Depolama periyodu boyunca örneklerde 1. 7. 15. 30. 60. ve 90. günlerde yapılan analiz sonuçları değerlendirilmiştir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1 Yenilebilir Filmler ve Özellikleri

Ambalaj malzemelerinin en önemli problemi çevre kirliliği olduğundan dolayı yenilebilir filmler, ambalaj materyalleri arasında gıdanın raf ömrünü uzatmak ve ambalaj gereçlerinden kaynaklanan çevre kirliliğini azaltmak için alternatif bir yol olarak görülmektedir. Ambalajlamada temel amaç ürün kalitesini muhafaza etmek iken, ambalaj atıklarını azaltmak ve gıdanın raf ömrünü uzatmada sağladığı katkı ile yenilebilir filmlere olan ilgi her geçen gün artmaktadır (Krochta ve DeMulder-Johnston, 1997).

Farklı fonksiyonel özelliklere sahip yenilebilir filmler ile ilgili olarak Kester and Fennema (1986) tarafından yenilebilir film ve kaplamaların fonksiyonel özellikleri şu şekilde bildirilmiştir.

- ✓ Nem transferinin yavaşlatılması,
- ✓ Gaz transferinin (oksijen, karbondioksit) yavaşlatılması,
- ✓ Yağ transferinin yavaşlatılması,
- ✓ Çözücü aktarımının yavaşlatılması,
- ✓ Gıdanın mekaniksel işleme özelliklerinin artırılması,
- ✓ Gıdanın yapısal bütünlüğünün oluşturulması,
- ✓ Uçucu aroma bileşiklerinin tutulması,
- ✓ Gıda katkı maddelerinin taşınması,

Yenilebilir filmler gıdanın kalitesini yükseltmekte, raf ömrünü uzatmakta ve paketleme materyalinin ekonomik verimliliğini arttırmaktadır. Üründen suyun uzaklaşmasını düzenlemenin yanı sıra, gıda sistemine oksijen, karbondioksit ve

lipit transferini sağlamak, gıda sisteminin mekanik özelliklerini iyileştirerek aroma maddelerinin kaybını azaltmak gibi birçok görev üstlenmektedir (Lerdthanagul ve Krochta, 1996; Nisperos ve Baldwin, 1996).

Miller ve Krochta (1997), yenilebilir filmlerin geçirgenlik özelliğini etkileyen faktörlerin kimyasal yapı, film hazırlama yöntemleri, üretim koşulları, kristalleşme, polarite, çeşitli katkı maddelerinin varlığı, bileşimindeki polimerlerin yapısı olduğunu bildirmiştir.

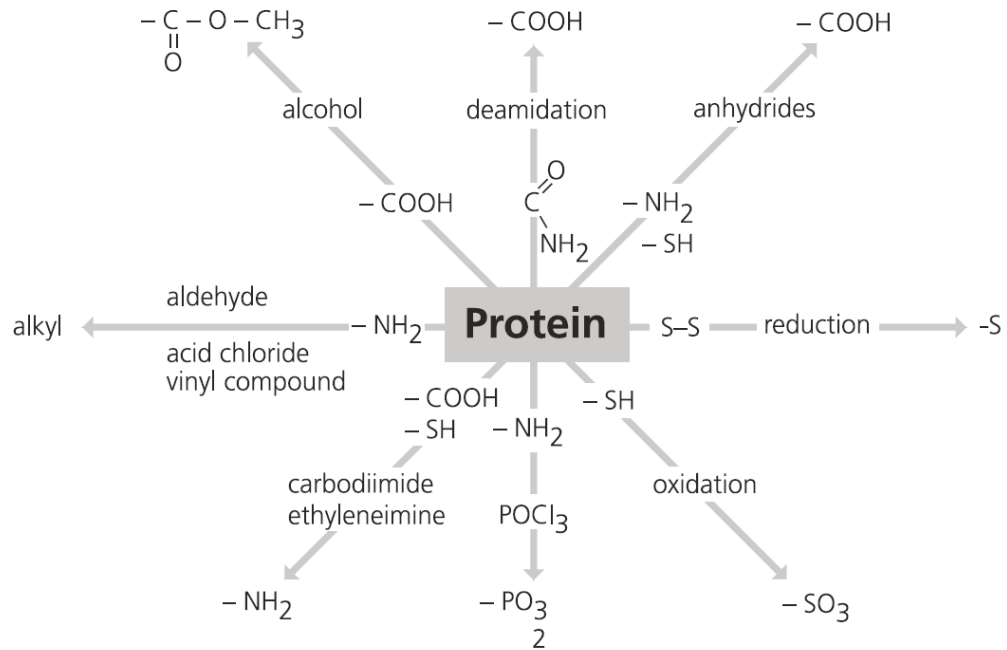
Yenilebilir film sistemlerinde, antimikrobiyal maddenin yavaş bir şekilde film tabakasından gıdaya geçtiği, böylece film içerisinde ve gıda yüzeyinde yüksek derişimde antimikrobiyal madde kalarak mikroorganizmalara karşı daha uzun süre etki gösterdiği ifade edilmektedir (Coma et al., 2002; Çağrı et al. 2002).

Yenilebilir film üretiminde birçok ana bileşen ile çalışılmışsa da, son yıllarda yapılan araştırmalar proteinler, lipitler ve hidrokolloidlerin yenilebilir film üretiminde kompozit olarak kullanımları üzerine yoğunlaşmıştır. Yenilebilir film üretimi üzerine yapılan birçok çalışmada, kompozit filmlerin üretiminde kullanılan proteinler, hidrokolloidler ve lipidlerin birlikte daha verimli film tipleri elde etmeye yardımcı olduğu görülmüştür. Hidrokolloidler nişasta, aljinat, selüloz türevleri, agar ve kitosan gibi karbonhidratları, lipidler balmumlarını, açilgliseroller ve yağ asitlerini kapsamaktadır (Donhowe and Fennema, 1993; Cha and Chinnan, 2004).

Hidrofobik karakterleri ve düşük polariteleri nedeniyle lipid filmlerinin su buharı bariyer özelliklerinin yüksek olduğu fakat oluşturduğu filmler oldukça ince ve kırılkan özellikte olduğu bilinmektedir. Bu nedenle lipitlerin hidrokolloidler ile birlikte kullanımının film yapımına daha elverişli olduğu görülmüştür. Bu sayede, hidrokolloid filmlerin su buharı geçirgenliği lipidlerin hidrofobik karakteri sayesinde iyileştirilmekte ve hem geçirgenlik özelliği hem de mekaniksel özellikleri daha iyi bir film elde edilebilmektedir (Chick ve Hernandez, 2002; Bourtoom, 2008).

Niřasta, selüloz, karboksi metil selüloz, metil selüloz, hidroksipropil metil selüloz, aljinat, karragenan ve kitosan gibi çeşitli yapılar da bulunan polisakkaritler, film oluşturma özellikleri ve oluşturdukları filmlerin geçirgenlik ve mekaniksel özellikleri açısından incelenmiştir. Yapılan çalışmalarda, söz konusu filmlerin hidrofilik özelliklerinden dolayı oluşturdukları filmlerin su buharı bariyer özelliklerinin dūřuk fakat gaz bariyer özelliklerinin yüksek olduğu bildirilmiştir (Cha and Chinnan, 2004; Bourtoom, 2008).

Diğer bir ana materyal olan proteinler ise, film oluşturma özelliklerinden dolayı uzun yıllardır ambalaj malzemesi olarak kullanılan materyaller olarak karşımıza çıkmaktadır. Protein kaynaklı yenilebilir film üretiminde proteinlerin oluşturabilecekleri bağ yapıları **şekil 2.1**'de verilmiştir.



şekil 2.1. Proteinlerin oluşturabilecekleri bağ yapıları

Hem geçirgenlik özellikleri hem de mekanik özellikleri bakımından elverişli bir yenilebilir film elde edebilmek amacıyla kompozit yapılı filmler tercih edildiğinden, kompozit filmlerin yapımında oluşabilecek faz ayrımı probleminin emülsifiye edici madde ilavesi ile önlenebileceği bildirilmiştir (Srinivasa ve Tharanathan, 2007).

2.1.1 Protein kaynaklı yenilebilir filmler

Kollajen, jelatin, zein, kazein, peynir altı suyu proteini, soya proteini ve buğday gluteni yenilebilir film üretiminde kullanılabilen protein kaynaklı materyaller grubunda yer almaktadır (Gontard vd., 1992).

Karakaya vd. (2001) tarafından, süt proteini kazein ve mısır proteini zeinin, şekerleme endüstrisinde, bir kısım kuru yemişlerin işlenmesinde, et ve et ürünlerini kaplamada kullanımının uygun olduğu bildirilmiştir.

Yenilebilir film üretiminde hammadde olarak süt proteinlerinin verimliliği ilk olarak Wu and Bates (1973) tarafından çalışılmıştır. Wu and Bates (1973), % 5 yağsız süt tozundan hazırlanan solüsyonları test etmiş ve yağsız süt tozundan hazırlanan filmlerin çatlama dayanıklılığının soya filmlerinkinden daha fazla olduğunu bildirmiştir. Ayrıca film mukavemetinin, film oluşumu öncesinde 15°C sıcaklık uygulaması ile optimize olduğunu ortaya koymuştur. Aynı çalışmada, peynir altı suyu proteini konsantrelerinin eklenmesi ile yağsız süt tozundan elde edilen üründe verimin arttığı da rapor edilmiştir. Söz konusu çalışmada filmler, film solüsyonlarının düz, seviyeli yüzeylerde, oda sıcaklığında kurutulması ile oluşturulmuştur. Üretim aşamasında, yağsız süt tozu filmlerinin üretiminde laktoz kristalizasyonu sebebi ile yüzeylerde film yapışması görüldüğü de bildirilmiştir.

Benzer bir çalışmada ise Maynes and Krochta (1994), homojen olmayan filmlerde yüzey yapışması görülebileceğini ve bu durumu önlemek amacı ile potasyum sorbat ilavesini veya laktozun ultrafiltrasyon ile uzaklaştırılması işleminin elzem olduğunu bildirmiştir.

McHugh and Krochta (1994a,b) yenilebilir filmin optimizasyon şartları üzerine yaptıkları çalışmada, 90°C’de 30 dakikalık sıcaklık uygulamasının film formülasyonu için gerekli olduğunu tespit etmişlerdir. Peynir altı suyu proteini film solüsyonuna sıcaklık uygulaması sonucunda moleküller arası disülfid bağlarının parçalanarak proteinlerin denatürasyonunun gerçekleştiği (Shimida ve Cheftel, 1998) ve bu disülfid bağlarının filmin yapısında kısmen sorumlu olduğu hipotez edilmiştir. Benzer çalışmalarda ise, moleküller arası disülfid bağlarının

sodyum dodesil sülfat (SDS) ile inhibisyonunun, N-etilmaleimit sülfidril-disülfid inhibisyonu ile değişimi veya disülfid bağlarının sistein ile indirgenmesinin PPI filmin su buharı geçirgenliği üzerine etki etmediği bildirilmiştir (Fairley vd., 1996a,b).

Küçüköner vd. (2003), protein esaslı maddelerin hidrofilik özellikte olduklarından dolayı tek başına kullanımlarında stabilite ve duyuşal özellikler bakımından bir takım sorunlara yol açabileceğini bildirmiştir. Yapılan çalışmalarda belirtilen tüm bu sebepler dikkate alındığında, kaplanacak gıdaya uygun kaplama materyali seçiminin önemle üzerinde durulması gereken bir konu olduğu görülmektedir.

2.1.2 Protein kaynaklı yenilebilir filmlerin özellikleri

2.1.2.1 Duyuşal özellikler

Tüketici beğenisi kazanmak amacıyla yenilebilir filmlerde aranan ilk duyuşal özellik, yenildiği zaman tüketici tarafından fark edilmemesi yani olabildiğince doğal, saydam, kokusuz ve tatsız olmasıdır.

Baldwin at al. (1995), hidrokolloid yapıda olan filmlerin lipid yapıda olan materyallerden daha doğal olduğunu bildirerek yenilebilir filmlerin üretiminde kullanılmak üzere arzu edilen duyuşal kalite değerlerine sahip maddelerin temin edilebileceğini vurgulamıştır. Bu materyaller belirlenirken uygulanacak olan gıdanın kendine has özelliklerinin korunması esas alınarak, gıdanın yapısı ve özelliklerine göre seçim yapılması gerektiği de bildirilmiştir.

Kim ve Üstünol (2001c) yaptıkları çalışmada plastikleştirici olarak sorbitol veya gliserol ve kandelila mumu katkılı peynir altı suyu protein izolatu bazlı filmler geliştirmişlerdir. Üretilen filmlerin 15 kişilik panelist grubu tarafından yapılan duyuşal değerlendirilmesinde süt kokusu, şeffaflık, tatlılık ve yapışkanlık özellikleri değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, filmlerde süt kokusu hissedilmemiş fakat düşük miktarda tatlılık ve yapışkanlık hissedildiği bildirilmiştir. Bunun yanı sıra fiziksel özellikler açısından da, kandelila mumu katkısız filmlerin kandelila

mumu katkılı filmlere göre daha mat görünümlü olduğu yani film üretiminde kandelila mumu ilavesinin filme parlaklık kazandırdığı ifade edilmiştir.

Üstünol ve Kim (2001c) tarafından yapılan bir başka çalışmada ise, plastikleştirici olarak sorbitol veya gliserol ve kandelila mumu katkılı PPI filmler geliştirmişlerdir. Kandelila mumu katkısız filmler kandelila mumu katkılı filmlere göre daha mat görünümlü bulunmuştur. Benzer şekilde Chick ve Hernandez (2002)'in carnauba mumu ve kandelila mumu ilaveli kazein kaynaklı yenilebilir filmlerin bariyer ve mekanik özellikleri üzerinde yaptıkları araştırmada, özellikle kandelila mumu katkılı filmlerin mum katkısız filmlere göre sadece filmlerin su buharı geçirgenliklerini düşürmediği aynı zamanda gerilme kuvvetini artırdığı da ortaya konulmuştur.

Kaşar peynirinde yenilebilir film uygulaması daha çok peynirlerde muhafaza süresini arttırmak, nem kaybını önlemek ve antimikrobiyal etkiyi tespit etmek gibi amaçlar ile yapılmıştır. Dolayısıyla kaşar peynirleri ve benzer tip peynirlerde film kaplama uygulamalarında duyu özelliklerinin değerlendirildiği çalışmalara pek rastlanılmamıştır.

2.1.2.2 Çözünabilirlik

Yenilebilir film üretiminde kullanılan hidrokolloid yapıdaki materyaller genellikle suda çözünür özelliktedir. Fakat yenilebilir film üretiminde uygulanacak olan gıdanın yapısına göre ana materyal seçilmekte bazı özel uygulamalarda filmlerin suda veya yağda çözünülebilirlik veya çözünmezlik derecelerinin bilinmesi gerekmektedir.

Protein bazlı materyallerde kazeinat filmlerin aksine, peynir altı suyu proteini kaynaklı filmler kovalent disülfid bağların varlığı nedeniyle suda çözünabilir niteliktedir (Brunner, 1977).

Toplam süt proteinlerinin % 20'si peynir altı suyu proteinlerinden meydana gelmektedir. Peynir altı suyu proteinleri ise kendi içerisinde, α -laktalbumin, β -laktoglobulin, bovin serum albumini, immunoglobulinler ve proteoz peptonlar

olmak üzere beş protein tipi içermektedir. Toplam peynir altı suyu proteinlerinin % 50'sini β -laktoglobulin, % 20'sini α -laktalbumin oluşturmakta ve suda çözünen bu proteinlerin ısıtma ile denatüre olduğu bilinmektedir (Sarıküş, 2006).

Yapılan bir araştırmada, Kim ve Üstünol (2001a) tarafından farklı plastikleştirici ve yağların PAS proteini ve yağ emülsiyon filmlerin suda çözünürlüğüne etkisi incelenmiştir. Çalışmada, film üretiminde plastikleştirici olarak sorbitol ve gliserol kullanılmıştır. Sorbitol ilaveli filmler suda % 100 çözünürken, gliserol ilaveli filmlerin % 24,7–31,6 oranında çözündüğü belirlenmiştir. Aynı çalışmada, süt yağı ve kandelila mumu ilave edilmiş filmlerin stabilitesi yüksek bulunurken, süt yağı ilaveli filmler kandelila mumu ilaveli filmlere oranla daha çözünür bulunmuştur. Çalışmada rapor edilen en önemli nokta, yenilebilir film üretiminde yağ ilavesinin, gliserol ilaveli filmin çözünürlüğünü azaltırken, sorbitol ilaveli filmlerde çözünürlüğü sadece geciktirdiğidir.

Kim ve Üstünol tarafından (2001) yapılan çalışmada değişik plastikleştirici, PAS ve yağ emülsiyon filmlerin suda çözünürlüğü ve nem sorbsiyon izotermeleri üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışmada süt yağı ve kandelila mumu ilave edilmiş filmlerin stabilitesinin yüksek olduğu, sorbitol ilaveli filmlerin ise su içerisinde % 100 çözündüğü ifade edilmiştir.

Kim ve Üstünol tarafından (2001) yapılan çalışmada değişik plastikleştirici, PAS ve yağ emülsiyon filmlerin suda çözünürlüğü ve nem sorbsiyon izotermeleri üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışmada süt yağı ve kandelila mumu ilave edilmiş filmlerin stabilitesinin yüksek olduğu, sorbitol ilaveli filmlerin ise su içerisinde % 100 çözündüğü ifade edilmiştir.

2.1.2.3 Gaz geçirgenliği

Gaz geçirgenliği, geçici maddenin materyalin bir yüzeyinden diğer yüzeyine geçişine izin verilmesi olarak tanımlanmaktadır (Pascat, 1986). Yenilebilir film üretiminde polimer zincir etkileşimlerinin artışının filmlerin mekaniksel özelliğini arttırırken, gaz ve sıvı geçirgenliklerini azalttığı bildirilmiştir (Bourtoom, 2008).

Gaz bariyer özellikleri yüksek, su buharı bariyer özellikleri düşük (Cha and Chinnan, 2004) olan protein filmler, etkili gaz bariyer özellikleri nedeniyle yenilebilir film üretimine son derece uygun materyaller olarak görülmektedir. Kreatin hariç tüm protein kaynaklı filmlerin en büyük avantajı iyi bir gaz bariyeri oluşturması iken, göz önüne alınması gereken tek dezavantajının su buharı karşısındaki hassasiyeti olduğu bildirilmiştir (Kester ve Fennemea, 1986).

Özellikle havadaki oksijen ile teması sonucu oksitlenerek gıdanın besin değerinin azalmasına neden olan gıdalarda, O₂ geçirgenliği olmayan veya çok düşük olan filmler ile kaplama işlemi sonucunda koruma sağlanabilmektedir. Taze meyve ve sebzelerin ambalajlanmasında kısmen O₂ ve CO₂ geçirgenliği olan ambalaj materyallerinin kullanımının meyvenin korunmasında daha elverişli olacağı ve protein kökenli materyallerin söz konusu filmlerin üretiminde kullanıma oldukça elverişli olacağı belirtilmiştir (Kader vd., 1989).

2.1.2.4 Nem geçirgenliği

Gıdanın ana bileşenlerinden biri olan su, bozulma hızını da kontrol eden en önemli faktörlerden biridir. Dolayısıyla ambalaj materyalinin nem içeriği ve aktifliği gıdaların duysal niteliklerini ve depolama süresince stabilitesini önemli derecede etkilemektedir. Ayrıca bazı kimyasal ve enzimatik bozulma reaksiyonlarının hızı gıdanın nem miktarına bağlı olarak artabilmektedir. Gıdaların daha uzun süre muhafazası üzerine yapılan birçok çalışmada, nem kaybı veya kazanımının önlenmesi ile gıdaların depolama süresinin arttığı görülmüştür.

Kuru ve orta nemli gıdaların nem miktarında dolayısıyla su aktifliğinde oluşabilecek değişimler gıdanın çevresi ile nem değişimini kontrol eden uygun bir ambalaj malzemesinin seçimi ile önlenabilmektedir. Bu durumda gıdanın nem içeriğini etkileyen faktörlerin başında ambalaj malzemesinin su buharı geçirgenliği gelmektedir (Şahbaz ve Turhan, 1999).

Yapılan birçok çalışmada, donmuş veya taze olarak tutulan gıda maddelerinde meydana gelen sorunların, gıdaların su geçirgenliği düşük olan filmler ile kaplanması sonucu önlenabildiği görülmüştür. Heterojen özelliğe sahip

olan gıdaların nem içeriği ve su aktivitesi, o gıda maddesinin mikrobiyolojik, fizyolojik ve duyusal kalitesi üzerine etkili olabilmektedir. Bu tür durumlarda, gıda birimleri veya bileşimleri arasında nem alışverişinin ancak o gıdaların yenilebilir bir tabaka ile kaplanması durumunda önlenebildiği görülmüştür. Bileşiminde heterojen yapıda farklı maddeler içeren gıdalarda (pasta, pizza ve bisküviler gibi) bileşenler arasındaki nem alışverişine engel olabilmek amacı ile nem geçirgenliği düşük yenilebilir filmlerin kullanımı pratik çözüm olarak sunulmaktadır (Park vd. 1993; Batu ve Serim, 1998).

Nem geçirgenliği düşük yenilebilir film üretiminde, hayvansal ve bitkisel kaynaklı doymuş yağ asitleri ve mumlar gibi birçok lipid bileşikler mükemmel nem geçişini engelleme özelliği ile tercih edilmektedir. Yağ bazlı materyallerin özellikle taze meyve ve sebzeleri mumlamada kullanılmasının nem kaybını yaklaşık % 40 ile % 75 arasında azalttığı da bilinmektedir. Ayrıca selüloz kaynaklı filmlerde nem geçirgenliğinin düşük yoğunluktaki polietilen filmde 100 kat daha fazla olduğu da bilinmektedir (Batu ve Serim, 1998).

McHugh and Krochta (1994b) peynir altı suyu proteinleri-yağ emülsiyondan yapılan çeşitli filmlerin özellikleri üzerine çalışmıştır. Yapılan araştırmada, asetile edilmiş monogliseritler, mumlar, yağ alkoller ve yağ asitleri incelenmiştir. Çalışma raporunda, mum emülsiyon filmlerin en düşük su buharı geçirgenliğine sahip oldukları bildirilmiştir.

McHugh at al. (1994c) ise, plastikleştirici katılmış PAS kaynaklı yenilebilir filmlerin su buharı geçirgenlikleri üzerine nisbi nemin etkisini inceledikleri çalışmada, gliserol ve sorbitol plastikleştiricilerin filmlerdeki iç hidrojen bağlarını azalttığını belirtmiştir. Böylece filmin su buharı geçirgenliği artarken film esnekliğinin de arttığı tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışmada, farklı konsantrasyon ve nisbi nem koşullarında sorbitol filmlerin gliserol filmlerden daha düşük su buharı geçirgenliğine sahip olduğu ortaya konulmuştur.

McHugh at al. (1994) tarafından yapılan bir başka çalışmada ise, plastikleştirici katılmış PAS proteini kaynaklı yenilebilir filmlerin su buharı geçirgenlikleri üzerine nisbi nemin etkisi incelenmiştir. Gliserol ve sorbitol

plastikleştiricilerin filmlerdeki iç hidrojen bağlarını azalttığı ve bu suretle su buharı geçirgenliğini artırmanın yanı sıra film esnekliğini de arttırdığı tespit edilmiştir. Karşılaştırılabilir konsantrasyon ve nisbi nem koşullarında yapılan bu çalışmada, sorbitol filmlerin gliserol filmlerden daha düşük su buharı geçirgenliğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda, nisbi nem miktarının, PAS protein filmlerde su buharı geçirgenlikleri üzerine destekleyici etkiye sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca film emülsiyonundaki yağ partikül büyüklüğü, ölçüsü ve dağılımının, peynir altı suyu proteinleri-balmumu filmlerin su buharı geçirgenlik özelliklerini etkilediği görülmüştür. Çalışmada, film içerisinde kullanılan yağ partikül çaplarındaki azalmanın, su buharı geçirgenliğinde doğrusal oranda bir azalma sağladığı bildirilmiştir. Buna paralel olarak, partiküllerin yüzey alanlarının artması su buharı geçirgenliğinin azalmasına neden olmuştur. Bu durumun PAS proteinleri ile balmumu partiküllerinin birleştikleri noktalarda çapraz bağ sayısının artmasından kaynaklandığı ifade edilmiştir.

Küçüköner vd. (2003), yenilebilir filmlerin geçirgenlik özellikleri üzerine yaptıkları çalışmalar sonucunda, lipidlerin proteinlere olan oranı ile su buharı geçirgenliği arasında doğrusal bir ilişki olduğunu ve artan lipid oranı ile nem geçişini engelleme özelliğinin de arttığı bildirilmiştir.

2.1.2.5 Mekanik özellikler

Gıdanın korunmasının, gıda ile ambalaj arasındaki etkileşimlere ve ambalaj materyalinin özelliklerine bağlı olduğu bilinmektedir. Bu sebeple ambalaj materyalinin özelliklerinin iyi bilinmesi ve amaca uygun olarak seçilmesi gerektiği bildirilmiştir (Şahbaz ve Turhan, 1999).

Film üretiminde dikkat edilmesi gereken önemli noktalardan biri filmin yeterli mekanik direnci sağlayıp sağlamadığının tespitidir. Film yapımında kullanılan materyallerden kaynaklı film yapısında oluşabilecek küçük delikler filmin esnekliği dahil tüm bariyer özelliklerini tahrip edebilmektedir (Chen, 1995). Bu nedenle, yenilebilir film üretiminde mekanik özellikleri iyileştirmek

amacı ile farklı özellikte materyallerin kompozit kullanımları üzerinde durulmaktadır.

McHugh and Krochta (1994) ve Hong at al. (2005) tarafından yenilebilir film ve kaplamaların mekaniksel özellikleri üzerine yapılan çalışmalarda, yalnızca biyopolimerlerden elde edilen yenilebilir filmlerin mekanik özelliklerinin zayıf, kırılgan yapılı olduğu ve kurutma aşamasında çatlama ve kırılmaların görüldüğü bildirilmiştir.

Protein ve polisakkarit esaslı yenilebilir filmlerin mekanik özelliklerini geliştirmek için plastifiye edici madde kullanımının gerekliliği birçok araştırmacı tarafından vurgulanmıştır (Donhowe and Fennema, 1993; McHugh and Krochta, 1994a; Chen at al., 1994).

Plastifiye ediciler düşük molekül ağırlığına, yüksek kaynama noktasına sahip, uçucu olmayan, başka bir materyale eklendiğinde o materyalin belirli fiziksel ve mekaniksel özelliklerini değiştiren maddeler olarak tanımlanmaktadır. Yenilebilir film üretiminde plastifiye edici maddelerin kullanımı, yenilebilir filmlerin kuvvetini, esnekliğini, yırtılmaya karşı direncini artırmakta ve kırılganlığını azaltmada yardımcı olmaktadır. Söz konusu bu maddeler, bitişik polimer molekülleri arasındaki molekül içi kuvveti azaltarak biyopolimer zincirlerinin hareketini arttırmakta ve böylece ilave edildiği filmin mekaniksel özelliklerini geliştirerek filme esneklik kazandırmaktadır. Yapılan araştırmalar sonrasında kullanıma en uygun olan plastifiye edici maddelerin polietilen glikol, gliserol ve sorbitol olduğu bildirilmiştir (Karakaya vd., 2001).

Dutta at al. (2009) tarafından yapılan çalışmada, film üretiminde yapıda kırılma ve çatlama problemleri meydana gelmiştir. Çalışma raporunda, film yapısında meydana gelen bu sorunların giderilmesi amacıyla gliserol, propilen glikol, sorbitol veya polietilen glikol gibi plastikleştiricilerin film bileşimine eklenmesi gerektiği bildirilmiştir. Benzer birçok çalışmada da, film üretiminde kullanılan bu plastikleştiricilerin, polimer zinciri boyunca moleküller arası kuvvetin azalmasını sağlayarak filmlere elastikiyet kazandırdığı ve bu sayede

yapıda meydana gelebilecek kırılma ve çatlamaların önüne geçtiği bildirilmiştir (Aydınlı and Tutaş, 2000; Ziani at al., 2008).

2.2 Yenilebilir Filmlerin Uygulama Yöntemleri

Yenilebilir film ve kaplamalar gıdalara değişik tekniklerle uygulanabilmektedir. Bunlar sıvı haldeki çözeltiye daldırma, püskürtme, fırça ile sürme veya film çözeltisini hazırlayıp uygun bir şekilde yüzeye döküp kurutup soğutarak gıdayı kaplama şeklinde olmaktadır. Yenilebilir filmler, kapladıkları ürünün nem ve yağ alımını ve kaybını, ayrıca gaz geçişini önleyerek ürünlerin mekanik özelliği ile tat ve kokusunu kuvvetlendirmek amacı ile kullanılmaktadır (Kaya vd., 1998). Ayrıca bu filmlerin pizza hamuru, dondurma, sos gibi farklı özellikteki çok katmanlı ürünler ve dondurma külahı katmanları arasında nem ve yağ geçişini engellemek için de kullanıldığı bildirilmiştir (Kamper and Fennema, 1985; Batu ve Serim, 1998).

2.3 Yenilebilir Filmlerin Avantajları

Günümüzde kullanılan yenilemeyen ambalaj materyalleri ile karşılaştırıldığında yenilebilir film ve kaplamalar gıdayı mekanik darbelere karşı koruma, pişirme sırasında dağılmayı önleme ve uçucu bileşen kayıplarını engelleme, nem ve gaz geçişlerine engel olma gibi özellikleri ile ön plana çıkmaktadır.

Üretimi pahalı olmayan ve çevre dostu çözünebilir aktif ambalajlar olan yenilebilir filmlerin avantajları şu şekilde sıralanabilir:

- ✓ Çoğu zaman ambalajlanmış ürün ile birlikte tüketilebilirler,
- ✓ Tüketici tarafından yenilmese dahi, yenilebilir maddelerden üretildiklerinden dolayı doğada daha hızlı parçalanırlar,
- ✓ Film yapısına eklenen çeşitli materyaller aracılığı ile (lezzet ve renk ajanları gibi), uygulandıkları gıdaların organoleptik özelliklerini geliştirirler,

- ✓ Özellikle proteinlerden üretilerek gıdaların beslenme değerlerini desteklerler,
- ✓ Bezelye, fasulye, fındık ve çilek gibi, ayrı ayrı ambalajlanamayan ürünlerin, küçük parçalar halinde ayrı olarak ambalajlanmasında kullanılabilme imkanı sağlarlar,
- ✓ Heterojen gıdalarda farklı tabakalar arasına uygulanarak, nem geçişleri engellenmesine yardımcı olurlar,
- ✓ Flavor ve benzeri maddelerin mikrokapsülasyonunda da kullanım imkanı sunarlar,
- ✓ Antimikrobiyal ve antioksidan maddeler için taşıyıcı görevi üstlenirler ve gıda yüzeyine uygulanarak yüzeydeki koruyucu maddelerin iç kısımlara difüzyonunun hızını kontrol etmek amacıyla da kullanılırlar(Gennadios and Weller, 1990; Acar ve Alper, 1996).

2.4 Yenilebilir Film Üretiminde Kullanılan Katkı Maddeleri

Yenilebilir film ve kaplamaların mekaniksel, koruyucu, beslenme ve duyusal özelliklerine katkı sağlamak veya film yapısını iyileştirmek amacı ile film üretiminde farklı özellikte bileşenler kullanılarak kompozit filmler elde edilebilmektedir. Bu sayede film yapısı değiştirilerek nem ve gaz geçirgenlik özellikleri iyileştirilebilmekte, filmde meydana gelen çatlamaların önüne geçilebilmekte ve filme çeşitli fonksiyonel özellikler kazandırılabilir.

2.4.1 Plastikleştirici maddeler

Plastikleştirici maddeler, düşük molekül ağırlığına, yüksek kaynama noktasına sahip, uçucu olmayan, başka bir materyale eklendiğinde o materyalin belirli fiziksel ve mekaniksel özelliklerini iyileştirici yönde etki sağlayan maddeler olarak tanımlanırlar. Bu maddeler, yenilebilir film ve kaplamalara ilave edilerek filmin esnekliğini, yırtılmaya karşı direncini artırır ve kırılma dayanıklılığını azaltıcı yönde etki gösterirler. Yenilebilir film ve kaplamalarda mekaniksel

özellikleri geliştirmek amacıyla kullanılan plastikleştirici maddelerin bu özelliği bitişik polimer molekülleri arasındaki molekül içi kuvveti azaltması ve biyopolimer zincirlerinin hareketini artırması sayesinde gerçekleşir. En çok tercih edilen plastikleştirici maddeler; polietilen glikol, gliserol ve sorbitol olarak bilinmektedir (Karakaya vd., 2001).

Protein ve polisakkarit esaslı yenilebilir filmlerin mekanik özelliklerini geliştirmek amacıyla plastikleştirici maddelerin kullanımının gerekliliği birçok araştırmacı tarafından önemle ifade edilmiştir (Donhowe and Fennema, 1993; McHugh and Krochta, 1994a; Chen at al., 1994; Parris at al., 1995).

Bilindiği gibi protein esaslı yenilebilir filmler, içeriğindeki hidrofilik gruplardan dolayı iyi bir nem bariyeri oluşturmamaktadır. Protein bazlı yenilebilir film üretiminde bariyer özelliğini geliştirmek için çeşitli plastikleştirici maddelerin kullanımı ile daha esnek yapıda filmler elde edilebileceği görülmüştür. Plastikleştirici maddelerin kullanımı ile moleküller arası bağın hareket yeteneği yani kuvveti arttırılmakta ve daha esnek olmasını sağlanmaktadır. Böylece film yapısında meydana gelen kopmaların önüne geçilerek nem kaybı azaltılmaktadır (Sarioğlu, 2005).

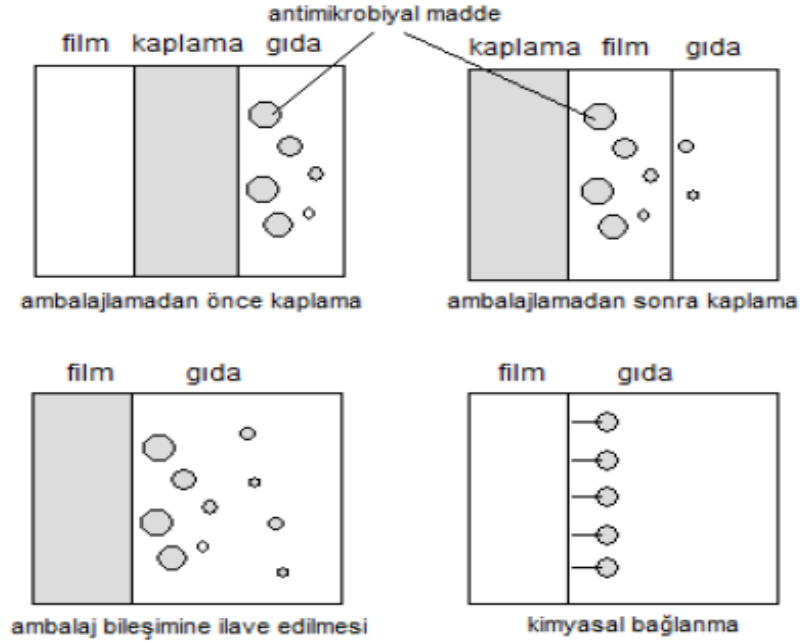
Yapılan çalışmalarda, farklı plastikleştiricilerin kullanımının nem geçişi üzerinde farklı etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Örneğin; PPI' na sorbitolün eklenmesi ile nem geçişinin gliserolden daha fazla azaltıldığı bildirilmiştir (Küçüköner vd., 2003).

Hong and Krochta (2004) tarafından yenilebilir filmlerin bariyer özellikleri üzerine yapılan çalışmada, LDPE, PP ve PE filmlerin PAS proteinleri ve plastikleştirici olarak gliserol kullanılmıştır. Düşük ve orta nem düzeylerinde protein kaplanmış sentetik filmlerin oksijen bariyer özelliklerinin kaplanmamış sentetik filmlere nazaran oldukça yüksek olduğu bildirilmiştir.

2.4.2 Antimikrobiyal maddeler

Antimikrobiyal ambalaj sistemlerinde kullanılabilen ve kullanımları yasal olan antimikrobiyal maddeler arasında yapılan çalışma sayıları göz önüne alındığında organik asitler ve tuzları, enzimler, bakteriyosinler ve özellikle bitkisel ekstraktların ön plana çıktığı görülmektedir (Suppakul vd., 2003; Joerger, 2007).

Han (2000) tarafından yapılan değerlendirmede de, gıda endüstrisinde en yaygın olarak kullanılan antimikrobiyal maddelerin çeşitli organik maddeler ve tuzları, sülfidler, nitritler, antibiyotikler, alkoller, benzoik asit, sodyum benzoat, sorbik asit, potasyum sorbat ve propiyonik asit olduğu bildirilmiştir.



Şekil 2.2. Antimikrobiyal maddelerin farklı ambalaj sistemlerinden difüzyonu (Han, 2000).

Yenilebilir film üretiminde, uçucu antimikrobiyal maddelerin kullanıldığı ambalajlarda gıda ile ambalajın temas etmesi zorunlu olmasa da, uçucu olmayan antimikrobiyal maddelerin kullanılması durumunda antimikrobiyal maddenin gıda yüzeyine difüze olabilmesi için ambalaj ile gıdanın temas etmesi gerektiği bildirilmiştir (Appendini ve Hotchkiss, 2002). Antimikrobiyal maddenin ambalaj materyalinden salınımının kontrolü ve migrasyon miktarı antimikrobiyal aktivitenin miktarını belirleyici faktör olduğundan dolayı önem taşımaktadır. Bu

alanda antimikrobiyal etkinliğin tespiti amacıyla yapılan araştırmalar, çok tabakalı antimikrobiyal ambalaj sistemlerinin ortaya çıkmasına imkan tanımıştır. Üçlü tabaka olarak adlandırılan ve **Şekil 2.2**'de görülen bu sistemlerde antimikrobiyal madde orta tabakada bulunmakta, dış tabaka antimikrobiyal maddenin çevreye salınımına engel olmak için bariyer görevi yaparken, iç tabaka kontrollü salınımı sağlamaktadır (Han, 2000).

Karakaya vd., (2001) gıda yüzeyindeki mikrobiyal üremenin kontrolü için potasyum sorbat gibi antimikrobiyal içeren filmlerin kullanımının, et ürünlerinde toplam bakteri yükünü azalttığını bildirmiştir. Bunun yanı sıra, PAS filmine lizozim ekleyerek yaptıkları çalışmada, lizozim ilave edilen bu filmin bozulma oluşturan ve patojen bakterilere karşı önemli ölçüde antimikrobiyal potansiyele sahip olduğu tespit edilmiştir.

Gıdanın üretiminde antimikrobiyal ajanların kullanımının yanı sıra gıda ile temas halinde olan ambalajın ya da yenilebilir filmlerin yapısında da antimikrobiyal etkiye sahip maddelerin kullanımı önem taşımaktadır. Antimikrobiyal ambalaj sistemlerinde kullanıma elverişli ve yasal olarak uygun olan antimikrobiyal maddeler içerisinde bulunan uçucu yağlar, son dönemlerde araştırmacılar tarafından üzerinde en çok çalışılan ajanlar olmuştur (Suppakul vd., 2003; Joerger, 2007).

Uçucu yağlar, aromatik bitkilerin tomurcuk, çiçek, yaprak ve gövde gibi tüm organları tarafından sekonder metabolitler olarak sentezlenebilen ve keskin kokuları ile karakterize olan bileşenlerdir. Bitki ekstraktları olarak da adlandırılan uçucu yağlar, organik çözücülerde çözünebilmekte ve genellikle yoğunluklarının sudan düşük olduğu bilinmektedir. Günümüzde bilinen yaklaşık 3000 uçucu yağ içerisinde yaklaşık % 10 kadarının eczacılık, ziraat, gıda, kozmetik ve parfüm endüstrilerinde kullanıldığı bildirilmiştir (Bakkali vd., 2008).

Uçucu yağların ekstraksiyonu amacıyla sıvı karbon dioksit, mikrodalga uygulaması, düşük veya yüksek basınç altında buhar veya su buharı distilasyonu gibi metotlar öne çıkmaktadır. Söz konusu yağlara antimikrobiyal özellik kazandıran başlıca bileşenler ise fenolik bileşiklerdir. Genel olarak yüksek oranda

karvakrol, eugenol ve timol gibi fenolik bileşikler içeren uçucu yağların patojenlere karşı güçlü antimikrobiyal etki gösterdiği birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Cosentino at al., 1999; Lambert at al., 2001).

Uçucu yağların antimikrobiyal etki mekanizması ile ilgili olarak, Conner and Beuchat (1984) uçucu yağların ve bileşenlerinin mikroorganizmalarda enzimatik faaliyetlere, enerji üretimine ve yapısal bileşiklerin sentezlenmesine engel olduklarını bildirmiştir. Cox at al. (2000) ise, antimikrobiyal etki mekanizması üzerine yaptığı çalışmalar sonucunda, uçucu yağlar ve bileşenlerinin hidrofobik özellikleri sayesinde bakteriyal hücre membranları ve mitokondrilerdeki lipidleri parçaladığını, yapısal bütünlüğü bozarak iyonların ve diğer hücre içeriğinin hücre dışına sızmasına neden olduğunu ortaya koymuştur.

Smith at al. (1998) farklı uçucu yağların gıda kaynaklı patojenlere (*E. coli*, *S. aureus*, *Salmonella enteridis*, *L. monocytogenes*, *Campylobacter jejuni*) karşı aktivitelerini değerlendirdikleri çalışmalarında kekik, karanfil, tarçın ve defne uçucu yağlarının % 0.075 konsantrasyonda bakteriyostatik etkili olduklarını tespit etmişlerdir. Çalışmada en dirençli patojen mikroorganizmanın *C.jejuni*, en duyarlı patojen mikroorganizmanın ise *L.monocytogenes* olduğu ortaya konulmuştur.

Rojas-Grau at al. (2007) agar difüzyon metodu ile yaptıkları çalışmada kekik, tarçın, limonotu uçucu yağları ve bu uçucu yağların ana bileşenleri olan karvakrol, cinnamaldehyd ve sitral içeren aljinat ve elma püresinden hazırlanmış filmlerin *E. coli* O157:H7' ye karşı önemli düzeyde antibakteriyal etki gösterdiklerini tespit etmiştir.

Nedorostova at al. (2009) tarafından yapılan çalışmada, uçucu yağlara karşı dayanıklılık açısından *S. aureus* ve *E. coli* 'nin *L. monocytogenes*' e göre daha dirençli görüldüğü bildirilmiştir.

Çelikel (2005) petri kabı ortamında *E.coli* O157:H7, *L. monocytogenes*, *S. aureus* ve *C.albicans*'a karşı kekik, adaçayı, sarımsak, portakal, nane, defne, limon, papatya, gül ve mersin uçucu yağlarının antimikrobiyal etkilerini araştırmıştır. Yapılan çalışmada, söz konusu patojenlere karşı bu uçucu yağlar

içerisinden 5 adeti (mersin, kekik, adaçayı, sarımsak, portakal) 5-10-20 µl konsantrasyonda antimikrobiyal etkili bulunurken, diğer 5 adedinin (nane, defne, limon, papatya ve gül) antimikrobiyal etkileri 30-60-100 µl düzeylerinde yani daha yüksek konsantrasyonlarda ortaya çıkmıştır.

Çalışmamızda yenilebilir film üretiminde kullanılan ve antimikrobiyal etkisi yüksek mersin uçucu yağının ana bileşikleri ve oranları **Çizelge 2.1**'de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Mersin uçucu yağının ana bileşenleri ve relatif yüzdeleri (Çelikel, 2005)

Bileşik	% miktar
1.8-sineol	24,8
α-pinen	23,5
Limonen	14,2
Linalol	7,5
Mirtenil asetat	6,7
α-terpineol/terpenil asetat	4,5
Nerol/mirtenol	2,9
Linalil asetat	2,8
Geranil asetat	1,9
İzobütil izobütirat	1,4
Karvakrol	1,1
Geraniol	1,1

Çelikel (2005) tarafından yapılan çalışmada, mersin bitkisinden elde edilen uçucu yağın bileşiminin bitkinin toplandığı zaman, yer ve iklim koşullarına göre değişim gösterdiği ifade edilerek uçucu yağın kompozisyonunun antimikrobiyal etkinin düzeyini belirlediği bildirilmiştir.

Uçucu yağların protein ve polisakkarit filmlere ilavesinin, antimikrobiyal özellik kazandırmanın yanı sıra hidrofobik yapıları nedeniyle filmlerin nem geçirgenlik özelliklerinin de iyileşmesini sağladığı bilinmektedir (Zivanovic vd., 2005).

Antimikrobiyal etkisi yüksek düzeyde tespit edilmiş olmasına rağmen, yenilebilir film üretiminde mersin uçucu yağının protein bazlı bir materyal ile birlikte kullanımında antimikrobiyal etkisinin araştırıldığı bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

2.4.3 Antioksidan maddeler

Gıdalarda oksidasyondan kaynaklanan kötü tat ve koku gelişimlerini engellemek, renk kaybı gibi oluşumlarının önüne geçebilmek ve besin değeri kayıpları ile karşı karşıya kalmamak amacıyla antimikrobiyal maddelerin dışında yenilebilir film ve kaplamaların üretiminde antioksidan maddeler de kullanılabilmektedir (Moore at al., 2003).

Özellikle son yıllarda daha çok tercih edilmeye başlayan bitki ekstraktları, organik asitler (sitrik asit, tartarik asit, vb.) ve esterleri ile fenolik bileşikler antimikrobiyal özelliklerinin yanında, antioksidan olarak da görev yapan maddeler olarak bilinmektedir (Ousallah, 2004). Antioksidan aktivitenin tespiti amacıyla yapılan çalışmalar, özellikle enzimatik esmerleşme reaksiyonlarının önüne geçilmesi açısından büyük önem taşımakta ve bitki ekstraktlarının herhangi bir toksik etkisi olmadığından önemi giderek artmaktadır (Anker, 1996; Baldwin, 1999).

Özellikle et ve et ürünleri yüksek oranda doymamış yağ asidi içeriğinden dolayı oksidasyona karşı oldukça hassastır (Tharanathan and Kittur, 2003). No at al. (2007) tarafından yenilebilir film üretiminde kitosan kullanımının antioksidant özelliği ile gıdalarda lipid oksidasyonunu önlenmede etkili olduğu ve kitosanın antioksidan etkisinin moleküler ağırlığına bağlı olarak değişim gösterdiği bildirilmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal

Çalışmada kullanılan kaşar peyniri Boyacıoğulları Ömür Süt Ürünleri Tic. ve San. Ltd. Şti.' de üretilmiştir.

Mersin uçucu yağı Türer Tarım ve Orman Ürünleri İthalat İhracat San. ve Tic. Ltd. Şti.'den temin edilmiştir.

Film yapımında kullanılan, Peynir altı suyu protein izolatı (>%95) Davisco Foods International Inc.'den (BiPRO, USA) temin edilmiştir. Film üretiminde kullanılan sorbitol (Fluka) ve kandelila mumu Candelilla Ins. (Mexico)'dan temin edilmiştir.

Mikrobiyolojik analizlerde örneklerin dilüsyonu için kullanılan ringer tablet, mikroorganizma kültürlerinin hazırlanması ve muhafazası için kullanılan Nutrient Broth. *S.aureus* sayımında kullanılan Baird Parker Agar ve Egg Yolk Tellurite Emulsion, *E.coli* O157:H7 sayımında kullanılan SMAC Agar ve supplement Cefixime Tellurite, *C. albicans* sayımında kullanılan Levine EMB Agar ve Anaerocult C Merk Co.'dan temin edilmiştir.

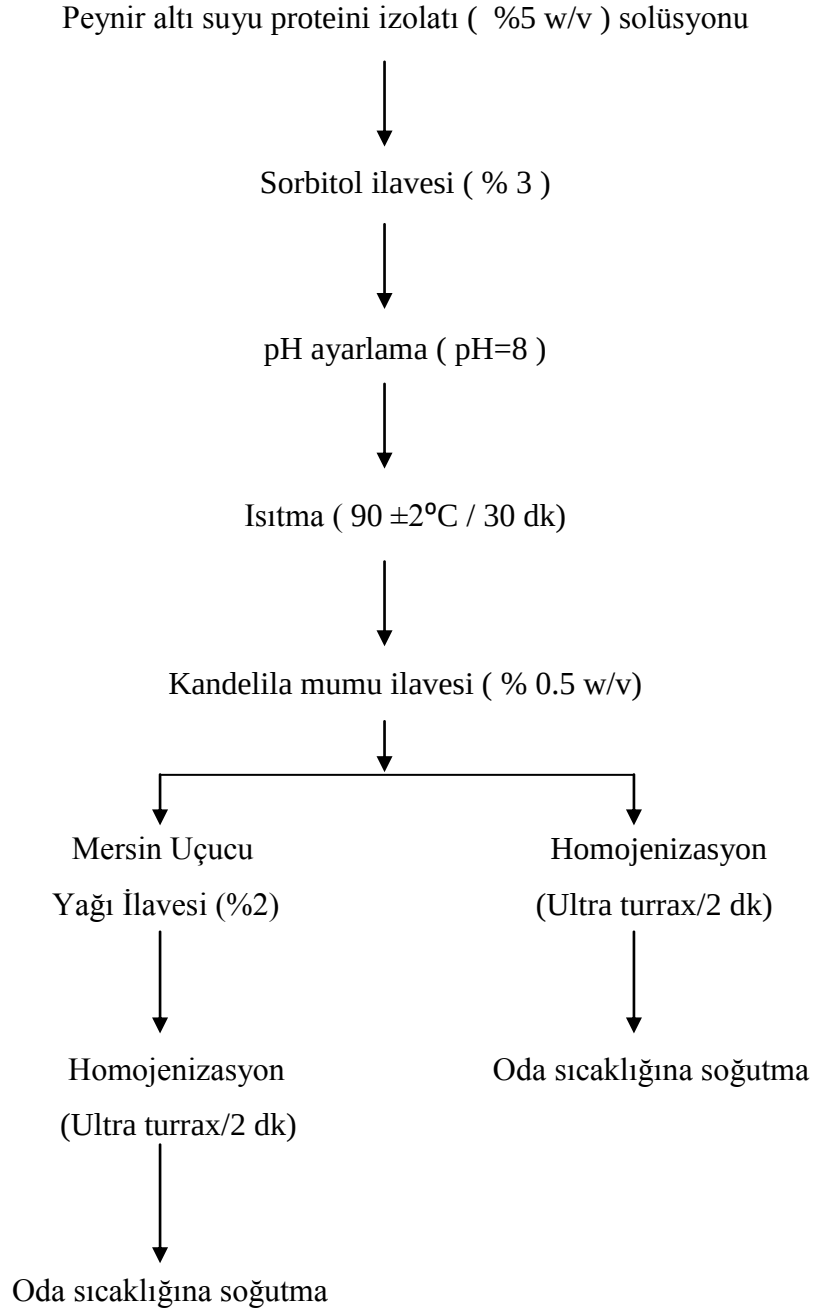
Kaşar peyniri örneklerinin yapay kontaminasyonu için kullanılan *E. coli* O157:H7 ATTC 8739 ve *S. aureus* ATTC 25923 İzmir İl Kontrol Laboratuvarı Müdürlüğü'nden, *C. albicans* ATCC 6986 ise Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Endüstriyel Mikrobiyoloji A. Dalı Lab. kültür koleksiyonundan temin edilmiştir.

3.2 Metot

3.2.1 Filmin hazırlanışı

Mersin uçucu yağı içeren yenilebilir film üretiminde **Şekil 3.1**'de gösterilen üretim akım şeması izlenmiştir. PPI (% 5 w/v) saf su içerisinde çözündürülüp içerisine sorbitol (%3 w/v) ilave edilmiştir. Elde edilen solüsyona pH değeri 8 oluncaya kadar 2 N NaOH ilave edilerek pH 8'e ayarlanmıştır. Ardından solüsyon

90±2°C'ye ulaşıncaya kadar ısıtma işlemi uygulanmış ve bu esnada kandelila mumu (% 0,5 w/v) ilave edilmiştir. Elde edilen solüsyon bu aşamadan sonra 2 ayrı partiye ayrılmıştır. İlk parti 2 dakikalık homojenizasyon işleminin ardından oda sıcaklığına soğutmaya alınırken, ikinci partiye ilk olarak % 2 oranında mersin uçucu yağı ilave edilmiş ve homojenize edilerek oda sıcaklığına soğutulmuştur.



Şekil 3.1. Mersin Uçucu Yağı İçeren ve İçermeyen Yenilebilir Film Üretimi

3.2.2 Kaşar peyniri örneklerinin hazırlanışı

Kaşar peyniri örnekleri yenilebilir film solüsyonu hazırlandıktan sonra 100 ± 5 g olacak şekilde dilimlenmiştir. Yaklaşık 100 gram olan kaşar peyniri örneklerinin film kaplama işlemi için hazırlanmasında peynir dilimleme makinesi kullanılmıştır.

3.2.3 Yapay kontaminasyon

Yapay kontaminasyon için öncelikle stok kültürlerden Nutrient Broth'a geçiş yapılmıştır. 37°C 'de 24 saat inkübasyon sonunda zenginleştirme amacıyla tekrar Nutrient Broth'a geçiş yapılmış ve 48 saat inkübe edilmiştir. Hazırlanan dilüsyonlardaki mikroorganizma sayıları *S.aureus* için Baird Parker Agar, *E.coli* O157:H7 için CT-SMAC Agar ve *C.albicans* için Levine EMB Agar kullanılarak tespit edilmiştir. 10^6 kob/g düzeyinde mikroorganizma sayılan dilüsyonlar yapay kontaminasyona hazır olarak 4°C 'de muhafaza edilmiştir.

3.2.4 Yapay kontamine film kaplı örneklerin hazırlanışı

Yapay kontaminasyon uygulaması her üç patojen için de ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Mikrobiyolojik analiz için ayrılan örnekler 3 gruba (*S.aureus*, *E.coli* O157:H7, *C.albicans*) ayrılmış ve ardından her patojen grubu kendi içerisinde tekrar üçe ayrılmıştır. Dilimlenmiş kaşar peyniri örnekleri kontaminasyon için seçilen uygun dilüsyonlara daldırılarak 2 dakika bekletilmiş ve böylece mikroorganizmaların yüzeye tutunmaları sağlanmıştır. Ardından peynir örneklerine film kaplama işlemi uygulanmış ve örnekler kurumaya alınmıştır. 1. parti kontrol grubu (K), 2. parti mersin uçucu yağı içermeyen yenilebilir film (F) ve 3. parti mersin uçucu yağı içeren yenilebilir film (M) solüsyonuna daldırılarak yüzeyde film tabakası oluşumunun görülmesi için yaklaşık 24 saat oda sıcaklığında bekletilerek kuruması sağlanmıştır.

3.2.5 Fiziksel analizler

3.2.5.1 Ağırlık ölçümü

Ağırlık ölçümleri K, F ve M örneklerinde 1. 7. 15. 30. 60. ve 90. günlerde yapılmıştır. Depolama sürecinde ağırlık ölçümünde meydana gelen değişim dikkate alınarak örneklerdeki % nem kaybı miktarları hesaplanmıştır.

3.2.5.2 Tekstür profil analizi

Kaşar peyniri örneklerinde tekstür profil analizi Brookfield marka CT3 4500 model Texture Analyzer cihazı ile yapılmıştır. Bu analizde kullanılacak olan kaşar peyniri örneklerinden çeperi keskin bir sonda ile 14×15 mm boyutlarında 3 adet silindir şeklinde numuneler hazırlanmıştır. Ölçüm öncesi örnekler kurumayı önlemek amacı ile oda sıcaklığında üzeri alüminyum folyo kaplanarak bekletilmiştir. Örnekler target value 4,0 mm, trigger load 6,8 g, test speed 0,5 mm/s ve load cell 4500 g olacak şekilde TA4/1000 silindir prob ile 2 ardışık sıkıştırma işlemi uygulanmıştır. Uygulama sonucunda peynir örneklerinde sertlik, elastiklik, dış yapışkanlık, iç yapışkanlık, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerleri tespit edilmiştir.

3.2.6 Kimyasal analizler

3.2.6.1 pH

Kaşar peyniri örneklerinin pH değerleri HANNA pH211 Microprocessor pHmeter (Portekiz) marka pH metre ile ölçülmüştür.

3.2.6.2 Titrasyon asitliği

100 gram peynirin titre edilebilir asitliğinin laktik asit cinsinden ifade edilmesi amacıyla, ufalanmış peynir örneğinden 10 g örnek tartılmıştır. 40°C'ye ısıtılmış damıtık su ilave edilerek bir baget yardımı ile ezilmiştir. İyice ezilen peynir filtre kağıdı ile süzildükten sonra süzüntüden 25 ml bir erlen içerisine

alınarak 1 ml fenolftaleyn indikatörü eklenmiştir. Ardından 0,1 N NaOH ile hafif pembe renk elde edilinceye kadar titre edilmiştir. Titrasyon sonucu harcanan miktar direkt olarak büretten okunmuştur.

$$\% \text{ LA} = \frac{V \times 0,009 \times F}{m}$$

V: Titrasyonda harcanan 0,1 N NaOH miktarı (ml)

m: Titrasyona alınan peynir örneği miktarı (g)

F: NaOH'in faktörü

3.2.6.3 Kuru madde

İçerisinde organik maddelerden temizlenmiş 20 gram deniz kumu ve cam baget bulunan kurutma kabı önceden etüvde sabit tartıma gelene kadar kurutulmuştur. İçerisinde deniz kumu ve cam baget bulunan kuru madde kapları içerisine homojen hale getirilmiş 3-5 g kaşar peyniri örneği tartılmıştır. Üzerine 2 ml saf su ilave edilerek iyice ezilip kumla karıştırılmıştır. Örnek kuru madde kabı yüzeyine yayılarak 102±3 °C'de 4 saat kurutulmuştur. Sabit tartıma gelen örnekler desikatörde soğuduktan sonra tartılmıştır (Demirci ve Gündüz, 2000).

$$\% \text{ KM} = \frac{M_1 - M}{M_2 - M} \times 100$$

M : Deniz kumu ve cam baget içeren kurutma kabı ağırlığı (g)

M₁ : Kurutulmuş kaşar peyniri olan kurutma kabı ağırlığı (g)

M₂ : Kaşar peyniri örneği tartılmış kurutma kabı ağırlığı (g)

3.2.6.4 Yağ

Kaşar peyniri örneklerinde yağ tayini için Van Gulik bütrometreleri kullanılmıştır. Küçük tüpçük içerisine homojen hale getirilmiş peynir örneğinden

3 gram tartılarak bütrometrenin alt kısmına yerleştirilmiştir. Açık olan üst kısımdan 10 ml yoğunluğu 1,520 g/ml olan H₂SO₄ ilave edilerek üst kapak kapatılmıştır. Peynirin iyice erimesini sağlamak amacıyla bütrometreler 85°C'deki sıcak su banyosunda yaklaşık 2 saat bekletilmiştir. Eriyen peynir üzerine 1 ml amil alkol ilave edilerek karıştırılmış ve daha sonra bütrometre üst kapak açılarak 35 çizgisine kadar H₂SO₄ ile tamamlanmıştır. Gerber santrifüjde 1200 devir/dakika santrifüj edildikten sonra skladan % yağ miktarı okunmuştur (Oysun, 1996).

3.2.6.5 % Tuz

Homojen hale getirilmiş kaşar peyniri örneği, beher içerisine 5 gram tartılarak sıcak su ve baget yardımıyla iyice ezilmiştir. Sıvı kısım 500 ml'lik bir balona aktarılmış ve aynı işlem tuzun tamamen suya geçmesi amacıyla 5-6 kez tekrarlanmıştır. Balon içerisindeki su soğuduğunda 500 ml çizgisine tamamlanarak kaba filtre kağıdı ile süzölmüştür. Süzöntüden bir erlen içerisine 25 ml alınarak üzerine 1 ml K₂CrO₄ indikatörü ilave edilip 0,1 N AgNO₃ çözeltisi ile kiremit kırmızısı renk oluşuncaya kadar titre edilmiştir. Harcanan gümüş nitrat miktarına göre % tuz hesaplanmıştır (Demirci ve Gündüz, 2000).

$$\% \text{ Tuz} = \frac{G \times 0.00585}{P} \times 100$$

G: Titrasyonda harcanan 0.1 N gümüş nitrat çözeltisi (mL)

P: Titrasyonda kullanılan örnek miktarı (mL)

3.2.6.6 Protein

Protein miktarları Kjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir (Oysun, 1996).

3.2.7 Mikrobiyolojik analizler

Mersin uçucu yağı içeren - içermeyen film ile kaplanmış ve kaplanmamış kaşar peyniri örneklerinde mikrobiyolojik analizler 1. 7. 15. 30. 60. ve 90. günlerde yapılmıştır. Yapay kontamine edilen her mikroorganizma için 10^{-6} 'ya kadar seyreltme yapılarak dökme yöntem ile besiyerlerine ekim yapılmış ve 24-48 saat sonunda 37°C ' de gelişen koloniler sayılarak değerlendirme yapılmıştır.

3.2.7.1 Staphylococcus aureus sayımı

Yaklaşık 100 gram olan yapay kontamine kaşar peyniri örneği rendelenerek homojen olarak 90 ml ringer içerisine 10 gram tartılmıştır. Bu işlem K, F ve M örnekleri için sırasıyla uygulanmıştır. Hazırlanan bu 10^{-1} 'lik dilüsyondan 10^{-6} 'ya kadar seyreltme yapılarak besiyerine dökme yöntem ile ekim yapılmıştır. Petriler 37°C 'de 24-48 saat inkübasyona bırakılmıştır.

3.2.7.2 Escherichia coli O157:H7 sayımı

Yaklaşık 100 gram olan yapay kontamine edilmiş kaşar peyniri örneği rendelenerek homojen olarak 90 ml ringer içerisine 10 gram tartılmıştır. Bu işlem K, F ve M örnekleri için sırasıyla uygulanmıştır. Hazırlanan bu 10^{-1} 'lik dilüsyondan 10^{-6} 'ya kadar seyreltme yapılarak besiyerine dökme yöntem ile ekim yapılmıştır. Petriler 37°C 'de 24-48 saat inkübasyona bırakılmıştır.

3.2.7.3 Candida albicans sayımı

Yaklaşık 100 gram olan yapay kontamine edilmiş kaşar peyniri örneği rendelenerek homojen olarak 90 ml ringer içerisine 10 gram tartılmıştır. Bu işlem K, F ve M örnekleri için sırasıyla uygulanmıştır. Hazırlanan bu 10^{-1} 'lik dilüsyondan 10^{-6} 'ya kadar seyreltme yapılarak besiyerine dökme yöntem ile ekim yapılmıştır. % 10'luk CO_2 ortamı sağlamak amacıyla Anaerocult C kullanılarak anaerobik jar içerisine yerleştirilen petriler 37°C 'de 24-48 saat inkübasyona bırakılmıştır.

3.2.8 Duyusal değerlendirme

Yenilebilir filmlerin uygulandığı gıda matriksi üzerinde yenildiği zaman duyusal özelliklerinin fark edilmemesi bakımından saydam, kokusuz ve tatsız olması istenmektedir.

Duyusal değerlendirme amacıyla yapay kontaminasyon işlemi uygulanmamış K, F ve M grubu kaşar peyniri örnekleri kullanılmıştır. Peynir örnekleri buzdolabından çıkarıldıktan sonra su ve peksimet ekmeği ile panelistlere sunulmuştur. Panelistlerden renk, kesit ve görünüş, yapı, tat ve koku kriterlerini değerlendirmeleri ve peynirde puan düşmesine neden olan kusurları belirtmeleri istenmiştir.

“Mersin Uçucu Yağı İçeren Yenilebilir Film Üretimi ve Kaşar Peynirinin Muhafazasında Mikrobiyal İnaktivasyona Etkisi” başlıklı çalışmamızda kaşar peyniri örneklerinin duyusal olarak değerlendirilmesinde puanlama testi uygulanmıştır (Uysal vd., 2004).

Duyusal analizler Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü personelinden ve öğrencilerinden oluşan bir grup panelist ile gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla puanlamada, TS 3272 kaşar peynirinin duyusal değerlendirme puanları tablosu kullanılmıştır. Duyusal analizlerde K, F ve M örnekleri depolamanın 1. 7. 15. ve 30. Günlerinde renk, kesit ve görünüş, yapı, tat ve koku kriterleri ile değerlendirilmiştir. Duyusal analizlerde kullanılan değerlendirme formu **Çizelge 3.1**'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Kaşar peynirinin duyuşal değerdendirme puanları (TS 3272, 2006).

Özellik	PUAN
<u>Renk</u>	
• Temiz, parlak, canlı, saman sarısı veya koyu saman sarısı	10
• Donuk görünüşlü	8
• Donuk görünüşlü, kahverengi renkte	6
• Küf veya diğder nedenlerle meydana gelen farklı (yeşil, kırmızı vb.) renklerde	2-4
<u>Kesit ve görünüş</u>	
• Ufalanmayan, düz, pürüzsüz, parlak ve homojen görünümdede kesit	30
• Ufalanmayan, hafif donuk, farklı veya hareli renkte	24
• Kumlu, donuk görünümdede, belirgin renk farklılıkları olan, hafif çatlak veya az delikli	18
• Peynir kitleleri birbiri ile iyice kaynaşmamış, homojen olmayan görünümdede; çok çatlak veya gözenekli	10-24
<u>Yapı</u>	
• Normal sertlikte	20
• Orta sertlikte	16
• Hafif yumuşama mevcut	12
• Çok yumuşak	4-8
<u>Tat ve koku</u>	
• Kendine özgü hoş tat ve kokuda	40
• Tat ve kokuda belirgin kusur bulunmayan	32
• Yavan ya da hafif yabancı tatta (acı, ekşi, pişmiş, meyvemsi vb.) veya kokuda	24
• Aşırı düzeyde yabancı tat ve kokuda olan	8-16

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

100±5 g ağırlıklarında dilimlenen kaşar peyniri örneklerinden ilk olarak mikrobiyolojik analiz için kullanılacak örnekler ayrılmıştır. Mikrobiyolojik analizler için örnekler 3 gruba ayrılmıştır. *S.aureus* ile yapay kontamine örnekler film kaplanmamış (K), film kaplı (F) ve mersin uçucu yağı içeren film kaplı (M) olarak ayrılırken aynı işlem *E.coli* O157:H7 ve *C.albicans* için de tekrarlanmıştır.



Resim 4.1. Yenilebilir film kaplı kaşar peyniri örnekleri



Resim 4.2. Mersin uçucu yağı içeren yenilebilir film kaplı kaşar peyniri örnekleri

Fiziksel, kimyasal ve duyu analizlerde kullanılmak üzere örneklerin bir kısmı kontrol (K) olarak, bir kısmı film ile kaplanarak (F), diğer kısım örnek ise mersin uçucu yağı içeren film (M) ile kaplanmıştır. Film kaplı kaşar peyniri örnekleri oda şartlarında kurutulmuş ve 90 gün boyunca depolamaya alınmıştır.

4.1. Fiziksel Analizler

4.1.1 Ağırlık ölçümü

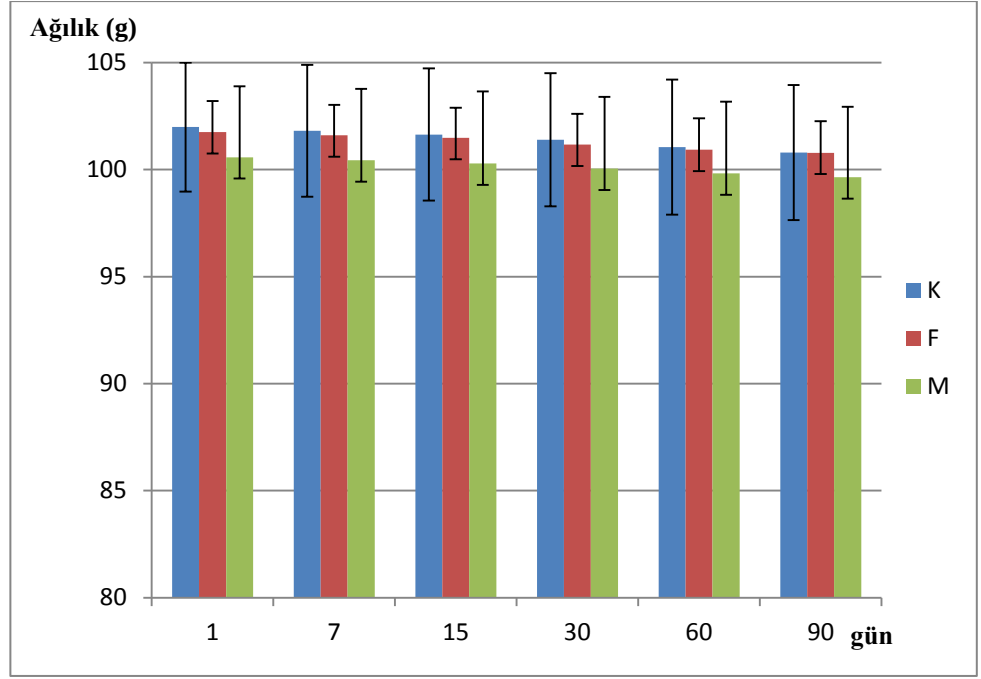
Yenilebilir filmlerin nem geçirgenlik derecesi ve nem kaybı üzerindeki etkisini görebilmek amacı ile 90 günlük olgunlaşma sürecinde K, F ve M örneklerinde ağırlık ölçümü yapılmıştır. Yapılan ağırlık ölçümleri arasındaki fark dikkate alınarak % nem kaybı oranları hesaplanmıştır.

Çizelge 4.1'de 90 gün boyunca depolanan K, F ve M örneklerinde ağırlık ölçümleri verilmiştir.

Çizelge 4.1. Kaşar peynirlerinin ağırlık ölçüm sonuçları (g)

Gün/Örnek	K	F	M
1	101,99±3,01	101,75±1,46	100,58±3,32
7	101,82±3,08	101,61±1,42	100,44±3,33
15	101,64±3,09	101,48±1,41	100,29±3,36
30	101,40±3,11	101,17±1,44	100,05±3,35
60	101,05±3,16	100,93±1,47	99,82±3,35
90	100,80±3,15	100,79±1,48	99,64±3,30

90 günlük depolama sonunda K örneğinde toplam 1,19 gram ağırlık kaybı görülürken bu değer F ve M örneklerinde sırası ile 0,96 ve 0,94 gram olmuştur.



Şekil 4.1. Kaşar peyniri örneklerinin ağırlık ölçüm sonuçları

Çizelge 4.2’de ağırlık ölçümleri arasındaki farktan yola çıkarak hesaplanan % nem kaybı değerleri verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde 7 günlük depolama sonunda K örneğinde % 0,167, F örneğinde % 0,136 ve M örneğinde % 0,139 oranında nem kaybı olduğu görülmektedir.

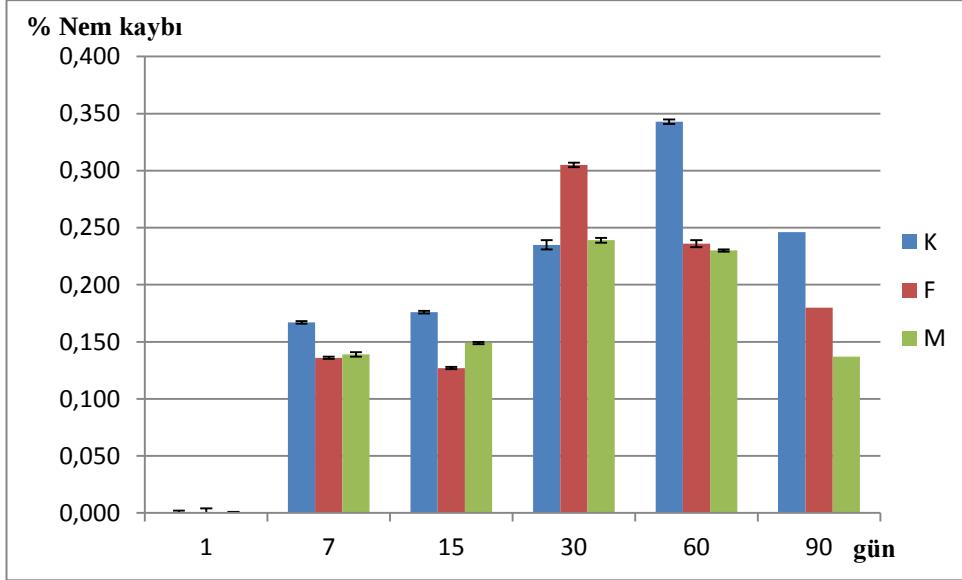
Çizelge 4.2. Kaşar peynirlerinin muhafaza periyodu boyunca % nem kaybı

Gün/Örnek	K	F	M
1	-	-	-
7	0,167±0,002 ^X	0,136±0,004 ^Y	0,139±0,001 ^Y
15	0,176±0,001 ^X	0,127±0,001 ^Y	0,149±0,002 ^Y
30	0,235±0,001 ^Y	0,305±0,001 ^X	0,239±0,001 ^Y
60	0,343±0,004 ^X	0,236±0,002 ^Y	0,230±0,002 ^Y
90	0,246±0,002 ^X	0,137±0,003 ^Y	0,180±0,001 ^Y

^{a,b,c} Aynı sütunda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

^{x,y,z} Aynı satırda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Bir haftalık depolamada film kaplanmamış olan K örneğinin, film kaplı olan F örneğine kıyasla % 0,031 ve M örneğine kıyasla % 0,028 daha fazla nem kaybına uğradığı görülmektedir. 90 günlük depolama periyodu sonunda ise, kaplanmamış K örneğinde % 1,167 nem kaybı görülürken bu oran F ve M örneklerinde sırası ile % 0,943 ve % 0,935 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.2. Kaşar peynirleri % nem kaybı değerleri

Mei ve Zhao (2003) protein bazlı yenilebilir filmlerin mekaniksel ve bariyer özelliklerini inceledikleri çalışmada, film yapım aşamasında PPI yanı sıra farklı oranlarda kalsiyum kazeinat ve Vitamin E kullanmışlardır. Yenilebilir film ve kaplamalarda su buharı geçirgenlik özelliğinin filmin bütünlüğü, hidrofobik-hidrofilik oran, polimerik zincir hareketi ve amorf bölgeler gibi birçok faktörden etkilendiği bildirilen çalışmada, film yapımında kullanılan kalsiyum ve Vitamin E konsantrasyonlarının artan oranlarda filmde hem gerilme mukavemetini hem de nem geçirgenliğini azalttığı bildirilmiştir.

Sarıoğlu (2005) tarafından sorbitol içeren sodyum kazeinatlı film kaplı ve kaplanmamış kaşar peyniri örneklerinde 90 günlük depolama periyodu boyunca ağırlık ölçümleri yapılmıştır. Yapılan çalışmada, sodyum kazeinat ile hazırlanan film kaplı ve kaplanmamış peynirlerde günlere göre % ağırlık kaybı istatistiksel olarak önemli ($p < 0.001$) bulunmuştur.

Çalışmamızda ise PPİ, sorbitol ve kandelila mumu ve mersin uçucu yağı kullanılarak üretilen film kaplı ve kaplanmamış kaşar peyniri örneklerinde % nem kaybının günlere göre değişimi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Ramos vd. (2012), tarafından saflık derecesi farklı peynir altı suyu proteinleri ve farklı oranlarda gliserol ilavesi ile hazırlanan yenilebilir filmlerin bazı fiziksel özellikleri üzerine bir çalışma yapılmıştır. Araştırmada PPİ ve PPK kullanılarak % 40, % 50 ve % 60 oranlarında gliserol ile hazırlanan filmlerin su buharı, O_2 ve CO_2 geçirgenlik özellikleri tespit edilmiştir. PPİ kullanılarak hazırlanan filmlerin geçirgenlik özeliği PPK kullanılarak hazırlanan filmlere oranla daha düşük bulunmuştur. 3 farklı gliserol oranında da PPİ filmlerin PPK filmlere göre, nem geçişi karşısında daha güçlü bariyer oluşturduğu ve filmler arasındaki bu farkın istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu bildirilmiştir.

Kavas and Kavas (2014) nane uçucu yağı içeren PPİ ve sorbitol kaynaklı film ile kapladıkları lor peynirlerinde 15 günlük depolama boyunca bazı fizikokimyasal özellikleri incelemiştir. Yapılan çalışmada kontrol örneğinde meydana gelen ağırlık kaybının film kaplı örnekler göre daha fazla olduğu, film kaplamanın lor peyniri örneklerinde nem kaybını önlemede iyi bir bariyer özelliği gösterdiği ve örnekler arasındaki bu farkın istatistiksel olarak önemli olduğu bildirilmiştir ($p<0.001$). Aynı çalışmada, film kaplamanın örneklerde nem geçişini engelleyerek ekonomik kayıpları azalttığını ifade ederek özellikle protein bazlı filmlerin lipitler ile birlikte kullanımının ağırlık kaybı önlemede daha etkili olduğunu vurgulamıştır.

Çalışmamızda kaşar peynirlerinde % nem kaybı değerlerinde yapılan istatistiksel değerlendirmede, K örneğinde meydana gelen % nem kaybı F ve M örneklerinde meydana gelen % nem kaybına göre istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

4.1.2 Tekstür profil analizi

Kaşar peyniri örneklerinde doku profil analizi parametrelerinden sertlik, iç yapışkanlık, dış yapışkanlık, elastiklik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerleri

ölçülmüştür. Örnekler bir sonda yardımı ile 14*15 mm boyutunda silindir şeklinde çıkarılarak, kurumayı önlemek amacıyla alüminyum folyo ile sarılmıştır. Bu değerlerin belirlenmesinde örneklerin buzdolabından ölçüm sırasına göre çıkarılmasına dikkat edilmiştir.

4.1.2.1 Sertlik

Sertlik duyusal olarak bir maddeyi dişler arasında veya dil damak arasında sıkıştırmak için gerekli olan kuvvet olarak tanımlanmaktadır. Sertlik birimi gram veya kilogram olarak verilebilmektedir (Yerlikaya, 2008).

Çalışmamızda kullanılan kaşar peyniri örneklerine ait sertlik değerleri ve 90 günlük depolama sürecinde meydana gelen değişimler **Çizelge 4.3**'de verildiği gibidir.

Çizelge 4.3. Kaşar peynirlerinin sertlik değerleri (g)

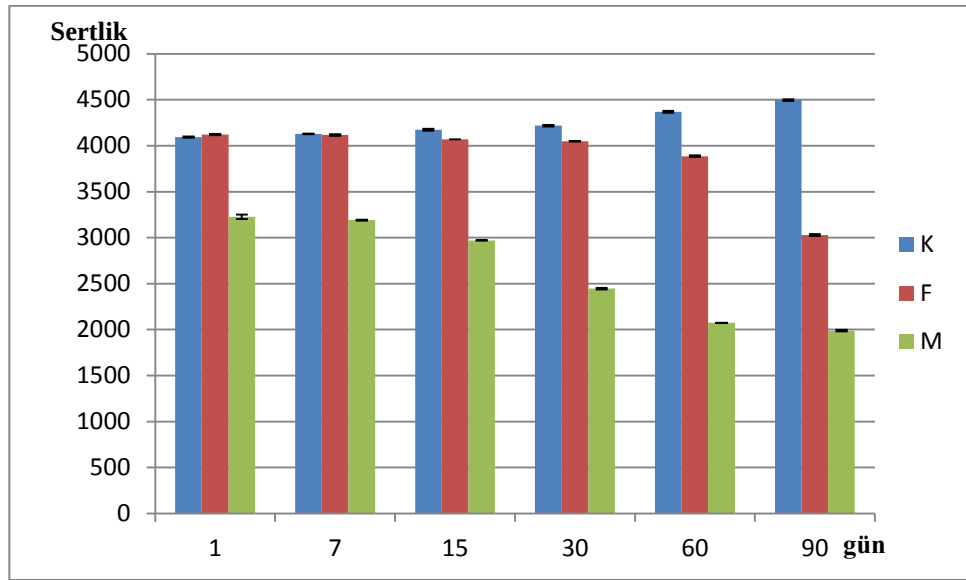
Gün/Örnek	K	F	M
1	4092,75±6,72 ^{IX}	4122,25±6,01 ^{aX}	3227,95±23,97 ^{aY}
7	4127,60±3,39 ^{eX}	4116,80±9,33 ^{aX}	3190,60±5,09 ^{bY}
15	4175,05±10,68 ^{dX}	4069,75±1,06 ^{bY}	2970,25±1,77 ^{cZ}
30	4217,50±9,19 ^{cX}	4048,60±3,68 ^{cY}	2446,00±8,49 ^{dZ}
60	4368,25±9,97 ^{bX}	3886,05±8,41 ^{dY}	2072,75±3,18 ^{eZ}
90	4496,75±9,55 ^{aX}	3028,00±11,31 ^{eY}	1988,75±8,84 ^{fZ}

^{a,b,c} Aynı sütunda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

^{x,y,z} Aynı satırda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Çizelge 4.3 incelendiğinde, K örneğinde sertlik değerlerinin depolama periyodu süresince arttığı görülmektedir. Depolamanın 1. gününde 4092,75 kg olan birinci sıkıştırma değeri 90. günde 4496,75 kg olarak tespit edilmiştir. K örneğinde meydana gelen sertlik artışının depolama boyunca yüzeyde kısmen meydana gelen kurumadan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Film kaplı örneklerde ise, K örneklerinin aksine sertlik değerlerinde azalma olduğu tespit edilmiştir. **Şekil 4.3** incelendiğinde, özellikle M örneklerinin sertlik değerindeki düşüşün F örneklerine göre daha fazla olduğu görülmektedir. F örneklerinde depolamanın 1.günü 4122,25 kg olan sertlik değeri depolama sonuna gelindiğinde 3028,00 kg olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde M örneğinde de sertlik değerinde 3227,95 kg'dan 1988,75 kg'a varan bir azalma olduğu görülmektedir. Film kaplama işleminin örnekleri nem kaybına karşı koruyarak K örneklerinde görülen yüzeyde kuruma problemine engel olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.3. Kaşar peyniri örneklerinde sertlik değişimi

Hem F hem de M örneklerinde sertlik değerlerindeki azalmanın film kaplama işlemi ile bağlantılı olduğu, nem geçişini engelleyen filmin aynı zamanda örnekte hafif bir yumuşamaya da sebep olduğu gözlenmiştir.

Yapılan bir çalışmada, Zhong vd. (2014) 3 farklı kaplama materyali (kitosan, sodyum aljinat ve soya protein izolatu) kullanılarak 4 farklı kaplama metodu (daldırma, kaplama, püskürtme ve elektrostatik püskürtme) ile Mozerella peynirlerine yenilebilir film uygulamıştır. Çalışmada, kaplanmamış peynirlerde sertlik değeri 75,88 N olarak tespit edilirken film kaplı örneklerin sertlik değerlerinin kontrol örneğine nazaran daha düşük olduğu görülmüştür. Çalışmada, depolamanın 7. ve 14. günlerinde sertlik değerlerinin önemli ölçüde artış gösterdiği bildirilmiştir ($p < 0.05$).

Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerini inceleyen bir çok çalışma yapılmasına rağmen, bu peynirlerde tekstür profil analizleri çalışmasına pek rastlanmamaktadır. Kaşar peyniri ve benzer tipte peynirlerde tekstür analizleri daha çok farklı yağ oranı içeren kaşar peyniri örneklerinde incelenmiştir.

Koca (2002) tarafından farklı yağ oranları içeren kaşar peyniri örneklerinde yapılan çalışmada, tam yağlı peynir örneğinin en düşük sertlik değerini gösterdiği, kaşar peyniri örneklerinde yağ oranı azaldıkça sertlik değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. Bu durumun yağsız peynir kitlesinde su oranı ile peynir örneklerinin sertlik değerleri arasındaki ilişkiden kaynaklandığı bildirilmiştir. Örneklerdeki yağ oranı azaldıkça, taze kaşar peyniri örneklerinin yağsız peynir kitlesinde su oranlarının azaldığı ve buna bağlı olarak sertlik değerlerinin arttığı açıklanmıştır.

Kaşar peynirlerinde sertlik değerlerinde yapılan istatistiksel değerlendirmede, 1. ve 7. günde K ve F örneklerindeki değişim M örneğine göre önemli bulunurken, depolamanın ilk haftasından sonra K, F ve M örneklerindeki değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

4.1.2.2 İç yapışkanlık

İç yapışkanlık, örneğin ikinci sıkıştırmaya gösterdiği mukavemet şeklinin, birinci sıkıştırmadaki davranışına oranı olarak tanımlanmıştır (Anon., 2002). Yenilebilir film kaplı ve kaplanmamış kaşar peyniri örneklerine ait iç yapışkanlık değerleri **Çizelge 4.4**'de verilmiştir.

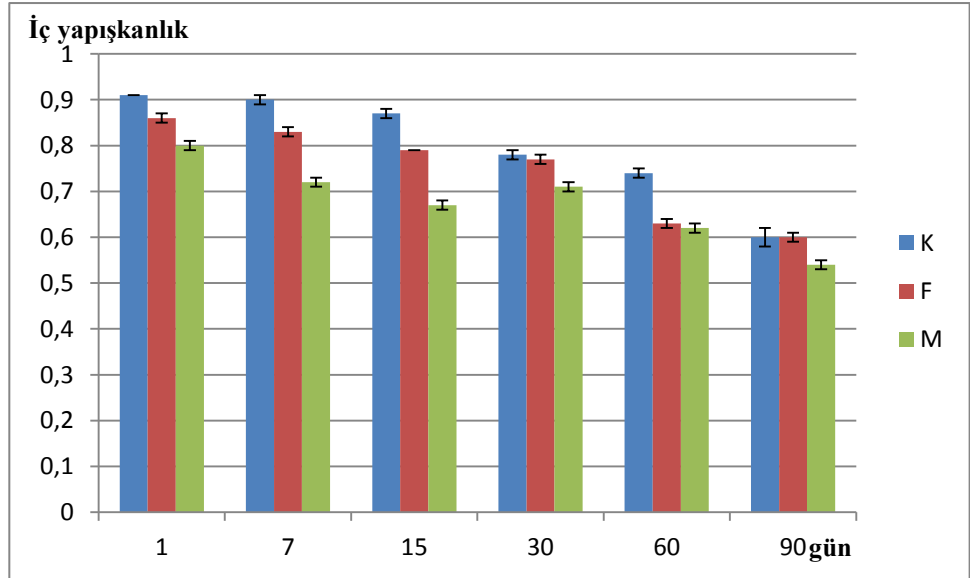
Değerler incelendiğinde 1. ve 90. günde iç yapışkanlık değerleri sırası ile K örneğinde 0,91-0,60, F örneğinde 0,86-0,60 ve M örneğinde 0,80-0,54 olarak tespit edilmiştir. Bu durum kaşar peyniri örneklerinde olgunlaşma periyodu boyunca iç yapışkanlık değerlerinin film kaplama işlemine bağlı olmaksızın depolama boyunca düştüğünü göstermektedir.

Çizelge 4.4. Kaşar peynirlerinin iç yapışkanlık değerleri

Gün/Örnek	K	F	M
1	0,91±0,00 ^{aX}	0,86±0,01 ^{aY}	0,80±0,01 ^{aZ}
7	0,90±0,01 ^{abX}	0,83±0,01 ^{bY}	0,72±0,01 ^{bZ}
15	0,87±0,01 ^{bX}	0,79±0,00 ^{cY}	0,67±0,01 ^{cZ}
30	0,78±0,01 ^{cX}	0,77±0,01 ^{dY}	0,71±0,01 ^{dZ}
60	0,74±0,01 ^{dX}	0,63±0,01 ^{eY}	0,62±0,01 ^{eY}
90	0,60±0,02 ^{eX}	0,60±0,01 ^{fX}	0,54±0,01 ^{fY}

^{a,b,c} Aynı sütunda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

^{x,y,z} Aynı satırda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

**Şekil 4.4.** Kaşar peyniri örneklerinde iç yapışkanlık değişimi

Şekil 4.4'te de görüldüğü gibi, iç yapışkanlık değerlerindeki azalma F ve M örneklerinde 0,26 birim olurken, K örneğinde bu rakam 0,31 birim olarak belirlenmiştir.

Kaşar peynirlerinde yapılan istatistiksel değerlendirmede örnekler arasındaki değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

4.1.2.3 Dış yapışkanlık

Dış yapışkanlık, birinci sıkıştırma sırasındaki negatif kuvvet alanı olarak tanımlanmıştır (Antoniou vd., 2000). Bir diğer ifade ile damağa yapışmış olan gıdanın dil ile damaktan ayrılabilmesi için gerekli olan kuvvet olarak da tanımlanmaktadır (Truong at al., 2002).

Çalışmamızda kaşar peyniri örneklerinde tespit edilen dış yapışkanlık değerleri **Çizelge 4.5** 'de verilmiştir.

Kaşar peynirlerinde yapılan tekstür profil analizi sonucunda dış yapışkanlık değerlerinin 90 günlük depolama süresince K örneklerinde azaldığı buna karşın F ve M örneklerinde ise arttığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.5. Kaşar peynirlerinin dış yapışkanlık değerleri (mj)

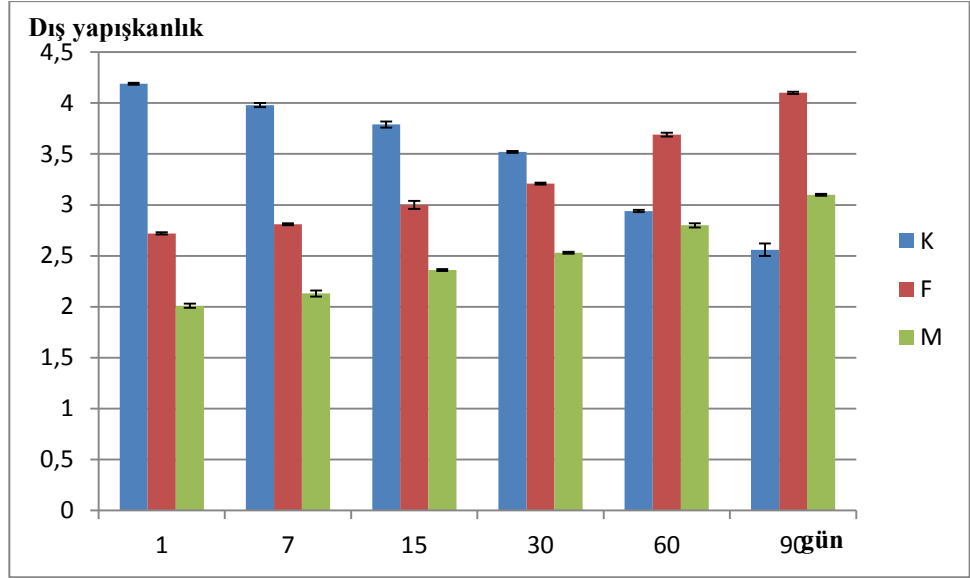
Gün/Örnek	K	F	M
1	4,19±0,01 ^{aX}	2,72±0,01 ^{tY}	2,01±0,02 ^{tZ}
7	3,98±0,02 ^{bX}	2,81±0,01 ^{eY}	2,13±0,03 ^{eZ}
15	3,79±0,03 ^{cX}	3,00±0,04 ^{dY}	2,36±0,01 ^{dZ}
30	3,52±0,01 ^{dX}	3,21±0,01 ^{cY}	2,53±0,01 ^{cZ}
60	2,94±0,01 ^{eY}	3,69±0,02 ^{bX}	2,80±0,02 ^{bZ}
90	2,56±0,06 ^{fZ}	4,10±0,01 ^{aX}	3,10±0,01 ^{aY}

^{a,b,c} Aynı sütunda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

^{x,y,z} Aynı satırda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Şekil 4.5'de görüldüğü gibi, dış yapışkanlık değeri K örneklerinde düşerken, F ve M örneklerinde artış göstermesinin film kaplama işleminden kaynaklandığı düşünülmüştür.

Film kaplama işleminde kaşar peyniri yüzeyinde oluşan tabakanın örneklerde dış yapışkanlığın artmasına sebep olduğu görülürken, F örneklerindeki artışın M örneklerindeki artışa oranla daha fazla olduğu ve bu durumun istatistiksel olarak önemli olduğu ($P < 0.05$) tespit edilmiştir.



Şekil 4.5. Kaşar peyniri örneklerinde dış yapışkanlık değişimi

Yapılan bir çalışmada, Koca (2002) % 0,5 ve % 1,0 oranında Simplesse®100 ilave edilen kaşar peyniri örneklerinde dış yapışkanlık saptanmadığını, % 1,5 ve % 2 oranında Simplesse®100 ilave edilen örneklerde ise dış yapışkanlığın arttığını bildirmiştir. Aynı çalışmada, Raftiline®HP ilaveli yağı azaltılmış taze kaşar peyniri örneklerinde dış yapışkanlık değeri Raftiline®HP ilave oranı % 6'nın üzerine çıktığında ölçülebilmektedir.

Bir başka çalışmada ise, dış yapışkanlık değerinin depolamanın ilk günlerinde ölçülemezken, muhafaza sürecinde arttığı ve bu artışın kaşar peynirinde meydana gelen proteoliz olayından kaynaklandığı bildirilmiştir (Antoniou vd., 2002).

Kaşar peynirlerinde yapılan istatistiksel değerlendirmede, hem günlere göre değişim hem de örnekler arasındaki değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. ($p < 0.05$)

4.1.2.4 Elastiklik

Elastiklik, birinci sıkıştırma sonrası örneğin eski halini alma oranı olarak ifade edilmektedir (Anon., 2002). Analitik olarak ise, cihazın birinci ve ikinci

sıkıştırma arasında geçen zaman içinde gıdanın yüksekliğindeki geri dönüşüm oranı olarak tanımlanmaktadır (Bourne, 1978).

Çizelge 4.6'da da görüldüğü gibi K, F ve M örneklerinde elastiklik değeri depolama süresince azalma göstermiştir ($p<0.05$). Bu azalma K örneklerinde 1,06 birim iken, F ve M örneklerinde sırası ile 0,87 ve 0,67 birim olmuştur.

Çizelge 4.6. Kaşar peynirlerinin elastiklik değerleri (mm)

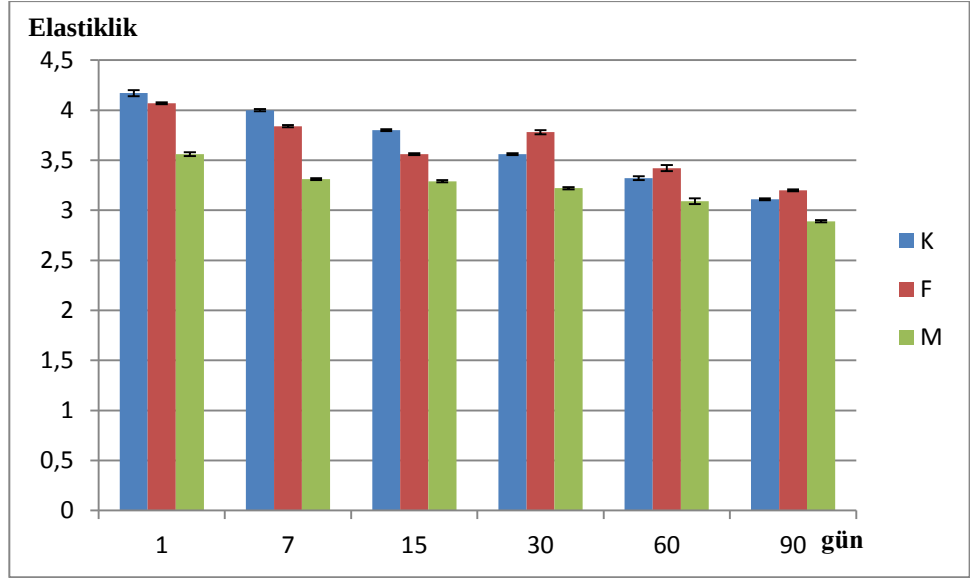
Gün/Örnek	K	F	M
1	4,17±0,03 ^{aX}	4,07±0,01 ^{aY}	3,56±0,02 ^{aZ}
7	4,00±0,01 ^{bX}	3,84±0,01 ^{bY}	3,31±0,01 ^{bZ}
15	3,80±0,01 ^{cX}	3,56±0,01 ^{dY}	3,29±0,01 ^{cZ}
30	3,56±0,01 ^{dY}	3,78±0,02 ^{cX}	3,22±0,01 ^{dZ}
60	3,32±0,02 ^{eY}	3,42±0,03 ^{eX}	3,09±0,03 ^{eZ}
90	3,11±0,01 ^{fY}	3,20±0,01 ^{fX}	2,89±0,01 ^{fZ}

^{a,b,c} Aynı sütunda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

^{x,y,z} Aynı satırda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Koca (2002) tarafından yapılan. Bazı yağ ikame maddelerinin yağı azaltılmış taze kaşar peynirinin nitelikleri üzerine etkileri isimli çalışmada peynir örneklerinde yağ oranı azaldıkça elastiklik değerinde artış olduğu ve süte ilave edilen Simplesse®100 oranı arttıkça, peynir örneklerinin elastiklik değerinde azalma olduğu bildirilmiştir. Aynı çalışmada, Dairy-Lo™ ilavesinin artmasıyla yağı azaltılmış taze kaşar peyniri örneklerinin elastiklik değerlerinde düzenli bir değişim görülmediği ve Raftiline®HP ilavesinin yağı azaltılmış taze kaşar peyniri örneklerinde elastiklik değerini düşürdüğü rapor edilmiştir.

Kaşar peyniri olgunlaşma periyodu boyunca kaplanmamış ve film kaplı peynir örnekleri arasında yapılan istatistiksel analiz sonucunda örnekler arasındaki değişim önemli bulunmuştur ($p<0.05$).



Şekil 4.6. Kaşar peyniri örneklerinde elastiklik değişimi

Günlere göre elastiklik değerinde meydana gelen değişim K, F ve M örneklerinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

4.1.2.5 Sakızımsılık

Sakızımsılık, yarı katı bir gıdayı yutulmaya hazır hale getirmek için gerekli parçalama kuvveti olarak tanımlanmıştır (Raphielides vd., 1995). Analitik olarak ise, sertlik ve iç yapışkanlığın çarpımı olarak tanımlanmaktadır (Bourne, 1978).

Denememizde kullanılan kaşar peyniri örneklerine ait sakızımsılık değerleri ve depolama sürecinde meydana gelen değişimler **Çizelge 4.7**'de verilmiştir.

Depolamanın 1. gününde K örneğinde sakızımsılık değeri 372,40 iken depolama periyodu sonunda 2675,67 olarak tespit edilmiştir. F ve M örneklerinde 1. gün sakızımsılık değerleri sırası ile 3524,50 ve 2566,14 iken depolamanın 90. gününde bu değerler 1801,28 ve 1073,99 olmuştur.

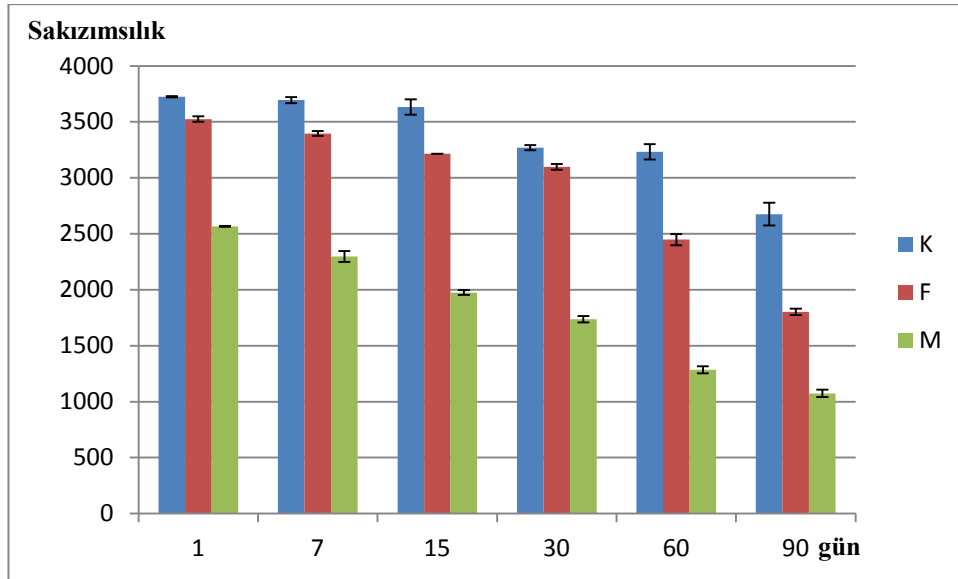
Çizelge 4.7. Kaşar peynirlerinin sakızımsılık değerleri (g)

Gün/Örnek	K	F	M
1	3724,40±6,11 ^{aX}	3524,50±24,01 ^{aY}	2566,14±3,77 ^{aZ}
7	3694,19±26,15 ^{aX}	3396,33±21,41 ^{bY}	2297,27±48,79 ^{bZ}
15	3632,37±68,63 ^{aX}	3215,10±0,84 ^{cY}	1975,22±22,18 ^{cZ}
30	3268,53±22,70 ^{bX}	3097,16±25,82 ^{dY}	1736,60±28,57 ^{dZ}
60	3232,58±69,15 ^{bX}	2448,15±49,66 ^{eY}	1285,13±31,29 ^{eZ}
90	2675,67±101,07 ^{cX}	1801,70±28,14 ^{fY}	1073,99±32,90 ^{fZ}

^{a,b,c} Aynı sütunda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

^{x,y,z} Aynı satırda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Şekil 4.7'ye bakıldığında, genel olarak tüm kaşar peyniri örneklerinde depolama boyunca bir azalma meydana geldiği görülmektedir. K örneğinde sakızımsılık değeri, sertlik değerindeki artışa rağmen iç yapışkanlık değerindeki azalış ile birlikte düşüş olarak yansımıştır.

**Şekil 4.7.** Kaşar peyniri örneklerinde sakızımsılık değişimi

F ve M örneklerinde ise, hem sertlik hem de iç yapışkanlık değerlerinde meydana gelen azalma sebebi ile sakızımsılık değerlerinin de azaldığı hatta bu azalmanın K örneklerine oranla daha fazla olduğu görülmektedir.

Koca (2002) tarafından yapılan çalışmada, farklı yağ ikame maddelerinin kaşar peynirinin nitelikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmada, peynirlere ilave edilen Simplesse®100 ve Raftiline®HP oranı arttıkça, peynir örneklerinin sakızimsılık değerlerinin azaldığı, Dairy-Lo™ oranı arttıkça sakızimsılık değerlerinin artış gösterdiği bildirilmiştir.

Kaşar peynirlerinde sakızimsılık değeri için yapılan istatistiksel değerlendirmede, hem günlere göre değişim hem de örnekler arasındaki değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

4.1.2.6 Çiğnenebilirlik

Çiğnenebilirlik, katı bir gıdanın yutulmaya hazır hale getirilmesi için gerekli çiğneme kuvveti olarak ifade edilmektedir (Raphielides vd., 1995). Aynı zamanda bu değerin analitik olarak, sakızimsılık ve elastiklik değerlerinin çarpımı ile elde edildiği ifade edilmektedir.

Çizelge 4.8. Kaşar peynirlerinin çiğnenebilirlik değerleri (mj)

Gün/Örnek	K	F	M
1	155,31±0,80 ^{aX}	143,45±1,48 ^{aY}	91,23±0,68 ^{aZ}
7	147,77±1,57 ^{bX}	130,25±0,58 ^{bY}	76,04±1,94 ^{bZ}
15	137,85±2,34 ^{cX}	114,46±0,48 ^{cY}	64,89±0,59 ^{cZ}
30	116,36±1,27 ^{dX}	116,92±0,32 ^{dX}	55,92±0,67 ^{dY}
60	107,17±2,98 ^{eX}	83,72±1,01 ^{eY}	39,71±0,60 ^{eZ}
90	83,08±2,95 ^{fX}	57,57±1,03 ^{fY}	31,04±1,10 ^{fZ}

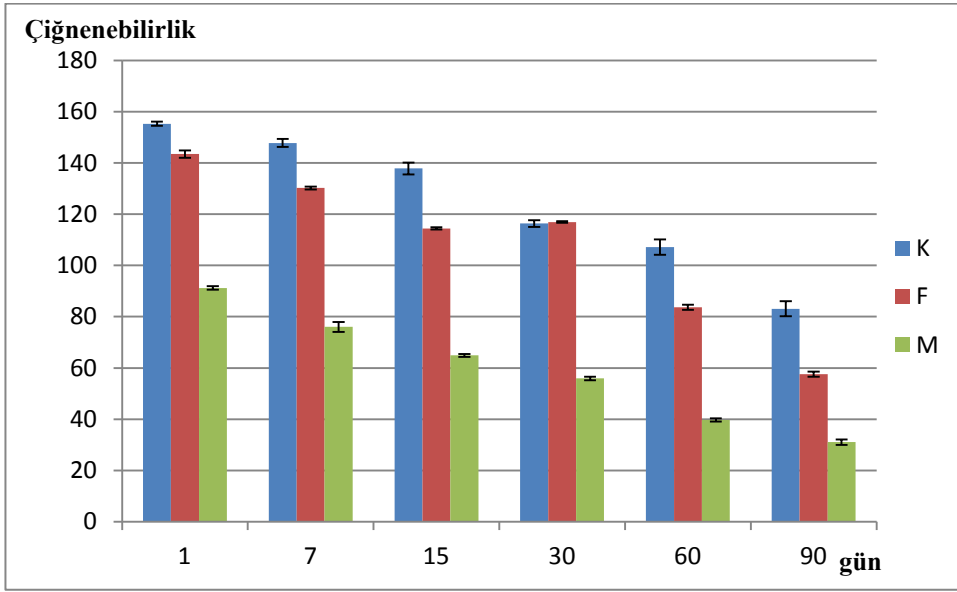
^{a,b,c} Aynı sütunda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

^{x,y,z} Aynı satırda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Çizelge 4.8'e bakıldığında depolamanın 1. gününde 155,31 olan çiğnenebilirlik değeri 90. gün 83,08'e düşmüştür. F ve M örneklerinde de muhafaza periyodu boyunca çiğnenebilirlik değerlerinin azaldığı ve bu azalmanın sırası ile 85,88 ve 60,19 birim oranında olduğu görülmektedir.

Romeih vd. (2002) tarafından yapılan çalışmada, az yağlı salamura beyaz peynirde yağ ikame maddesi kullanımının çiğnenebilirlik değerlerini azalttığı bildirilmiştir.

Kaşar peynirlerinde yaptığı çalışmada Koca (2002), kaşar peynirlerine Simplese®100 ilavesinin kullanım oranı arttıkça çiğnenebilirlik değerinde azalmaya sebep olduğunu, Dairy-Lo™ kullanım oranı arttıkça çiğnenebilirlik değerinin de arttığını bildirmiştir.



Şekil 4.8. Kaşar peyniri örneklerinde çiğnenebilirlik değişimi

Şekil 4.8 incelendiğinde 1. günden 90. güne kadar geçen depolama sürecinde tüm örneklerde çiğnenebilirlik değerinde azalma olduğu görülmektedir.

Çalışmamızda kaşar peyniri örneklerinde çiğnenebilirlik değerlerinde meydana gelen azalma istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

4.2 Kimyasal Analizler

4.2.1pH

Süt teknolojisinde ve özellikle peynir üretim aşamasında olgunlaşma basamaklarının kontrolü amacıyla pH tespiti kolaylık sağlayan bir yöntem olarak uzun zamandır kullanılmaktadır. Süt ve süt ürünlerinde aktüel asitlik olarak de bilinen pH değeri, serbest ve aktif halde bulunan H^+ iyonu ile dengede bulunan diğer bileşiklerce oluşur. Peynir teknolojisinde tüm peynirlerde fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik dengede meydana gelen değişimler pH değerindeki değişim ile açıklanabilmektedir (Yerlikaya, 2008).

Olgunlaşma başlangıcından 90. güne kadar geçen süre zarfında örneklerde ölçülen pH değeri ortalamaları ve standart sapmaları **Çizelge 4.9**'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Kaşar peynirlerinin pH değerleri ve standart sapmaları

Gün/Örnek	K	F	M
1	5,31±0,028 ^{aX}	5,24±0,042 ^{aXY}	5,20±0,028 ^{aY}
7	5,23±0,064 ^{abX}	5,16±0,049 ^{bXY}	5,01±0,057 ^{bY}
15	5,09±0,099 ^{bX}	4,97±0,064 ^{cXY}	4,87±0,035 ^{cY}
30	4,75±0,057 ^{cY}	4,79±0,042 ^{dXY}	4,80±0,049 ^{dX}
60	4,65±0,014 ^d	4,70±0,007 ^e	4,75±0,042 ^e
90	4,52±0,049 ^e	4,57±0,035 ^f	4,54±0,021 ^f

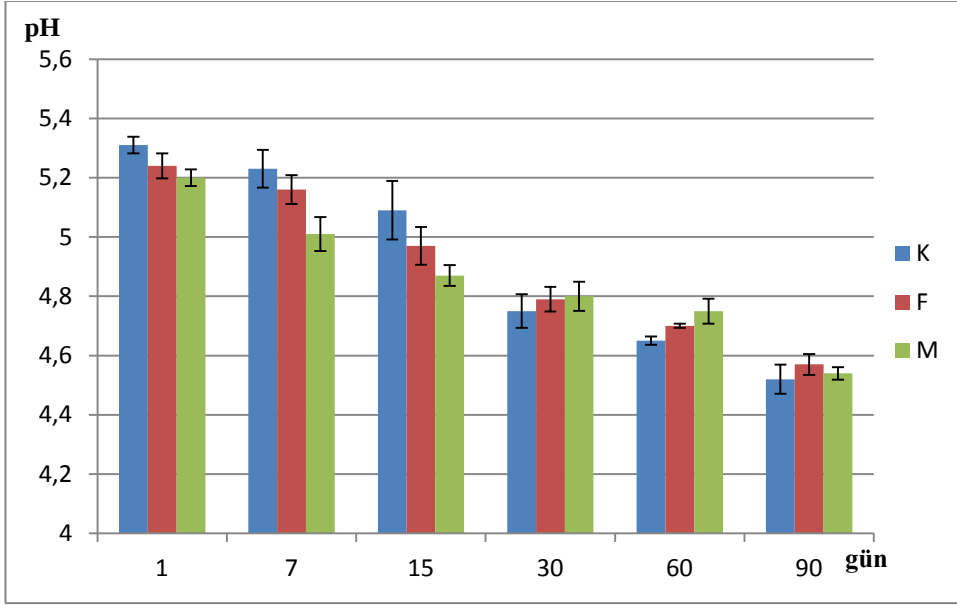
^{a,b,c} Aynı sütunda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

^{x,y,z} Aynı satırda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Depolama periyodunda K örneklerinde pH değeri 5,31 – 4,52 aralığında değişirken, F örneğinde 5,24 – 4,57 ve M örneğinde 5,20 - 4,54 olduğu görülmektedir.

Koçak (1998), Ankara piyasasında satılan kaşar peynirlerinin proteoliz düzeyi üzerine yaptığı bir araştırmada peynirlerde pH değerinin 4,91–5,87 değer aralığında olduğunu bildirmiştir.

90 günlük depolama sonunda bütün örneklerde pH değerlerinde azalma olduğu görülmektedir. Ancak **Şekil 4.9**'da da belirgin bir şekilde görüldüğü üzere K örneklerinde meydana gelen azalma, F ve M örneklerine göre daha fazla olmuştur.



Şekil 4.9. Kaşar peynirlerinde pH değişimi

Denememizde kullanılan K, F ve M örnekleri arasında yapılan istatistiksel analiz sonucunda örnekler arasındaki değişim önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

Güleç vd.(2004), kazein bazlı film ile kapladığı ve kaplanmamış kaşar peynirlerinin 90 günlük olgunlaşma periyodu boyunca pH değerlerinin 5,14 ile 5,25 arasında değiştiğini bildirmiştir.

Kavas ve Kavas (2014), nane esansiyel yağı ilaveli PPİ bazlı film ile kaplanmış lor peynirlerinde 15 günlük depolama sürecinde bazı fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler değerlendirilmiştir. Buna göre farklı oranlarda nane uçucu yağı içeren film kaplı tüm örneklerde pH değerlerinde azalma olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada film kaplama ve pH değerleri arasındaki ilişki depolama boyunca önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Denememizde film kaplı kaşar peyniri örneklerinde pH değerlerinde görülen azalmanın Kavas ve Kavas (2014) tarafından da desteklendiği görülmektedir.

Sarioğlu (2005), yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinde yapılan pH ölçümlerinde, kaşar peynirlerinde depolamanın 45. gününe kadar artış olduğu fakat 45. günden sonra azalma olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışmada, tüm örnekler bazında pH aralığı 4,30-5,37 olarak tespit edilmiştir. Sarioğlu bu durumu, peynir örneklerinin bünyesinde meydana gelen değişimler olarak tanımlamıştır. Nitekim protein sonuçları da incelenip pH değerleri ile karşılaştırıldığında protein değerlerinin de 45. güne kadar kaplanmış ve kaplanmamış her iki örnekte de artış gösterip 60. günde düştüğü görülmektedir.

Denememizde kaşar peynirlerinin bünyesinde meydana gelen bazı parçalanma ürünleri neticesinde pH değerlerinin etkilendiği ve depolama sürecinde pH değerlerinde meydana gelen değişimin bu durumdan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yapılan istatistiksel değerlendirmede 90 günlük depolama periyodu boyunca günlere göre değişim önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

4.2.2 Titrasyon asitliği

Kaşar peynirlerinde belirlenen titrasyon asitliği, peynirin nem içeriği, laktoz ve tuz miktarı, olgunlaşma sırasında faaliyet gösteren starter bakterileri ve ürünün depolama şartlarına bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir (Güler, 2000).

Yenilebilir film ile kaplanmamış ve kaplanmış kaşar peynirlerinde titrasyon asitliği ortalama ve standart sapma değerleri **Çizelge 4.10**'da verilmiştir.

90 günlük depolamada yapılan analiz sonuçları incelendiğinde, K örneklerinde titrasyon asitliği değeri 2,51 – 3,20 arasında değişim gösterirken, F örneklerinde bu değer 2,44 – 2,97 ve M örneklerinde ise 2,47 – 3,04 olmuştur.

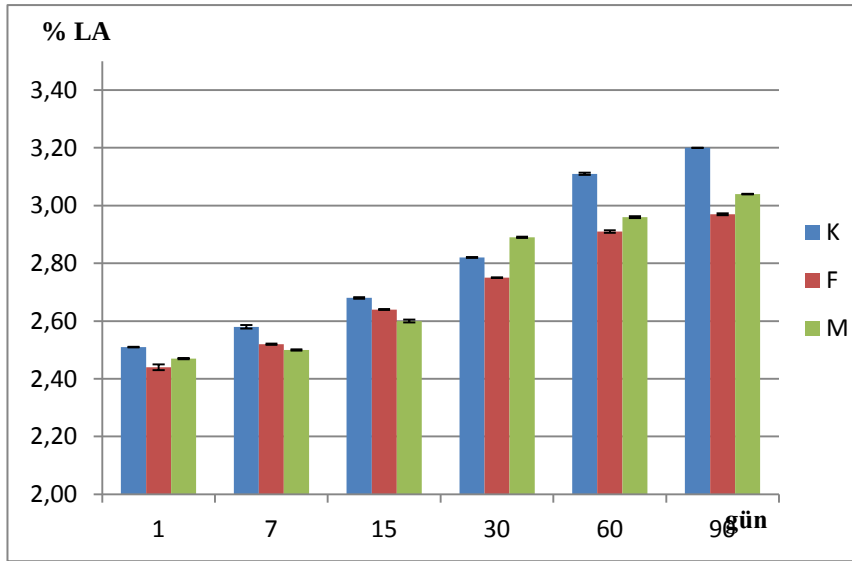
Çizelge 4.10. Kaşar peynirlerinin titrasyon asitliği değerleri (% LA) ve standart sapmaları

Gün/Örnek	K	F	M
1	2,51±0,001 ^{tX}	2,44±0,005 ^{tZ}	2,47±0,002 ^{tY}
7	2,58±0,006 ^{eX}	2,52±0,002 ^{eY}	2,50±0,002 ^{eY}
15	2,68±0,003 ^{dX}	2,64±0,002 ^{dY}	2,60±0,005 ^{dZ}
30	2,82±0,001 ^{cY}	2,75±0,001 ^{cZ}	2,89±0,002 ^{cX}
60	3,11±0,004 ^{bX}	2,91±0,004 ^{bZ}	2,96±0,003 ^{bY}
90	3,20±0,001 ^{aX}	2,97±0,003 ^{aZ}	3,04±0,001 ^{aY}

^{a,b,c} Aynı sütunda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

^{x,y,z} Aynı satırda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Şekil 4.10 incelendiğinde K örneğindeki asitlik gelişiminin F ve M örneklerine kıyasla daha fazla olduğu ve özellikle 15. günden sonra artış yönünde ivme kazandığı görülmektedir.

**Şekil 4.10.** Kaşar peynirlerinde titrasyon asitliği değışimi

M örneklerinde asitlik gelişiminin depolama süresince artış gösterdiği ve bu artışın F örneklerine oranla daha fazla olduğu görülmektedir. Bu durum, mersin uçucu yağının film kaplamada kullanımının M örneklerinde asitlik gelişimini desteklediği, buna karşın mersin uçucu yağı içermeyen F örneklerinde ise asitlik gelişiminin M örneklerine nazaran daha az düzeyde geliştiğini ortaya koymuştur.

Sarioğlu (2005) tarafından, sorbitol içeren sodyum kazeinat bazlı yenilebilir filmle kaplı kaşar peynirlerinin iki tekerrürde titrasyon asitliği değerleri kaplanmamış kaşarlarda 108-139 SH aralığında iken, kaplanmış kaşarlarda bu değer 110,25-138,75 arasında bulunmuştur. Çalışmada, titrasyon asitlikleri incelendiğinde 60. güne kadar filmle kaplanmış peynirlerin asitlik gelişimi kaplanmamış olanlara oranla daha fazla olduğu, 60. günden sonra ise filmle kaplanmamış peynirlerin asitliklerinin öne geçtiği bildirilmiştir.

Kavas ve Kavas (2014) tarafından lor peynirlerine uygulanan film kaplama işleminin peynirlerde asitlik gelişimi üzerine etkili olduğu ifade edilmiştir. Film yapımında kullanılan nane uçucu yağ oranı arttıkça asitlik gelişiminde de artış görüldüğü ve bu artışın istatistiksel olarak önemli bulunduğu bildirilmiştir ($p<0.01$).

Çalışmamızda ise, kaşar peynirlerinde yapılan istatistiksel değerlendirmede hem günlere göre değişim hem de örnekler arasındaki değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

4.2.3 Kuru madde

Kaşar peynirinde kuru madde oranı bileşimde bulunan yağ, protein, laktoz, tuz ve mineral maddelerce belirlenmektedir. Kaşar peyniri örneklerinde 90 günlük olgunlaşma süresince saptanan kuru madde değerleri ve standart sapmaları **Çizelge 4.11**'de verilmiştir.

Çalışmamızda kullanılan yenilebilir film kaplı ve kaplanmamış tüm kaşar peyniri örneklerinde kuru madde değerlerinin % 59,91 – 69,57 aralığında değiştiği görülmektedir.

Çizelge 4.11.Kaşar peynirlerinde kuru madde değerleri (%) ve standart sapmaları

Gün/Örnek	K	F	M
1	61,97±0,177 ^{tX}	60,78±0,120 ^{eY}	59,91±0,148 ^{fZ}
7	62,58±0,134 ^{eX}	61,17±0,106 ^{dY}	60,32±0,057 ^{eZ}
15	64,00±0,057 ^{dX}	61,31±0,078 ^{dY}	61,64±0,092 ^{dY}
30	65,24±0,085 ^{cX}	62,87±0,092 ^{cY}	63,16±0,120 ^{cY}
60	66,55±0,078 ^{bX}	64,06±0,113 ^{bY}	65,69±0,255 ^{bX}
90	69,57±0,085 ^{aX}	66,79±0,049 ^{aY}	67,35±0,163 ^{aZ}

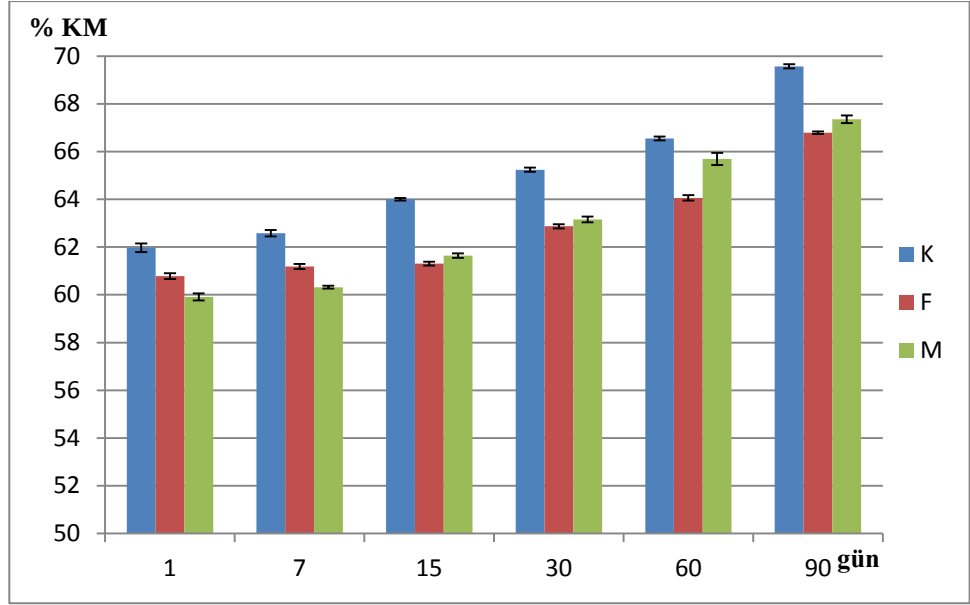
^{a,b,c} Aynı sütunda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

^{x,y,z} Aynı satırda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

08.02.2015 tarihinde yürürlüğe giren peynir tebliğinde (Ek 4) belirtildiği üzere, taze kaşar peynirinde nem oranı en çok % 45 olmalıdır. Çalışmamızda kullanılan kaşar peynirlerinin % kuru madde değerlerinin peynir tebliğine uygun olduğu görülmektedir.

Şekil 4.11'de K, F ve M örneklerine ait kuru madde değerlerinin depolama süresince değişimi incelenebilmektedir. Kuru madde değerleri dikkate alındığında K örneklerinde görülen artışın F ve M örneklerinde meydana gelen artışa göre daha fazla olduğu görülmektedir. Bu durum, film kaplama işleminin nem kaybını önemli oranda engellediğini göstermektedir. Nitekim, yapılan istatistiksel değerlendirmede örnekler arasındaki değişim de istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

Kaşar peynirlerinde kuru madde değerlerinin tespit edildiği bazı çalışmalarda, Topal (1987) kaşar peynirlerinde kuru madde değerlerini % 53,34-66,67 aralığında bulurken, Koçak (1998) kaşar peynirlerinde kuru madde aralığını % 49,16–62,29 olarak bildirmiştir.



Şekil 4.11. Kaşar peynirlerinde kuru madde değişimi

Koca ve Metin (2004) bazı yağ ikame maddeleri ilave edilmiş az yağlı taze kaşar peynirlerinde bazı özellikleri incelemiştir. Bazı yağ ikame maddeleri kullanılarak üretilen kaşar peynirlerinin tekstürel ve duyuşal özelliklerinin belirlendiği çalışmada, kaşar peynirlerinde kuru madde değerleri ortalama % 53 olarak verilmiştir.

Güleç vd. (2004) yaptığı çalışmada, kazein ile kapladıkları kaşar peynirlerinin 90 günlük olgunlaşma süresince kuru madde değerlerinin % 55,9–63,3 arasında değiştiğini bildirmiştir.

Sarıoğlu (2005), yenilebilir film uyguladığı kaşar peynirlerinde yapılan analizlerde film kaplanmış kaşarların en düşük ve en yüksek kuru madde değerlerinin % 59,95–78,94 ve film kaplanmamış kaşarların en düşük ve en yüksek kuru madde değerlerinin % 59,89–78,42 arasında olduğunu bildirmiştir. Çalışmada kuru madde değerlerindeki değişimin istatistiksel olarak önemli bulunduğu ifade edilmiştir ($p < 0.05$).

K, F ve M örnekleri arasında kuru madde değerlerindeki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmasının yanında, kaşar peyniri örneklerinin

günlere göre kuru maddede meydana gelen değişimi de önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

4.2.4 Yağ

Sütte olduğu gibi peynir çeşitlerinde ve özellikle kaşar peynirinde de yağ miktarı yapıyı, lezzeti, kokuyu ve besin değerini en çok etkileyen bileşendir. Peynirlerde yağ oranı arttıkça lezzetin de arttığı bilinmektedir.

Çalışmamızda K, F ve M örneklerine ait yağ değerleri depolama periyodu boyunca belirlenen günlerde analiz edilmiştir. Depolama periyodunda yağ değerinde değişim oranı az olmakla birlikte, K ve F örneklerinin yağ değerlerinin ortalama % 26, M örneğinin ise % 26,5 civarında olduğu tespit edilmiştir.

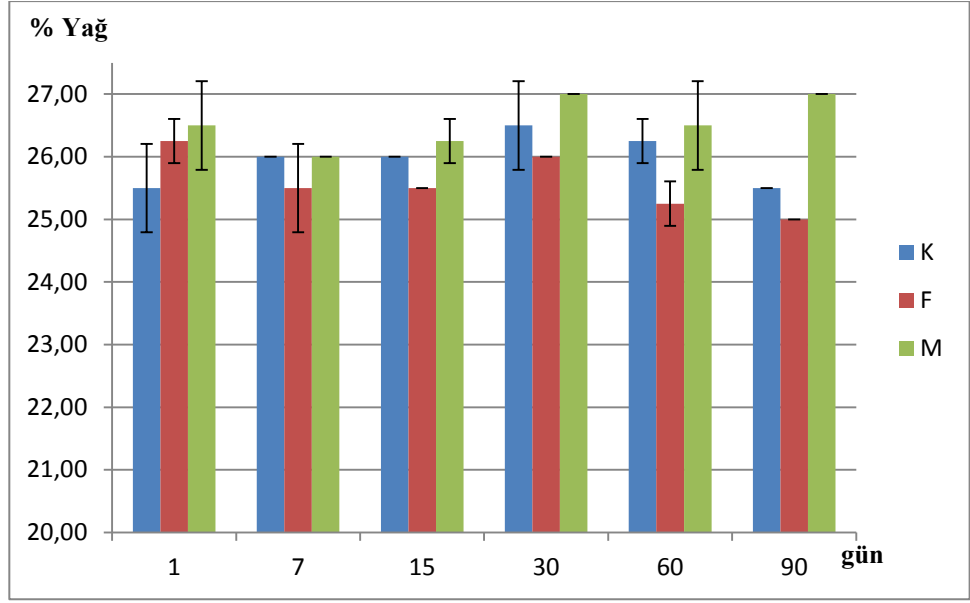
Çizelge 4.12. Kaşar peynirlerinin % yağ değerleri ve standart sapmaları

Gün/Örnek	K	F	M
1	25,50±0,707	26,25±0,354 ^a	26,50±0,707
7	26,00±0,000	25,50±0,707 ^{ab}	26,00±0,000
15	26,00±0,000	25,50±0,000 ^{ab}	26,25±0,354
30	26,50±0,707	26,00±0,000 ^{ab}	27,00±0,000
60	26,25±0,354	25,25±0,354 ^{ab}	26,50±0,707
90	25,50±0,000	25,00±0,000 ^b	27,00±0,000

^{a,b,c} Aynı sütunda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

^{x,y,z} Aynı satırda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Sarıkuş (2006) tarafından farklı antimikrobiyal maddelerin mikrobiyal inaktivasyonunun incelendiği çalışmada kullanılan kaşar peynirlerinin yağ değerleri 3 farklı örnek grubunda ortalama % 27 olarak verilmiştir.



Şekil 4.12. Kaşar peynirlerinde % yağ değişimi

Denememizde kullanılan kaşar peynirlerinin kuru maddede yağ değerleri ve standart sapmaları ise, Çizelge 4.13’de verilmektedir. Bulunan kuru maddede yağ değerleri benzer çalışmalarla yakın sonuçları işaret etmektedir.

Çizelge 4.13. Kaşar peynirlerinin KM’de yağ değerleri ve standart sapmaları

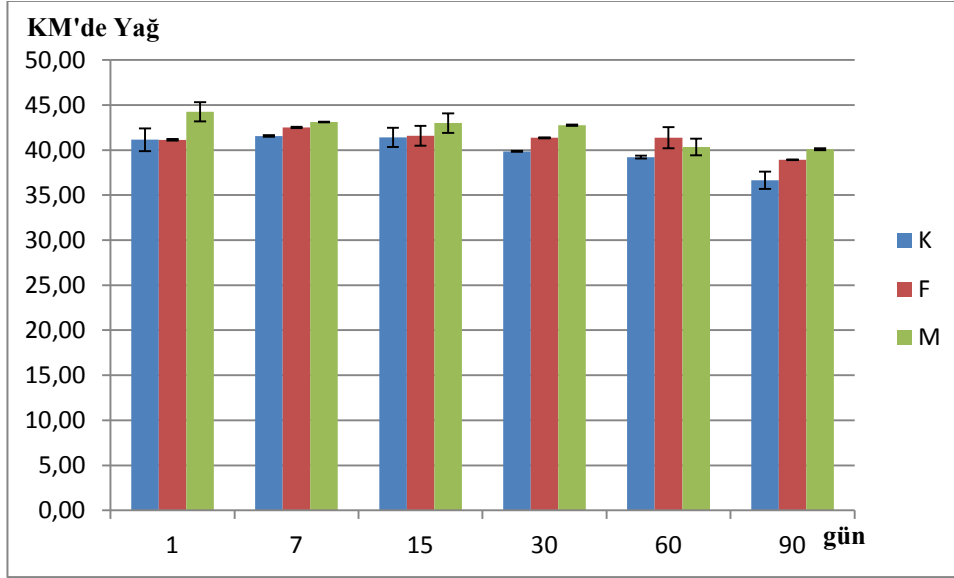
Gün/Örnek	K	F	M
1	41,15±1,259 ^a	41,14±0,081 ^a	44,24±1,071 ^a
7	41,55±0,089 ^b	42,51±0,074 ^b	43,10±0,040 ^{ab}
15	41,41±1,068 ^b	41,59±1,101 ^c	42,99±1,083 ^{bc}
30	39,85±0,052 ^c	41,36±0,060 ^d	42,75±0,081 ^{cd}
60	39,22±0,167 ^c	41,37±1,177 ^{de}	40,34±0,920 ^d
90	36,65±0,972 ^c	38,93±0,029 ^e	40,09±0,097 ^d

^{a,b,c} Aynı sütunda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

^{x,y,z} Aynı satırda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Güleç vd. (2004) kazein bazlı yenilebilir filmle kapladığı kaşarlarda kuru maddede yağ oranlarını % 26,9–30,4 ve kaplanmayan kaşarlarda % 26,9–31,3 arasında bildirmiştir.

Sarıoğlu (2005), ‘‘Yenilebilir Filmlerin Kaşar Peynirinin Kaplanması Kullanılma Olanakları ve Peynir Kalitesi Üzerine Etkileri’’ isimli tez çalışmasında kuru maddede yağ değerlerini film kaplı kaşar peynirlerinde % 31,37–43,25 film kaplanmamış kaşar peynirlerinde %30,5–42,25 olarak bildirmiştir.



Şekil 4.13. Kaşar peynirlerinin KM’de yağ değişimi

Denememizde kaşar peyniri örneklerinde 90 günlük muhafaza periyodu boyunca kuru maddede yağ değerleri arasındaki ilişki istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

4.2.5 % Tuz

Tuz direkt olarak peynir lezzetini etkilemesi, enzim aktivitesine olan etkisi, starter kültürlerin gelişimini kontrol altına alması gibi birçok etkiye sahiptir. Genel olarak tüm peynirler renk, görünüş ve yapılarının düzeltilmesi ve raf ömrü artırma amacı ile tuzlanabilmektedir (Akbulut ve ark., 1996). Peynirde tuz içeriğinin değişmesi söz konusu kriterlerde artış ve azalışlara neden olabilmektedir.

Çalışmamızda analiz edilen kaplanmış ve kaplanmamış K, F ve M örnekleri için % tuz değerleri ve standart sapmaları Çizelge 4.14’de verilmiştir.

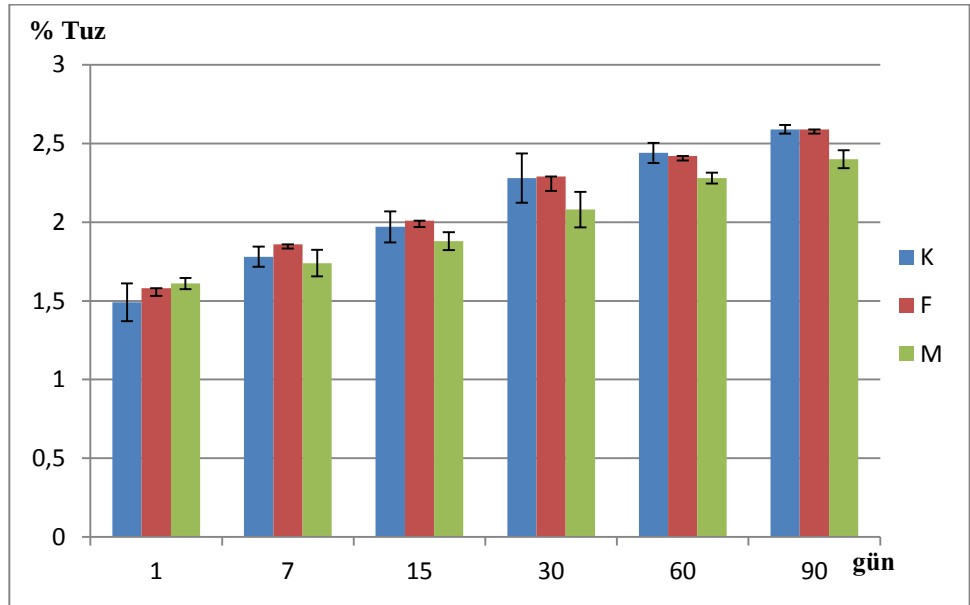
Çizelge 4.14. Kaşar peynirlerinin % tuz değerleri ve standart sapmaları

Gün/Örnek	K	F	M
1	1,49±0,120 ^d	1,58±0,049 ^f	1,61±0,035 ^d
7	1,78±0,064 ^c	1,86±0,028 ^e	1,74±0,085 ^{cd}
15	1,97±0,099 ^c	2,01±0,042 ^d	1,88±0,057 ^c
30	2,28±0,156 ^b	2,29±0,092 ^c	2,08±0,113 ^b
60	2,44±0,064 ^{abX}	2,42±0,028 ^{bX}	2,28±0,035 ^{aY}
90	2,59±0,028 ^{aX}	2,59±0,028 ^{aX}	2,40±0,057 ^{aY}

^{a,b,c} Aynı sütunda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

^{x,y,z} Aynı satırda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Yenilebilir film kaplı ve kaplanmamış kaşar peyniri örneklerinde % tuz değerleri, kaplanmamış kaşarlarda % 1,49-2,59, kaplanmış kaşarlarda ise % 1,58-2,59 arasında değişim göstermiştir. Çalışmamızda kullanılan tüm kaşar peyniri örneklerinde % tuz içeriğinin 90 günlük depolama periyodu boyunca artış gösterdiği görülmektedir (Şekil 4.14).

**Şekil 4.14.** Kaşar peynirlerinde % tuz değişimi

% tuz miktarındaki artışın 30. güne kadar nem kaybından dolayı hızla ilerlediği, depolamanın 30. gününden sonra artışın daha düşük oranlarda gerçekleştiği görülmektedir.

Güleç (2004) tarafından kazein film ile kaplanmış ve kaplanmamış kaşar peynirlerinde % tuz oranlarını sırası ile % 1,54–2,54 ve % 1,54–2,43 bulunmuştur.

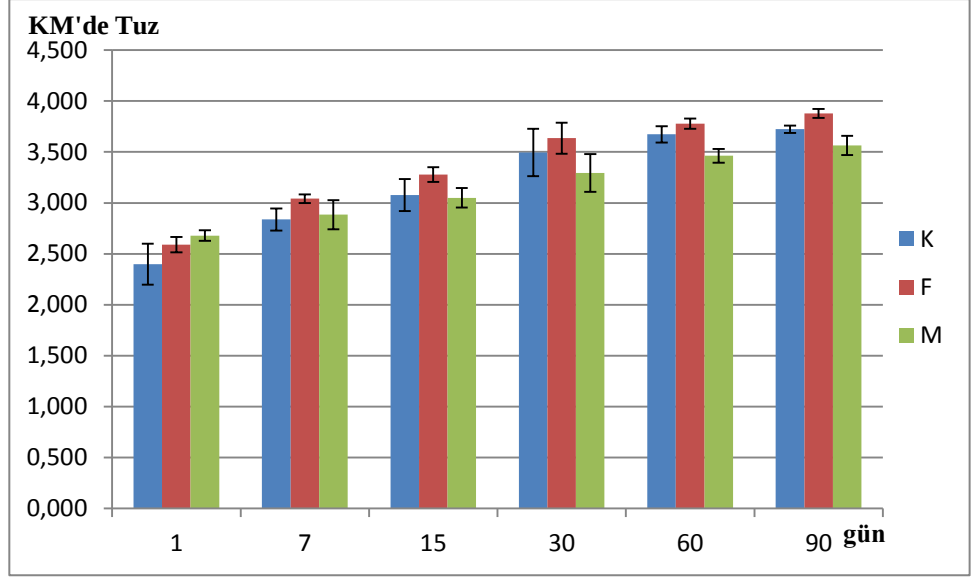
Çizelge 4.15. Kaşar peynirlerinin KM’de % tuz değerleri ve standart sapmaları

Gün/Örnek	K	F	M
1	2,39±0,201 ^c	2,59±0,076 ^e	2,67±0,052 ^d
7	2,83±0,108 ^b	3,04±0,041 ^d	2,88±0,143 ^{cd}
15	3,07±0,157 ^b	3,27±0,073 ^c	3,05±0,096 ^{bc}
30	3,49±0,234 ^a	3,63±0,152 ^b	3,29±0,185 ^{ab}
60	3,67±0,080 ^{aX}	3,77±0,051 ^{abX}	3,46±0,067 ^{aY}
90	3,72±0,036 ^{aXY}	3,87±0,045 ^{aX}	3,56±0,093 ^{aY}

^{a,b,c} Aynı sütunda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

^{x,y,z} Aynı satırda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Şekil 4.14 ve **Şekil 4.15**’te görüldüğü gibi tuz miktarları olgunlaşma, su kaybı ve kabuk sertleşmesi ile orantılı olarak artış göstermektedir. Filmle kaplanmış kaşarların 1. gün ve 90. gün arasındaki ortalama kuru maddede tuz miktarı % 2,59-3,87 arasında değişirken, kaplanmamış kaşarların kuru maddede tuz miktarının % 2,39-3,72 arasında değişim gösterdiği görülmektedir.



Şekil 4.15. Kaşar peynirlerinde KM'de % tuz değişimi

Topal (1987) kaşar peyniri olgunlaşma evresinde gelişen yüzey küfleri ve mikotoksin riskleri adlı çalışmasında % tuz oranlarını % 3,17–4,57 olarak bildirmiştir.

Kaşar peynirine benzer bir peynir olan Cheddar peynirlerinde Fenelon at al. (2000) tarafından yapılan çalışmada ise, peynirlerin bazı duysal özellikleri ve kompozisyonu incelenmiştir. Peynirlerde % tuz oranları % 2,41–3,99 olarak rapor edilmiştir.

Güleç (2004) tarafından yapılan çalışmada, kazein ile kaplanmış ve kaplanmamış kaşarların en düşük ve en yüksek % tuz oranları sırası ile % 1,54–2,54 ve % 1,54–2,43 olarak bildirilmiştir.

Sarioğlu (2005) kaşar peynirlerinde tuz miktarının peynirlerin yapısını, tadını, rutubet miktarını ve pH değerini etkilediğini belirtmiş ve tuz miktarının ürün bünyesindeki mikroorganizmaları denetim altında tutarak olgunlaşmada etkin rol oynadığını bildirmiştir. Yapılan çalışmada, filmle kaplanmış kaşarların 1.gün ve 90. gün arasındaki ortalama kuru maddede tuz miktarları % 2,537–3,853 arasında değişirken, kaplanmamış kaşarların kuru maddede tuz miktarı % 2,344–3,751 arasında bulunmuştur.

% tuz değerleri ise kaplanmışlarda % 1,521-3,042, kaplanmamış peynirlerde ise % 1,404-2,866 değerleri arasında değişmiştir. Sarıoğlu bu çalışmada, % tuz miktarlarındaki artışı 15. güne kadar aşırı su kaybına bağlarken, 15. günden sonra su kaybının yavaş yavaş ilerlediğini bildirmiştir. Özellikle 30. günden sonra kaplanmamış kaşarlardaki nem kaybı kaplanmış olanlara oranla daha fazla olduğu için bu kaybın kaplanmamış kaşarlardaki tuz miktarının kaplanmış kaşarlara göre daha fazla olmasına sebep olduğunu vurgulamıştır.

Kaşar peynirlerinde yapılan istatistiksel değerlendirmede hem günlere göre değişim hem de örnekler arasındaki değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

4.2.6 % N ve Protein

Toplam % N miktarı, peynir teknolojisinde hem protein miktarını belirlemede hem de meydana gelen proteoliz düzeyinin tespitinde önemli bir parametredir. Araştırmamızda kaşar peyniri örneklerinde depolama süresince elde edilen toplam azot miktarları 6,38 azot faktörü ile çarpılarak örneklerin % protein değerleri elde edilmiştir.

Çalışmamızda, K, F ve M örneklerinde % N değerleri ve standart sapmaları Çizelge 4.16’de görülmektedir.

Çizelge 4.16. Kaşar peynirlerinin % N değerleri ve standart sapmaları

Gün/Örnek	K	F	M
1	4,25±0,016 ^{fY}	4,65±0,012 ^{IX}	4,60±0,024 ^{IX}
7	4,38±0,023 ^{eY}	4,71±0,021 ^{eX}	4,66±0,013 ^{eX}
15	4,52±0,017 ^{dY}	4,78±0,035 ^{dX}	4,71±0,010 ^{dX}
30	4,87±0,004 ^{cX}	4,87±0,018 ^{cX}	4,80±0,009 ^{cY}
60	4,94±0,014 ^b	4,93±0,010 ^b	4,96±0,043 ^b
90	5,11±0,002 ^a	5,13±0,012 ^a	5,12±0,016 ^a

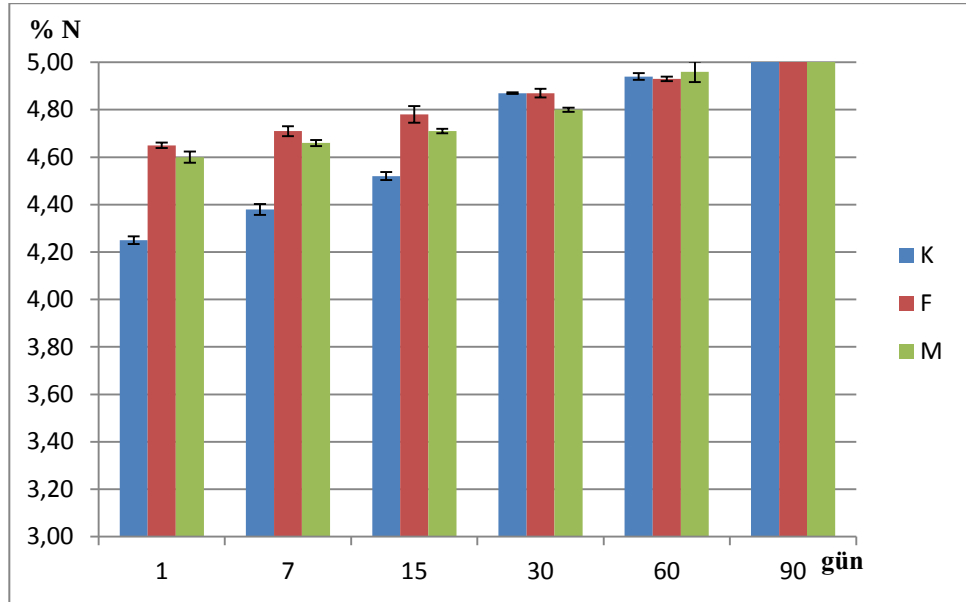
^{a,b,c} Aynı sütunda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

^{x,y,z} Aynı satırda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Çizelge 4.16'da görüldüğü gibi, K örneklerinde % N miktarı 4,25 – 5,11 arasında değişirken, % N miktarı F örneklerinde 4,65 – 5,13 ve M örneklerinde 4,60 – 5,12 aralığında bulunmuştur.

Depolama boyunca her üç örnekte de % N miktarında artış olduğu fakat bu artışın K örneklerinde F ve M örneklerine oranla daha belirgin olduğu görülmektedir (**Şekil 4.16**).

Kaşar peyniri örneklerinde elde edilen % N değerleri depolamanın 1. 7. 15. ve 30. günlerinde istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunurken, 60. ve 90. günlerde elde edilen % N değerleri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).



Şekil 4.16. Kaşar peynirlerinde % N değişimi

K, F ve M örneklerinin her biri için, % N değerlerinde günlere göre meydana gelen değişim ise, yapılan istatistiksel değerlendirmede önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Çizelge 4.17 incelendiğinde yenilebilir filmle kaplanmamış kaşarların en düşük ve en yüksek protein değerlerinin % 27,09-32,6 aralığında olduğu

görülmektedir. Yenilebilir film ile kaplanmış kaşar örneklerinde ise bu değerlerin % 29,37–32,75 olarak değiştiği görülmektedir.

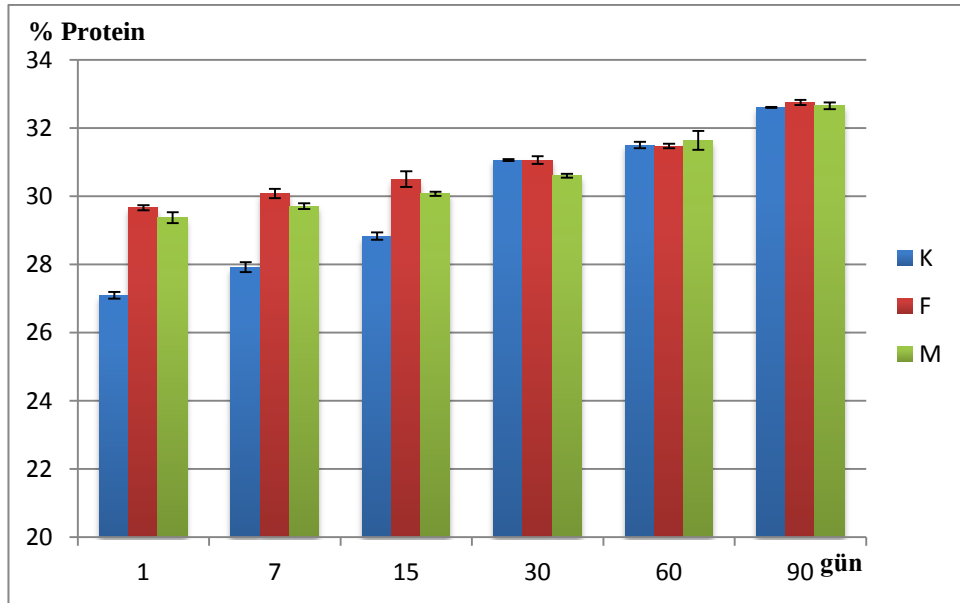
Çizelge 4.17. Kaşar peynirlerinin % protein değerleri ve standart sapmaları

Gün/Örnek	K	F	M
1	27,09±0,099 ^{tY}	29,66±0,078 ^{tX}	29,37±0,156 ^{eX}
7	27,92±0,148 ^{eY}	30,08±0,134 ^{eX}	29,71±0,085 ^{eX}
15	28,83±0,106 ^{dY}	30,50±0,226 ^{dX}	30,07±0,064 ^{dX}
30	31,06±0,028 ^{cY}	31,06±0,113 ^{cX}	30,60±0,057 ^{cX}
60	31,50±0,092 ^b	31,47±0,064 ^b	31,64±0,276 ^b
90	32,60±0,014 ^a	32,75±0,078 ^a	32,65±0,099 ^a

^{a,b,c} Aynı sütunda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

^{x,y,z} Aynı satırda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Kaşar peynirlerinde yapılan istatistiksel değerlendirmede K örneğindeki değişim, F ve M örneklerindeki değişime göre istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).



Şekil 4.17. Kaşar peynirlerinin % protein değişimi

Koçak (1998), Ankara piyasasında satılan kaşar peynirlerinin proteoliz düzeyi üzerinde bir araştırma adlı çalışmada, piyasada satılan kaşarlarda protein miktarını % 22,77–32,23 olarak tespit etmiştir.

Kazein film ile kaplamanın uygulandığı çalışmada, Güleç (2004) kaplanmış kaşarlarda en küçük ve en büyük protein değerlerini % 24,5–31,36 ve kaplanmamış kaşarlarda % 24,5–31,28 olarak rapor etmiştir.

90 günlük depolama periyodu boyunca kaşar peynirlerinde elde edilen % protein değerlerindeki değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

4.3 Mikrobiyolojik Analizler

4.3.1 *Staphylococcus aureus* sayımı

Gıda mikrobiyolojisi yönünden *Staphylococcus* cinsi içindeki en önemli patojen tür *S. aureus*' dur. Termonukleaz, katalaz, hemoliz ve koagülaz aktivitesine sahip olan *S. aureus* suşlarının yaklaşık % 50-70' i enterotoksin sentezleyebilmektedir. Süperantijenik yapıdaki *S. aureus* enterotoksinlerinin gelişmiş ülkelerdeki gıda zehirlenmelerinin başlıca nedenlerinden biri olduğu bilinmektedir (Granum, 2005 ve Erol, 2007).

90 günlük depolama periyodu boyunca K örneklerinde *S. aureus* sayısında artış görüldüğü, F ve M örneklerinde ise kontaminasyon düzeyinde hızlı bir azalama görüldüğü tespit edilmiştir. Ayrıca, depolama günlerinde elde edilen sayım sonuçları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Çizelge 4.18. Muhafaza periyodu boyunca kaşar peyniri örneklerinde *S. aureus* düzeyi

Örnek	K	F	M
Kontaminasyon			
düzeyi (log kob/ml)	6,23		
1	6,58±0,01 ^{IX}	6,19±0,03 ^{aY}	6,17±0,00 ^{aZ}
7	7,04±0,04 ^{eX}	6,29±0,02 ^{bY}	6,03±0,02 ^{bZ}
15	7,20±0,01 ^{dX}	5,20±0,01 ^{bY}	5,48±0,01 ^{cZ}
30	7,37±0,03 ^{cX}	5,18±0,05 ^{bY}	5,25±0,03 ^{dZ}
60	7,47±0,02 ^{bX}	5,13±0,01 ^{cY}	4,28±0,03 ^{eZ}
90	7,50±0,01 ^{aX}	4,03±0,03 ^{dY}	3,33±0,00 ^{fZ}

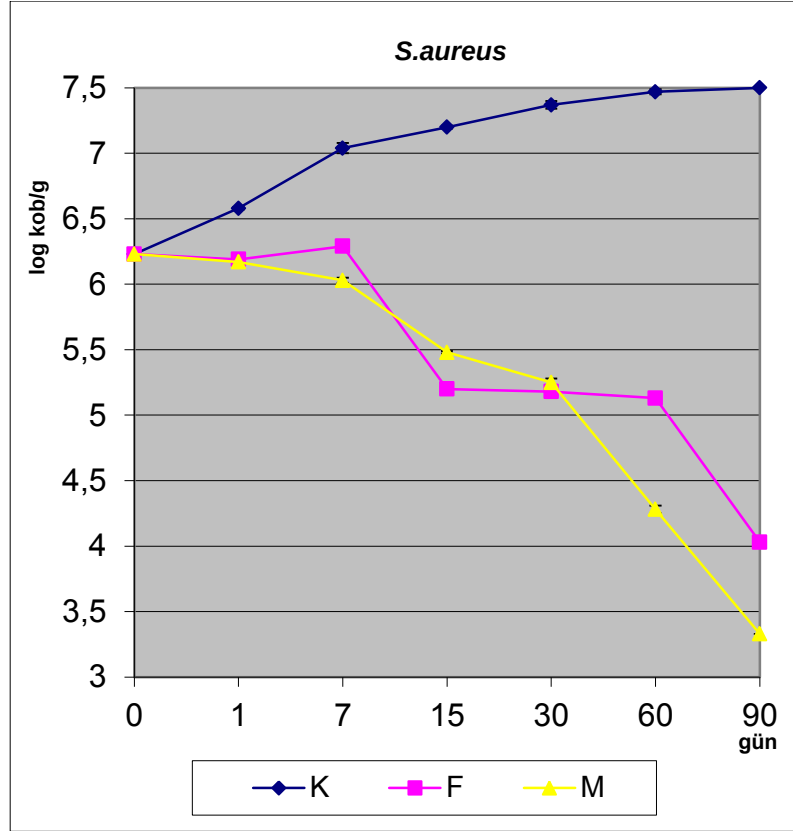
* Ortalama ± standart sapma (n=2). log kob/g

^{a,b,c} Aynı sütunda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

^{x,y,z} Aynı satırda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Kontrol grubu olarak, yenilebilir filmler ile kaplanmamış kaşar peyniri örneklerinde *S. aureus* sayısının 90 günlük muhafaza periyodu sonunda 6,23 log kob/g' dan 7,50 log kob/g' a yükseldiği görülmüştür. K örneklerindeki artışa karşın, film kaplı F ve M örneklerinde 90. gün sonunda antimikrobiyal etkiye dayalı olarak başlangıç kontaminasyon düzeyinde azalma olduğu gözlenmiştir. Söz konusu azalma F örneklerinde 6,23 log kob/g' dan 4,03 log kob/g' a, M örneklerinde ise 6,23 log kob/g' dan 3,33 log kob/g' a kadar ilerlemiştir.

Depolamanın 1. 7. 15. 30. 60 ve 90. günlerinde yapılan sayım sonuçlarına göre film solüsyonuna % 2 oranında mersin uçucu yağı ilavesinin *S. aureus*' a karşı antimikrobiyal etkiyi önemli düzeyde arttırdığı ($P < 0.05$) tespit edilmiştir.



Şekil 4.18. Kaşar peynirlerinde *S. aureus* sayısındaki değişim

Şekil 4.18'e göre, özellikle mersin uçucu yağı içeren film kaplı örneklerde 30. günden itibaren hızlı bir azalma olduğu görülmektedir. Bu durumun uçucu yağın depolama boyunca kaşar peynirlerine zaman içerisinde nüfuz edişi ile bağlantılı olduğu düşünülmektedir.

K, F ve M örneklerinde depolama boyunca yapılan mikrobiyolojik sayım sonuçlarına göre, her üç örnekte de meydana gelen değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

4.3.2 *Escherichia coli* O157:H7 sayımı

Patojenik *E. coli* gruplarından biri olan *E. coli* O157:H7 serotipinin optimum üreme sıcaklığı 37°C olmakla beraber 8-46°C aralığında üreyebildiği ve oldukça düşük pH 3,00-6,00 değerlerinde canlılığını sürdürebildiği bilinmektedir. İnsanlar üzerinde minimal enfeksiyon dozunun oldukça düşük olması ve asit adaptasyon yeteneğinin oldukça yüksek olması nedeni ile gıda kaynaklı bir

patojen olan *E. coli* O157:H7' nin önemi birçok araştırmada vurgulanmıştır (Erol 2007, Şimşek at al. 2007).

K, F ve M örneklerinin *E. coli* O157:H7 başlangıç kontaminasyon düzeyleri ve depolama boyunca meydana gelen değişimler standart sapma değerleri ile birlikte **Çizelge 4.19**'de verilmiştir.

Çizelge 4.19. Muhafaza periyodu boyunca kaşar peyniri örneklerinde *E. coli* O157:H7 düzeyi

Örnek	K	F	M
Kontaminasyon			
düzei (log kob/ml)	6,09		
1	6,31±0,03 ^f	6,31±0,01 ^a	6,27±0,02 ^a
7	6,46±0,03 ^{eX}	5,53±0,03 ^{bY}	6,02±0,02 ^{bZ}
15	7,25±0,05 ^{dX}	5,48±0,02 ^{cY}	5,46±0,02 ^{cZ}
30	7,37±0,02 ^{cX}	5,42±0,03 ^{cdY}	5,32±0,02 ^{dZ}
60	7,45±0,06 ^{dX}	5,10±0,02 ^{dY}	5,02±0,02 ^{eZ}
90	7,49±0,02 ^{aX}	4,95±0,06 ^{eY}	4,78±0,01 ^{fZ}

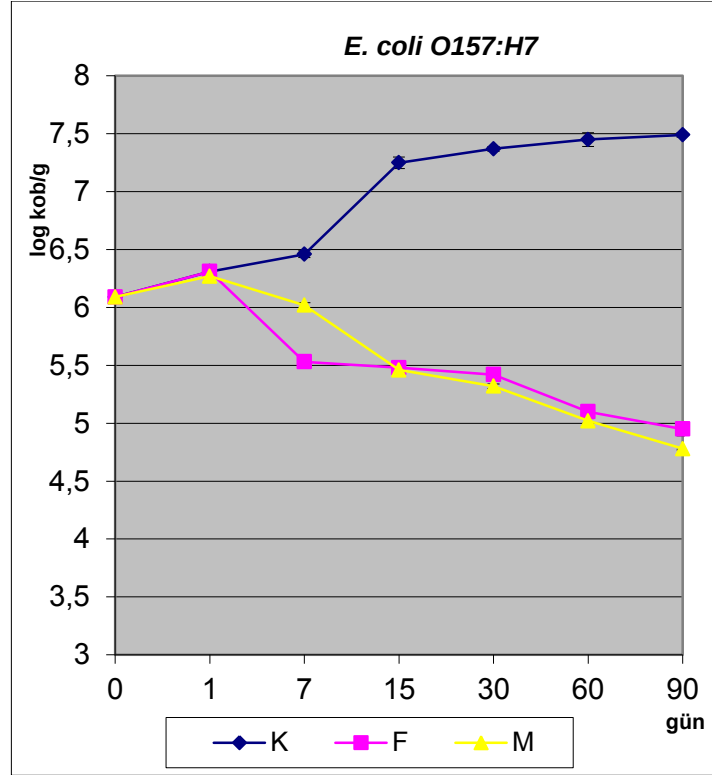
* Ortalama ± standart sapma (n=2). log kob/g

^{a,b,c} Aynı sütunda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

^{x,y,z} Aynı satırda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Kontrol grubu olarak yenilebilir filmler ile kaplanmamış kaşar peyniri örneklerinde *E. coli* O157:H7 sayısının 90 günlük muhafaza periyodu sonunda 6,09 log kob/g' dan 7,49 log kob/g' a yükseldiği görülmüştür.

Yenilebilir film ile kaplanmış kaşar peyniri örneklerinde *E. coli* O157:H7 sayısının depolama sonunda, kontrol grubuna nazaran F örneklerinde 1,14 log, M örneklerinde ise 1,31 log azalma gösterdiği ve tüm film tiplerinin kontrol grubuna göre antimikrobiyal etkisinin önemli düzeyde ($P < 0.05$) olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.19. Kaşar peynirlerinde *E. coli* O157:H7 sayısındaki değişim

Mersin uçucu yağı ilave edilmiş filmin *E. coli* O157:H7'ye karşı antimikrobiyal etkisinin daha yüksek olması beklenen bir durumdur. Nitekim PPI bazlı film tek başına dahi antimikrobiyal aktivite gösterirken, mersin uçucu yağı gibi bir antimikrobiyal ajan ilavesinin bu etkiyi artırması doğaldır.

Muhafaza periyodu boyunca yapılan sayım sonuçlarına göre her iki film tipinin kontrol grubuna göre antimikrobiyal etkisinin önemli düzeyde ($P < 0.05$) olduğu tespit edilmiştir.

4.3.3 *Candida albicans* sayımı

Çoğu fungal patojende olduğu gibi, *C. albicans* da dimorfik yani maya ve hifsel form arasında geri dönüşümlü olarak geçiş yapabilme yeteneğindedir. Virulans faktörleri ile *C. albicans* sahip olduğu mikrobiyal flora ile rekabet ederek farklı konak bölgelerinde geniş spektrumlu infeksiyonlara neden olan başarılı bir patojen olarak ortaya çıkmaktadır (Soll, 2002). *Candida* cinsleri içerisinde en sık karşılaşılan patojen tür *C. albicans*'tır.

K, F ve M örneklerinin başlangıç kontaminasyon düzeyleri ve depolama boyunca meydana gelen değişimler standart sapma değerleri ile birlikte **Çizelge 4.20**'de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Muhafaza periyodu boyunca kaşar peyniri örneklerinde *C. albicans* düzeyi

Örnek	K	F	M
Kontaminasyon düzeyi (log kob/ml)	6,27		
1	6,27±0,00 ^{eXY}	6,30±0,02 ^{aX}	6,25±0,01 ^{aY}
7	6,28±0,03 ^{eX}	5,52±0,04 ^{bY}	4,33±0,02 ^{bZ}
15	6,42±0,01 ^{dX}	5,39±0,01 ^{cY}	4,21±0,01 ^{cZ}
30	7,24±0,02 ^{cX}	5,28±0,02 ^{dY}	-
60	7,33±0,01 ^{bX}	4,20±0,04 ^{eY}	-
90	7,40±0,00 ^{aX}	3,81±0,04 ^{fY}	-

* Ortalama ± standart sapma (n=2). log kob/g

^{a,b,c} Aynı sütunda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

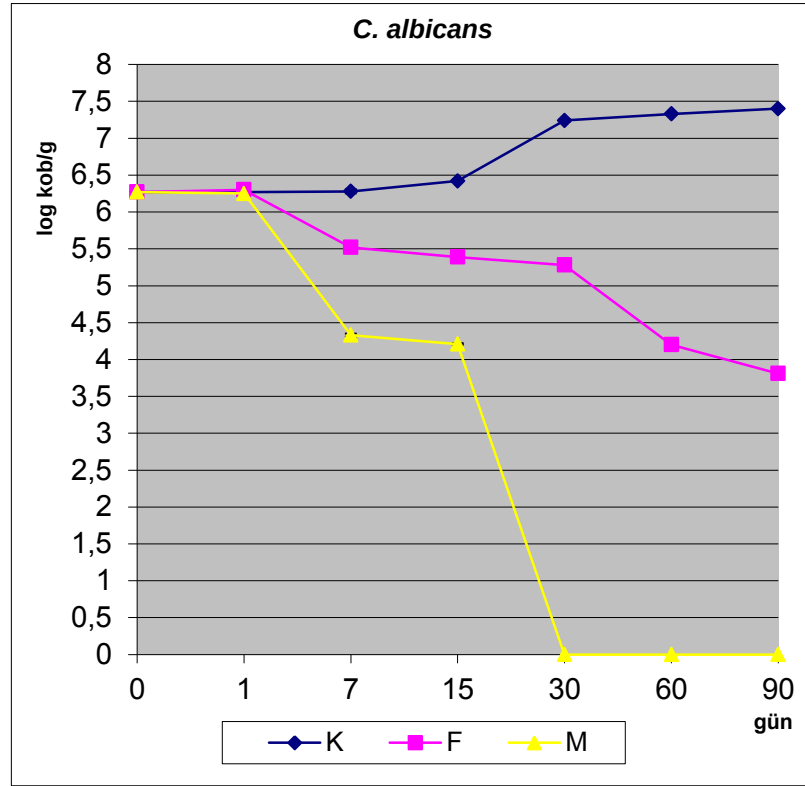
^{x,y,z} Aynı satırda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Kontrol grubu olarak yenilebilir filmler ile kaplanmamış kaşar peyniri örneklerinde *C. albicans* sayısının depolama periyodu boyunca artış gösterdiği ve 6,27 log kob/g düzeyinde olan kontaminasyon düzeyinin 7,40 log kob/g' a yükseldiği görülmüştür.

90 günlük muhafaza periyodu sonunda yenilebilir film kaplı F örneklerinde 6,27 log kob/g olan kontaminasyon düzeyi 2,46 log azalma göstererek 3,81 log kob/g' a kadar düşmüştür.

Film bünyesine antimikrobiyal etkiyi arttırmak amacı ile ilave edilen % 2 oranında mersin uçucu yağı ilave edilmiş M örneklerinde ise 6,27 log kob/g olan başlangıç *C. albicans* sayısı 30. günde 0 log kob/g' a düşmüştür. Film içerisine katılan % 2 oranda mersin uçucu yağının *C. albicans*'a karşı antimikrobiyal

etkisinin oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir. Güçlü antimikrobiyal ajan *C. albicans* 'a karşı bakteriyosidal etkiyi 30. günde göstermiştir (Şekil 4.20).



Şekil 4.20. Kaşar peynirlerinde *C.albicans* sayısındaki değişim

90 günlük depolama periyodu boyunca kaşar peynirlerinde yapılan istatistiksel değerlendirmede hem günlere göre değişim hem de örnekler arası değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

Smith-Palmer ve ark (1998) broth dilusyon metodu ile farklı uçucu yağların gıda kaynaklı patojenlere (*E. coli*, *S. aureus*, *S. enteridis*, *L. monocytogenes*, *C. jejuni*) karşı aktivitelerini değerlendirdikleri çalışmalarında kekik, karanfil, tarçın ve defne uçucu yağlarının bakteriyostatik konsantrasyonunu % 0.075 ve daha düşük düzeyde tespit etmiştir. Özellikle karanfil uçucu yağı üzerine yoğunlaştırılan çalışmalarında, söz konusu uçucu yağın % 0,03 - % 0,05 konsantrasyon aralığında bakteriyostatik, % 0,075 - % 0,1 konsantrasyon aralığında bakteriyosidal etkili olduğu bildirilmiştir.

Burt ve Reinders (2003), kekik uçucu yağının bakterisidal etkili konsantrasyonunun *E. coli* O157:H7 hücrelerine geri dönüşümsüz hasar vermesi için 1 dakika temasın yeterli olduğunu bildirmiştir.

Pranoto at al. (2005) yaptıkları çalışmada, % 0,4 oranında sarımsak yağı içeren antimikrobiyal aljinat bazlı filmin *S. aureus*'a karşı inhibitör etkisi olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca kekik, sarımsak veya nisin katkılı PPİ filmler ile kaplı örneklerde birbirlerine benzer antimikrobiyal etkinin gözlemlendiği bildirilmiştir.

Sarıkuş (2006), PPİ ve bahaarat uçucu yağları katkılı yenilebilir film solüsyonları üreterek bu solüsyonları kaşar peynirlerine yenilebilir film olarak uygulamıştır. Çalışmada *L. plantarum*, *S. enteritidis*, *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes* ve *S. aureus*'a karşı antimikrobiyal etkiler incelenmiştir. 1. aşamada kekik veya sarımsak ekstraktları içeren filmlerin önemli düzeyde antimikrobiyal etkileri saptanırken biberiye ekstraktı katkılı filmlerin antimikrobiyal etkisi bulunamamıştır. 2. aşamada ise, % 2 oranında kekik ve sarımsak ekstraktları ile natamisin veya nisin içeren filmler *S. enteritidis*, *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes*, *S. aureus* ve *Penicillium* spp. ile bulaştırılmış kaşar peyniri örneklerine uygulanmıştır. 15 günlük depolama süresince *E. coli* O157:H7 ile bulaştırılmış kaşar peyniri örneklerinde 1. günde kontrol örneğine göre, kekik yağı içeren PPİ film ile kaplanmış kaşar peyniri örneğinde 1,48 log azalma olduğu saptanmıştır. *S. aureus* bulaştırılmış örneklerde, film içermeyen kontrol örnekleri ile kekik katkılı PPİ film içeren örnekler arasında 15. günde 2,15 log fark bulunmuştur. *S. enteritidis* bulaştırılmış peynir örneklerinde sarımsak katkılı filmler, nisin veya kekik katkılı filmler ile benzer özellik göstermiştir. *L. monocytogenes* bulaştırılmış peynirlerde en fazla azalma öncelikle nisin ilaveli, daha sonra sarımsak ve kekik katkılı film ile kaplanmış örneklerde görülmüştür. Kontamine edilmemiş örneklerin maya-küf içeriğinde natamisin katkılı PPİ film içeren örneklerde 1. günde 0,33 log, 7. günde 1,45 log azalma sağlanmıştır. *S. enteritidis* veya *L. monocytogenes* ile bulaştırılmış kaşar peyniri örneklerinde en fazla etkiyi sırasıyla nisin, kekik veya sarımsak yağı katkılı PPİ filmler göstermiştir.

Becerril at al. (2007), elektron mikroskobu ile yaptıkları çalışmada kekik ve karanfil uçucu yağlarının *S. aureus* ve *E. coli* hücreleri üzerine sitoplazmik içeriğin koagülasyonu, hücre membranlarında yapısal bozukluklar, hücresel yapının yıkıma uğraması ve sitoplazmik materyal kaybı gibi farklı birçok önemli etkilerinin olduğunu ve bu sayede antimikrobiyal etkinin gözlemlendiğini bildirmiştir.

Torlak (2009), antimikrobiyal özellikte bir biyopolimer olan kitosan ve farklı uçucu yağlar kullanılarak hazırlanan yenilebilir filmlerin önemli gıda patojenlerine karşı antimikrobiyal etkisini gerçek gıda matriksi üzerinde incelemiştir. Çalışmada, kekik, karanfil uçucu yağları ve kitosan ile hazırlanan yenilebilir filmlerin önemli gıda patojenlerinden olan *L. monocytogenes*, *S. aureus* ve *E. coli* O157:H7' ye karşı etkileri değerlendirilmiştir. Araştırmada, yüksek fenolik içerikleri nedeniyle güçlü antimikrobiyal aktiviteye sahip olan kekik ve karanfil uçucu yağlarının film solüsyonlarına ilavesinin filmlerin antimikrobiyal etkisini kayda değer oranda arttırdığı görülmüştür. Özellikle kekik uçucu yağı içeren filmlerin antimikrobiyal etkisinin karanfil uçucu yağı içeren filmlere nazaran daha güçlü olduğu bildirilmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlarda, kitosan ve uçucu yağların farklı kullanım alanlarına sahip olan yenilebilir filmlerin hazırlanmasında kullanım potansiyelinin yüksek olduğu ortaya konulmuştur.

Bir başka çalışmada, Nedorostova at al. (2009) *S. aureus* ve *E. coli*' nin uçucu yağlara karşı hassasiyetinin *L. monocytogenes*' e nazaran daha fazla olduğu bildirilmiştir.

Yapılan birçok araştırmada, genel olarak Gram (+) bakterilerin Gram (-) bakterilere nazaran uçucu yağlara daha hassas olduğunu ortaya konulmuştur. Bu durum, Gram (-) bakterilerin hidrofobik bileşiklerin hücre içine girişi için bariyer özelliği gösteren hidrofilik dış membrana sahip olmaları ile açıklanmıştır (Smith-Palmer at al., 1998; Kotzekidou at al., 2008; Nedorostova at al., 2009).

Denememizde kullanılan söz konusu patojenler üzerine birçok araştırmacı tarafından antimikrobiyal etkiyi inceleyen farklı çalışmalar yapılmıştır. Çeşitli antimikrobiyal ajanların kullanıldığı çalışmalarda söz konusu patojenler üzerine

farklı antimikrobiyal etkiler tespit edilmiştir. Denememizde ise, % 2 oranında mersin uçucu yağı içeren sorbitol ve kandelila mumu katkılı PPİ filmin *C.albicans*'a karşı bakteriyosidal, *E.coli* O157:H7 ve *S. aureus*'a karşı bakteriyostatik etki gösterdiği tespit edilmiştir.

4.4 Duyusal Analiz

Peynir örneklerinin duyusal değerlendirilmesi 100 tam puan üzerinden yapılmıştır. Uygulanan analizlerde “Renk” 10 tam puan, “Kesit ve Görünüş” 30 tam puan, “Yapı” 20 tam puan ve “Tat ve Koku” 40 tam puan üzerinden değerlendirilmiştir.

4.4.1 Renk

Kaşar peyniri örneklerinde renk kriteri 10 tam puan üzerinden değerlendirilmiştir. **Çizelge 4.21**'de panelistlerin kaşar peynirlerinde renge verdiği ortalama puan ve standart sapmaları verilmiştir.

Çizelge 4.21. Kaşar peynirlerinin renk değerleri ve standart sapmaları

Gün/Örnek	K	F	M
1	9,93±0,11 ^X	8,70±0,18 ^{bY}	8,04±0,06 ^{bZ}
7	9,86±0,08 ^X	9,08±0,08 ^{aY}	8,19±0,01 ^{aZ}
15	9,96±0,06 ^X	9,15±0,10 ^{aY}	8,14±0,03 ^{abZ}
30	9,91±0,04 ^X	9,14±0,06 ^{aY}	8,05±0,04 ^{bZ}

^a Aynı sütunda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

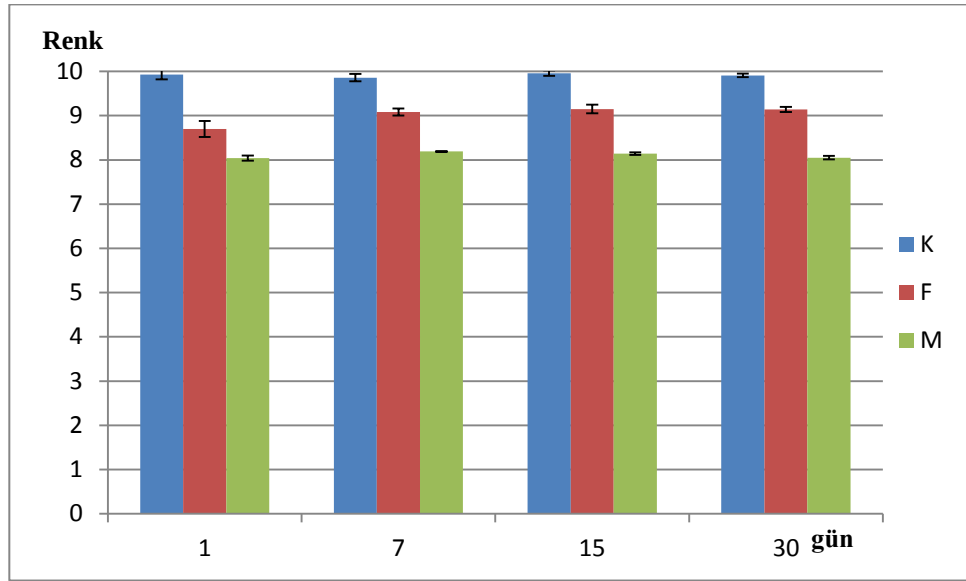
^X Aynı satırda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Şekil 4.21'de görüldüğü gibi çalışmamızda kullanılan bütün kaşar peyniri örneklerinde renk parametresi 8-10 puan aralığında “Temiz, parlak, canlı, saman sarısı veya koyu saman sarısı renkte” bulunmuştur.

Renk parametreleri K örneklerinde tam puan (10)'a çok yakın iken 9,86 ile 9,96 arasında değişim göstermiştir. Film kaplı örneklerde ise örneklerin renk

değerleri biraz daha düşük olmakla birlikte F ve M örneklerinde sırası ile 8,70-9,15 ve 8,04-8,19 aralığında değişmiştir.

Atasever vd. (2007) tarafından yapılan çalışmada, kaşar peyniri örneklerinin duyuşal değerdendirmesinde çalışmamızda kullanılan değerdendirme tablosu kullanılmıştır. 10 tam puan üzerinden değerdendirilen örneklerde tüm peynir örneklerinde renk kriteri 7,30-9,32 puan aralığında değışim göstermiştir.



Şekil 4.21. Kaşar peynirlerinde renk değışimi

Yapılan istatistiksel değerdendirmede örnekler arasındaki değışim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Depolama sürecinde örneklerde meydana gelen değışim incelendiğinde 30 günlük periyotta K örneğindeki renk değışimi önemsiz bulunurken ($p > 0.05$), F ve M örneklerinde meydana gelen değışim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

4.4.2 Kesit ve görünüş

Kaşar peyniri örneklerinde görülen kesit ve görünüş puanları ortalama ve standart sapmaları Çizelge 4.22’de verilmiştir.

K ve F örneklerinde kaşar peynirlerinin kesit ve görünüş puanları ortalama 28-29 puan aralığında değışirken, M örneklerinde bu değır 24 puana yakın

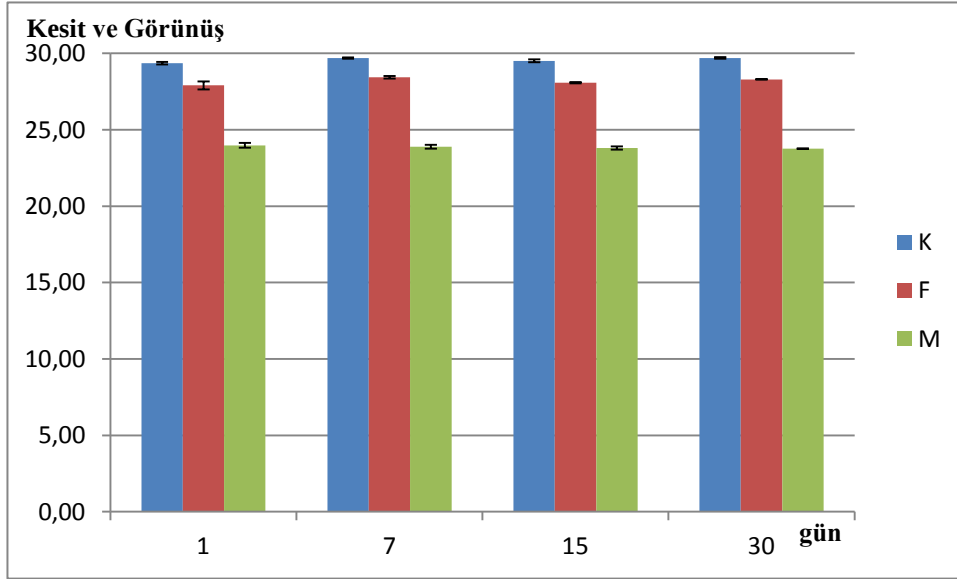
ortalamada kalmıştır (**Şekil 4.22**). Kesit ve görünüş açısından yapılan istatistiksel analizler sonucunda, M örnekleri hariç diğer kaşar peyniri örneklerinde (K ve F) kesit ve görünüş üzerine depolamanın önemli fark yarattığı görülmektedir ($p<0.05$).

Çizelge 4.22. Kaşar peynirlerinin kesit ve görünüş değerleri ve standart sapmaları

Gün/Örnek	K	F	M
1	29,35±0,08 ^{bX}	27,90±0,27 ^{bY}	23,98±0,16 ^Z
7	29,69±0,04 ^{aX}	28,43±0,09 ^{aY}	23,89±0,13 ^Z
15	29,51±0,10 ^{abX}	28,07±0,04 ^{abY}	23,80±0,11 ^Z
30	29,70±0,06 ^{aX}	28,29±0,01 ^{abY}	23,76±0,02 ^Z

^a Aynı sütunda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

^X Aynı satırda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).



Şekil 4.22. Kaşar peynirlerinde kesit ve görünüş değişimi

Kesit ve görünüş puanları incelendiğinde 30 tam puan üzerinden K ve F örnekleri için panelist görüşü ‘‘Ufalanmayan düz, pürüzsüz, parlak ve homojen görünümde kesit’’ olmuştur. M örneği ise, panelistler tarafından ‘‘Ufalanmayan, hafif donuk, farklı veya hareli renkte’’ olarak değerlendirilmiştir.

Atasever vd. (2007), 15 tam puan üzerinden değerlendirdikleri görünüş parametresi için 90 günlük depolama boyunca farklı örneklerdeki puan değerlerinin 10,79-14,00 aralığında olduğunu bildirmiştir.

Kaşar peyniri örneklerinde duyuşal değerlendirmenin yapıldığı her analiz gününde örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

4.4.3 Yapı

Çalışmamızda analiz edilen kaşar peyniri örneklerinde belirlenen yapı puanları ve standart sapmaları **Çizelge 4.23**'de verilmiştir.

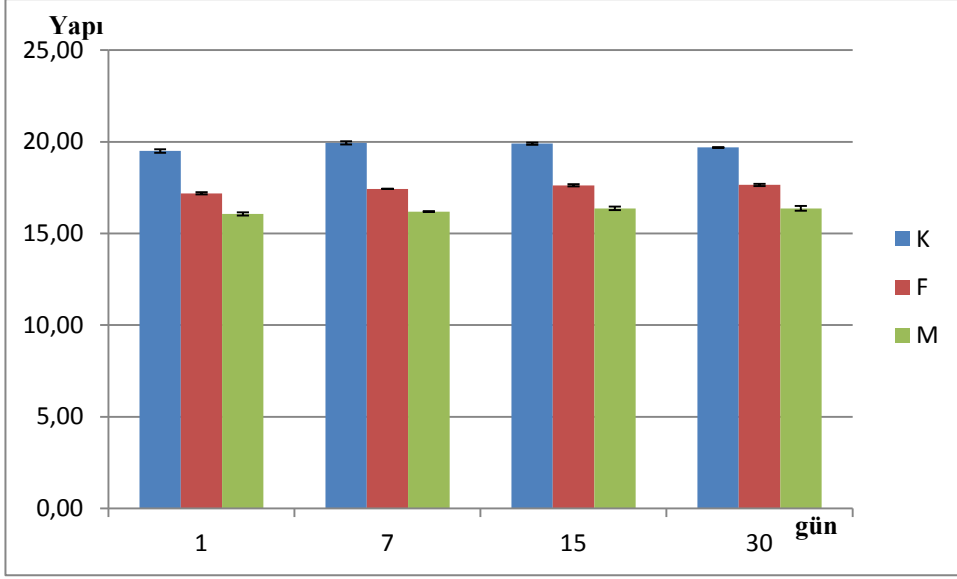
Çizelge 4.23. Kaşar peynirlerinin yapı değerleri ve standart sapmaları

Gün/Örnek	K	F	M
1	19,50±0,10 ^{bX}	17,19±0,06 ^{cY}	16,07±0,09 ^{bZ}
7	19,94±0,08 ^{aX}	17,43±0,01 ^{bY}	16,19±0,01 ^{abZ}
15	19,90±0,06 ^{aX}	17,62±0,06 ^{aY}	16,37±0,10 ^{aZ}
30	19,69±0,01 ^{bX}	17,65±0,06 ^{aY}	16,37±0,13 ^{aZ}

^a Aynı sütunda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

^x Aynı satırda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

20 tam puan üzerinden değerlendirilen peynirlerde, tüm örnekler fazla sert ya da fazla yumuşak olmayan olarak değerlendirilse de, K örneğinin 19 puan ve üzeri ortalamalar ile tam puana yakın olduğu görülmektedir (**Şekil 4.23**).



Şekil 4.23. Kaşar peynirlerinde yapı değişimi

Film kaplı örneklerde ise en düşük yapı puanları F ve M örneklerinde sırası ile 17,19 ve 16,07 olarak değerlendirilmiştir. Örnekler arasında en düşük puanı M örnekleri alarak panelistlerce orta sertlik derecesine yakın görülmüştür.

Kaşar peyniri örneklerinde yapılan istatistiksel değerlendirmede ise, hem örnekler arasındaki fark hem de depolama süresince meydana gelen değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

4.4.4 Tat ve Koku

Kaşar peyniri örneklerinde tat ve koku parametresi 40 tam puan üzerinden değerlendirilmiştir. Panelist değerlendirmeleri ve standart sapmaları **Çizelge 4.24**'de verilmiştir.

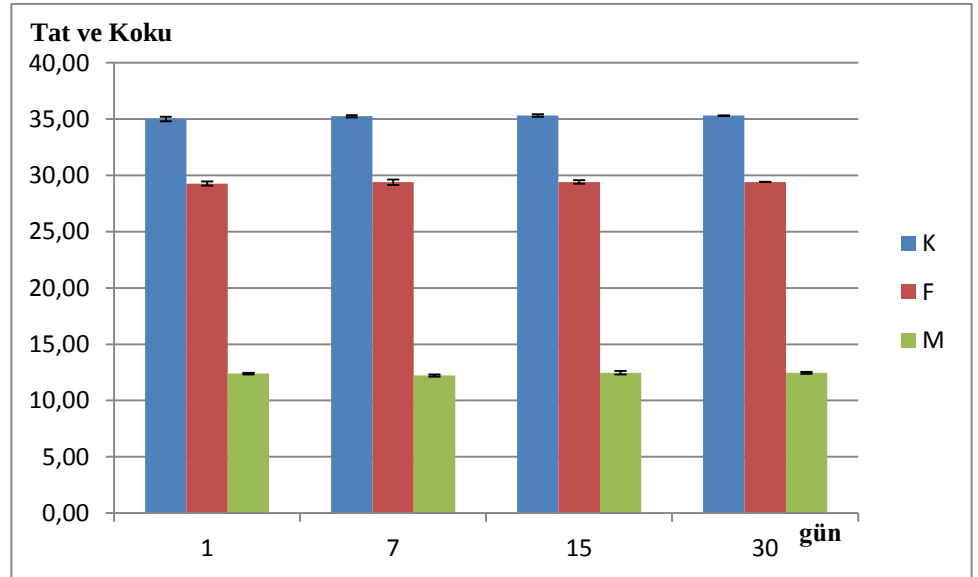
Çizelge 4.24. Kaşar peynirlerinin tat ve koku değerleri ve standart sapmaları

Gün/Örnek	K	F	M
1	35,00±0,20 ^X	29,27±0,18 ^Y	12,39±0,06 ^Z
7	35,25±0,10 ^X	29,39±0,24 ^Y	12,22±0,11 ^Z
15	35,32±0,11 ^X	29,41±0,16 ^Y	12,47±0,16 ^Z
30	35,31±0,01 ^X	29,41±0,01 ^Y	12,46±0,08 ^Z

^a Aynı sütunda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

^x Aynı satırda farklı üssel ifadeye sahip değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Panelistlerce yapılan duyuşal değerdendirme K örneklere 32 puan üzerinde olarak ‘‘Kendine özgü hoş tat ve kokuda’’ olarak değerdendirilmiştir. F örneklere 24 puan üzerinde ‘‘ Yavan ya da hafif yabancı tatta (acı, ekşi, pişmiş, meyvemsi vb.) veya kokuda’’ olarak değerdendirilmiştir. Son olarak M örneklere ise, 8-16 puan aralığında değerdendirilerek ‘‘ Aşırı düzeyde yabancı tat ve kokuda olan’’ şeklinde ifade edilmiştir.

**Şekil 4.24.** Kaşar peynirlerinde tat ve koku değışimi

Şekil 4.24 incelendiğinde, K ve F örneklere tat ve koku bakımından M örneklere nazaran oldukça yüksek puan aldıkları dikkat çekmektedir. Panelistler tarafından yapılan değerdendirme, F örneklere belirgin bir istenmeyen tat ve

koku olmadığı ancak M örneklerinde bariz bir istenmeyen tat ve koku olduğu belirtilmiştir. M örneklerinde tat ve kokunun beğenilmemesine sebep olan durumun film yapımında kullanılan mersin uçucu yağının keskin tat ve kokusu olduğu görülmüştür. Bu durum, film yapımında % 2 oranında mersin uçucu yağı kullanımının antimikrobiyal etkisinin oldukça yüksek olmasına rağmen duyuşal değerlendirmede panelist beğenisini engellediğini ortaya koymaktadır.

Örneklerde yapılan istatistiksel çalışmada ise, günlere göre değişim önemsiz bulunurken ($p>0.05$), aynı analiz günü içerisinde K, F ve M örnekleri arasındaki değişim önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

5. SONUÇ

Çalışmamızda peynir altı suyu protein izolatı, sorbitol, kandelila mumu ve mersin uçucu yağı ile hazırlanan yenilebilir filmlerin önemli gıda patojenlerinden olan *S. aureus*, *E. coli* O157:H7 ve *C. albicans*'a karşı antimikrobiyal etkileri kaşar peyniri üzerinde 90 gün boyunca takip edilmiş ve değerlendirilmiştir.

Kaşar peynirinde antimikrobiyal ajanların kullanımı ile raf ömrünün arttırılması çalışmaları pek çok araştırmacı tarafından üzerinde çalışılan güncel bir konudur. PPI bazlı yenilebilir film üretiminde Kim ve Üstunol (2001a)'dan modifiye edilen üretim metodu kullanılmıştır. Üretilen filmlerin antimikrobiyal etkisinin arttırılması amacıyla yüksek fenolik içeriği nedeniyle güçlü antimikrobiyal etkiye sahip olan mersin uçucu yağı (Çelikel, 2005) film bileşimlerine eklenmiştir.

Çalışmamızda kullanılan ve filmin ana materyali olan PPI'nın yenilebilir film üretiminde kullanıma oldukça elverişli olduğu ve mükemmel bir gaz bariyeri oluşturduğu bilinmektedir. Yüksek fenolik bileşimi nedeni ile antimikrobiyal etkisi bilinen mersin uçucu yağı, film üretiminde elde edilen filmin mekaniksel özelliklerinin geliştirilmesi amacıyla sorbitol ve oksijen geçişini engelleyici özelliğinden dolayı kandelila mumu kullanılmıştır.

Yaklaşık 100 gram ağırlığındaki kaşar peyniri örnekleri muhafaza periyodu boyunca incelendiğinde, kaşar peyniri örneklerinde en az nem kaybı mersin uçucu yağı içeren yenilebilir film kaplı (M) örneklerde gerçekleşmiştir. 90 günlük depolama sonunda K örneğinde toplam % 1,17 ağırlık kaybı görülürken bu değer F ve M örneklerinde sırası ile % 0,94 ve % 0,93 olmuştur.

Sanayide karşılaşılan sorunlardan biri de kaşar peynirlerinde yüzeyde kuruma problemidir. Yüzeyde kuruma peynirlerin tekstür özelliklerini de olumsuz yönde etkilediğinden dolayı birçok çalışmada yenilebilir film uygulamaları ile bu problemin önüne geçilmesi planlanmıştır. Özellikle yüzeyde kuruma oluşan peynirlerde sertlik değerinde artış olduğu da bilinmektedir.

Çalışmamızda, K örneklerinde sertlik değerinde artış olduğu fakat F ve M örneklerinde film uygulamasına bağlı olarak sertlik değerinin düştüğü

görülmüştür. Depolamanın 1. gününde K, F ve M örnekleri için sertlik değerleri sırası ile 4092,75 – 4122,25 ve 3227,95 g iken, 90. günde bu değerler sırası ile 4496,75 – 3028,00 ve 1988,75 g olarak tespit edilmiştir. Depolama süresi sonunda, film kaplama işleminin kaşar peynirlerinde kısmen de olsa yumuşamaya sebep olduğu görülmüştür.

Çalışmamızın ana konusu olan antimikrobiyal özellikler incelendiğinde, öncelikle kaşar peyniri örnekleri *S. aureus*, *E. coli* O157:H7 ve *C. albicans* patojenleri ile log 6 kob/g düzeyinde kontamine edilmiştir. Yapay olarak kontamine edilen örnekler hazırlanan filmler ile kaplanmış ve 4°C’ de 90 gün muhafaza edilmiştir. Depolamanın 1. 7. 15. 30. 60. ve 90. günlerinde yapılan sayımlar ile filmlerin her üç patojene karşı antimikrobiyal etkileri değerlendirilmiştir. Yapay kontamine K örneklerinde patojen sayısının artış gösterdiği, protein bazlı film kaplama işleminin kaşar peynirindeki gıda patojenleri olan *S. aureus*, *E. coli* O157:H7 ve *C. albicans*’a karşı antimikrobiyal etki gösterdiği, film bünyesine mersin uçucu yağı ilave edilmesi durumunda ise görülen antimikrobiyal etkinin artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Başlangıç kontaminasyon değeri 6,23 log olan *S. aureus* sayısı, muhafaza periyodu sonunda K örneklerinde belirgin bir artış ile 7,50 log seviyelerine çıkmıştır. *E. coli* O157:H7 sayısının başlangıç kontaminasyon değeri 6,09 log iken, depolamanın son gününde 7,49 log seviyesine yükseldiği, aynı şekilde *C. albicans* sayısının da 6,27 log seviyesinden 7,40 log’a artış gösterdiği belirlenmiştir. Bu durum kaşar peyniri örneklerinin her üç patojen için de gelişime elverişli, uygun bir zemin olduğunu göstermektedir.

Film kaplı kaşar peyniri (F) örneklerinde ise, her üç patojen için de antimikrobiyal aktivite tespit edilmiştir. Başlangıç değeri 6,23 log olan *S. aureus* düzeyi 90 günlük depolama süresi sonunda F örneklerinde 4,03 log düzeyine gerilerken, 6,09 log olan *E. coli* O157:H7 seviyesi 4,95 log düzeyine ve 6,27 log olan *C. albicans* sayısı 3,81 log düzeyine kadar gerilemiştir. Bu durum PPI bazlı film kaplama işleminin önemli gıda patojenleri olan *S. aureus*, *E. coli* O157:H7 ve *C. albicans* üzerinde fungisitativ etki gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Mersin uçucu yağı içeren yenilebilir film kaplı (M) örneklerde ise, 6,23 log olan *S. aureus* düzeyi 90 günlük depolama süresi sonunda 3,33 log düzeyine, 6,09

log olan *E. coli* O157:H7 seviyesi 4,78 log düzeyine ve 6,27 log olan *C. albicans* sayısı sayılamayacak düzeye düşmüştür.

Bu durum, PPİ bazlı film üretiminde % 2 oranında mersin uçucu yağı kullanımının önemli gıda patojenleri *S. aureus* ve *E. coli* O157:H7 üzerine bakteriyostatik, *C. albicans* üzerine fungisidal etki gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Çalışmamızda iki farklı tip film kullanılmıştır. Mersin uçucu yağı içeren film, içermeyen filmlere göre daha güçlü antimikrobiyal etki göstermiş ve yenilebilir film uygulamasında her üç patojene karşı antimikrobiyal etkiyi önemli düzeyde ($P<0.05$) arttırdığı görülmüştür.

Yapılan duyuşal değerlendirmelerde PPİ bazlı film kaplı kaşar peyniri örnekleri ile kontrol örnekleri birbirine yakın bulunurken, PPİ bazlı mersin uçucu yağı içeren yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinde aşırı düzeyde yabancı tat ve koku hissedildiği görülmüştür. Tat ve kokunun beğenilmemesine sebep olan durumun film yapımında kullanılan mersin uçucu yağının keskin tat ve kokusu olduğu bildirilmiştir. Film yapımında % 2 oranında mersin uçucu yağı kullanımının antimikrobiyal etkisinin oldukça yüksek olmasına rağmen duyuşal değerlendirmede panelist beğenisini engellediği görülmektedir.

Bu çalışma, PPİ kullanımının yenilebilir filmler için ideal bir biyopolimer olduğunu göstermiştir. Bunun yanı sıra, uçucu yağların biyopolimerler ile hazırlanan antimikrobiyal yenilebilir filmler için kullanım olanaklarının olduğu görülmektedir. Çalışmada elde edilen sonuçlar, peynir altı suyu protein izolatu, sorbitol, kandelila mumu ve mersin uçucu yağının bir arada kullanımının kaşar peyniri örneklerinde gaz ve nem geçişine izin vermeyen elverişli bir film oluşturduğunu, peynir örneklerinde nem kaybını azalttığını, yüzeyde kurumayı engellediğini ve mikrobiyal gelişimi önemli ölçüde engellediğini ortaya koymaktadır.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Acar, J. ve Alper, N.Ö.,** 1996, Yenilebilir Film ve Kaplamalar, Gıda Mühendisliği Dergisi, 1(4) 3-9s.
- Akbulut, N., Gönç, S., Kınık, Ö., Uysal, H., Akalın, S. ve Kavas G.,** 1996, Bazı Tuzlama Yöntemlerinin Beyaz Peynir Üretiminde Uygulanabilirliği ve Peynir Kalitesine Etkileri Üzerine Bir Araştırma, Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 33(1), 9-16s.
- Akgül, A. ve Bayrak, A.,** 1989, Mersin Bitkisi (*Myrtus Communis* L.) Yapraklarının Uçucu Yağ Verimi ve Yağların Bileşimi, DOĞA Tar. ve Ör. 13(2): 143-147s.
- Anker, M.,** 1996, Edible and biodegradable films and coatings for food packaking. The Swedish Institute For Food and Biotechnology, Goteborg, Sweden.
- Anonymous,** 2002, Texture profile analysis, http://www.texturetechnologies.com/texture_profile_analysis.html (Erişim tarihi: 10 Mayıs 2014)
- Anonymous,** 2006, Updated up to the 29' Session of the Codex Alimentarius Commission. <http://www.codexalimentarius.org/> (Erişim tarihi: 05 Ocak 2015)
- Anonymous,** 2015a, <http://www.fao.org/ag/agn/jecfa-additives/specs/Monograph1/Additive-100.pdf> (Erişim tarihi: 05 Ocak 2015)
- Anonim,** 2015b, <http://www.tarim.gov.tr/Mevzuat/Turk-Gida-Kodeksi> (Erişim tarihi: 05 Ocak 2015)
- Antoniou, K.D., Petrides, D., Raphaeldides, S., Ben Omar, Z and Kesteloot, R.,** 2000, Texture assessment of French cheeses, *Journal of Food Science*, 65(1) :168-172pp.
- Appendini, P. and Hotchkiss, J.H.,** 2002, Review of antimicrobial food packaging, *Innovation Food Sci. Emerg. Technol.*, 3:113-126pp.
- Atasever, M., Ceylan, Z.G., Çanakçı, G. ve Atasever, İ.,** 2007, Kaşar Peyniri Üretiminde Laktik Asit, Asetik Asit, Sitrik Asit ve Glucano Delta Lakton Kullanılması. Atatürk Üniversitesi Vet. Bil. Dergisi, 2 (4) 153-158s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Aydınlı, M. and Tutas, M.,** 2000, Water sorption and water vapor permeability properties of polysaccharide (Locust Bean Gum) based edible films, LWT Food Sci. Technol. 33(1):63-70pp.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D. and Idaomar, M.,** 2008, Biological effects of essential oils-a review. Food Chem Toxicol. 46(2):446-475pp.
- Baldwin, E.A., Nisperos-Carriedo, M.O. and Baker, R.A.,** 1995, Use of Edible Coatings to Preserve Quality of Lightly and Slightly Processed Products, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 35(6), 509-524pp.
- Baldwin, E.A.,** 1999, Surface treatments and edible coatings in food preservation, "Handbook of Food Preservation" Ed. M.S.Rahman, Marcel Dekker, Inc., New York. 577-609pp.
- Batu, A. ve Serim, F.,** 1998, Tarımsal Kökenli Yenilebilir Gıda Film ve Kaplamaların Özellikleri ve Kullanım Alanları, Dünya Gıda (Ekim), 36-41s.
- Becerril, R., Gomez-Lus, R., Goni, P., Lopez, P. and Nerin, C.,** 2007, Combination of analytical and microbiological techniques to study the antimicrobial activity of a new active food packaging containing cinnamon or oregano against *E. coli* and *S. aureus*. Anal Bioanal Chem. 388:1003pp.
- Bourne, M.C.,** 1978, Texture Profile Analysis, Food Technology, July, 62-66pp.
- Bourtoom, T.,** 2008, Edible films and coatings: characteristics and properties. Int. Food Res. Journal, 15(3)pp.
- Brody, A. L.,** 2002, Action in Active and Intelligent Packaging, Food Tech., 56 (2) 70-71pp.
- Brunner, J.R.,** 1977, Milk proteins in "Food proteins", ed. J.R. Whitaker and S.R. Tannenbaum, Avi Publishing Co. Westport, Conn. 175- 208pp.
- Burt, S.,** 2004, Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods-a review, Int. J. Food Microbiol, 94:223pp.
- Burt, S.A. and Reinders, R.D.,** 2003, Antibacterial activity of selected plant essential oils against *Escherichia coli* O157:H7, Lett. Appl. Microbiol. 36(3):162-167pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Cağrı, A., Üstünol, Z. and Ryser, E.T.,** 2002, Inhibition of three pathogens on bologna and summer sausage using antimicrobial edible films, *Journal of Food Sci.* 67(6):2317-2324pp.
- Cetinkaya, F. and Soyutemiz, G. E.,** 2004, A Study on Survival of *Listeria monocytogenes* During Manufacture and Ripening of Kashar Cheese, *Turk Journal of Vet. Anim. Sci.* 28, 927-932pp.
- Cha, D.S. and Chinnan, M.S.,** 2004, Biopolymer-based antimicrobial packaging: a review, *Crit Rev Food Sci Nutr.* 44:223-237pp.
- Chen, H.,** 1995, Functional properties and applications of edible films made of milk proteins, *Journal of Dairy Science*, 78, 2563–2570pp.
- Chen, H., Banerjee, R. and Wu, J.R.,** 1994, Strenghts of Thin Films Derived from Whey Proteins, *ASAE Proceedings*, ASAE, St. Joseph. MI, 93(3)pp.
- Chick, J. and Hernandez, R.J.,** 2002, Physical, Thermal, and barrier characterization of casein-wax-based edible films, *Journal of Food Sci.* 67(3):1073-79pp.
- Coma, V.,** 2008, Bioactive packaging technologies for extended shelf life of meat-based products, *Meat Sci.* 78:90-113pp.
- Coma, V., Martial-Gros, A., Garreau, S., Copinet, A., Salin, F. and Deschamps, A.,** 2002, Edible antimicrobial films based on chitosan matrix, *Journal of Food Sci.* 67:1163-1169pp.
- Conner, D.E. and Beuchat, L.R.,** 1984, Effects of essential oils from plants on growth of food spoilage yeasts, *Journal of Food Sci.* 49:429-434pp.
- Cosentino, S., Tuberoso, C., Pisano, B., Satta, M., Mascia, V., Arzedi, E. and Palmas, F.,** 1999, In vitro antimicrobial activity and chemical composition of Sardinian *Thymus* essential oils, *Lett Appl. Microbiol.* 29:130-135pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Cox, S.D., Mann, C.M., Markham, J.L., Bell, H.C., Gustafson, J.E., Warmington, J.R. and Wyllie, S.G.,** 2000, The mode of antimicrobial action of essential oil of *Melaleuca alternifolia* (tea tree oil), Journal of Appl. Microbiol. 88:170-175pp.
- Çelikel, N.,** 2005, Bazı Tıbbi Bitkilerden Elde Edilen Uçucu Yağların Çiğ Sütte Bulunan Patojen Bakterilerin İnhibe Edilmesinde ve Çiğ Sütün Dayanma Süresinin Uzatılmasında Kullanım Olanaklarının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Demirci, M. ve Gündüz, H.,** 2000, Süt Teknoloğunun El Kitabı, Hasat Yayınları, 72-77s.
- Donhowe, I.G. and Fennema, O.,** 1993, The Effects of Solution Composition and Drying Temperature on Crystallinity, Permeability and Mechanical Properties of Methylcellulose films, Journal of Food Pro. Pres., 17, 231-246pp.
- Dutta, P.K., Tripathi, S. and Mehrotra, G.K.,** 2009, Perspectives for chitosan based antimicrobial films in food applications, Food Chem. 114(4):1173-1182pp.
- EC,** 2002, Commission Decision of European amending Commission Decision 1999/217/EC as regards the register of flavouring substances used in or on foodstuffs, Official Journal L49 20/02/2002:1-160pp.
- Erol, İ.,** 2007, Gıda Hijyeni ve Mikrobiyolojisi, Pozitif Matbaacılık, Ankara.
- Evren, M. ve Tekgüler, B.,** 2011, Uçucu Yağların Antimikrobiyel Özellikleri, Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi TR, 9:3, 28-40s.
- Fairley, P., Monahan, J.B., German, Y.B. and Krochta, J.M.,** 1996a, Mechanical properties and water vapor permeability of edible films from whey protein isolate and sodium dodecyl sulfate, Journal of Agriculture Chemistry, 44, 438- 443pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Fairley, P., Monahan, J.B., German, Y.B. and Krochta, J.M.,** 1996b, Mechanical properties and N-ethylmaleimide or cysteine, *Journal of Agriculture Chemistry*, 44, 3789-3792pp.
- Fenelon, M.A., O'Connor, P. and Guinee, T.P.,** 2000, The Effect of Fat Content on the Microbiology and Proteolysis in Cheddar Cheese During Ripening, *Journal of Dairy Sci.* 83:2173-2183pp.
- Floros, J.D., Dock, L.L. and Han, J.H.,** 1997, Active packaging technologic and applications, *Food Cosmetic Drug Packaging*. 20, 10-17pp.
- Gennadios, A. and Weller, C.L.,** 1990, Edible films and coatings from wheat and corn proteins, *Food Technology*, 44(10), 63–69pp.
- Gontard, N., Guilbert, S. and Cuq, J.L.,** 1992, Edible Wheat Gluten Films: Influence of the Main Process Variables on Film Properties using Response Surface Methodology, *Journal of Food Science*, 57, (1): 190-195pp.
- Granum, P.E.,** 2005, The Comprehensive Sourcebook of Bacterial Protein Toxins, *Bacterial toxins as food poisons*, New York. Elsevier, 57pp.
- Guilbert, S.,** 1986, Technology and application of edible protective films. In: Mathlouthi M, editor. *Food packaging and preservation: Theory and practice*. Essex (England): Elsevier Applied Science Publisher Ltd. 371–394pp.
- Güleç, F., Bayram, M., Yıldırım, M. and Yıldırım, Z.,** 2004, Some Properties Of Kaşar Cheese Coated With Casein, Süleyman Demirel University, Recent Developments In Dairy Science and Technology, *International Dairy Symposium*, (May 24-28), 58-66pp.
- Güler, Z.,** 2000, Beyaz, Kaşar ve Tulum Peynirlerinin Serbest Yağ Asitleri ile Duyusal (Tat-Koku) Nitelikleri Arasındaki İlişkiler Üzerine Bir Araştırma, A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara.
- Halkman, K., Yetişemeyen, A., Yıldırım, M. ve Yıldırım, Z.,** 1994, Kaşar Peyniri Üretiminde Starter Kültür Kullanımı Üzerinde Araştırmalar, *Tr. Journal of Agricultural and Forestry*, 18:365-377pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Han, J.H.**, 2000, Antimicrobial food packaking. Food Technol. 54(3):56-65pp.
- Hong, S.I. and Krochta, J.M.**, 2004, Whey protein isolate coating on LDPE film as a novel oxygen barrier in the composite structure. Packag Technol Sci. 17:13-21pp.
- Hong, S.I., Lee, J.W. and Son, S.M.**, 2005, Properties of polysaccharide-coated polypropylene films as affected by biopolymer and plasticizer types, Package Technol Sci. 18:1-9pp.
- Joerger, R.D.**, 2007, Antimicrobial films for food applications: A quantitative analysis of their effectiveness, Package Technol. Sci. 20: 231.
- Kader, A.A., Zagory, D. and Kerbel, E.L.**, 1989, Modified Atmosphere Packaging of Fruit and Vegetables. CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 28(1), 1-30pp.
- Kamper, S.L. and Fennema, O.**, 1985, Use of an Edible Film to Maintain Water Vapor Gradients in Foods, Journal of Food Sci., 50, 382-384pp.
- Karakaya, M., Caner, C. ve Sarıçoban, C.**, 2001, Ambalaj Materyali olarak Yenilebilir Filmler ve Kaplamalar, Mayıs, 71-78s.
- Kavas, G. and Kavas, N.**, 2014, The effects of mint (*Mentha spicata*) essential oil fortified edible films on the physical, chemical and microbiological characteristics of lor cheese, Journal of Food Agriculture & Environment Vol.12 (3&4) : 4 0-45pp.
- Kaya, S., Kaya A. ve Göğüş, F.**, 1998, Yenilebilir Filmler ve Kaplamalar, Gıda Teknolojisi, 3(3): 77-82pp.
- Kester, J.J. and Fennema, O.R.**, 1986, Edible Films and Coatings: A Review, Food Techlonogy, 40, 12,47-58pp.
- Kim, S.J. and Ustunol, Z.**, 2001a, Moisture sorption isotherm and solubility of whey protein based edible films as influenced by lipid and plasticizer type, Journal of Agriculture Food Chemistry, 49, 4388–4391pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kim, S.J. and Ustunol, Z.,** 2001b, Thermal properties, heat sealability, and seal attributes of whey protein isolate/lipid emulsion edible films, *Journal of Food Science* Forthcoming, 52(4)pp.
- Kim, S.J. and Ustunol, Z.,** 2001c, Sensory attributes of whey protein isolate and candelilla wax emulsion edible films, *Journal of Food Science*, 66(6), 909-911pp.
- Kinsella, J.E.,** 1984, Milk proteins: Physiolchemical and functional properties, *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 21(3), 197- 262pp.
- Kinsella, J.E. and Whitehead, D.M.,** 1989, Proteins in whey : Chemical, Physical, and functional properties, *Adv. Food and Nutrition Research*, 33, 343-438pp.
- Koca, N.,** 2002, Bazı Yağ İkame Maddelerinin Yağı Azaltılmış Taze Kaşar Peynirinin Nitelikleri Üzerine Etkileri, *Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ege Üniversitesi, İzmir.*
- Koca, N. and Metin, M.,** 2004, Textural, Melting and Sensory Properties of Low-Fat Fresh Kashar Cheeses Produced by Using Fat Replacers, *İnt. Dairy Journal*, 14:365-373pp.
- Koçak, C., Erşen, N., Aydınöğlu, G. ve Uslu, K.,** 1998, Ankara Piyasasında Satılan Kaşar Peynirlerinin Proteoliz Düzeyi Üzerinde Bir Araştırma, *Gıda*-247-250s.
- Kotzekidou, P., Giannakidis, P. and Boulamatsis, A.,** 2008, Antimicrobial activity of some plant extracts and essential oils against foodborne pathogens in vitro and on the fate of inoculated pathogens in chocolate, *LWT Food Sci. Technol.* 41:119-127pp.
- Krochta, J.M. and DeMulder-Johnston, C.,** 1997, Edible and biodegradable polymer films: Challenges and opportunities, *Food Technologie*, 51(2), 61-74pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Küçüköner, E., Kılınçeker, O. ve Doğan, İ.S.**, 2003, Gıdalara Yenilebilir Kaplama Uygulamalarında Süt Ürünlerinin Kullanım Olanakları, Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu, İzmir, 251-256.
- Lambert, R.J.W., Skandamis, P.N., Coote, P. and Nychas, G.J.E.**, 2001, A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol, Journal Appl. Microbiol. 91:453-462pp.
- Lerdthanangkul, S. and Krochta, J.M.**, 1996, Edible Coating Effects on Postharvest Quality of Green Bell Peppers, Journal of Food Science, 61(1), 97-103pp.
- Maynes, J.R. and Krochta, J.M.**, 1994, Properties of edible films from total milk protein, Journal of Food Science, 59, 909-911pp.
- McHugh, T.H. and Krochta, J.M.**, 1994a, Permability Properties of Edible Films, in Edible Coatings and Films To Improve Food Quality, Technomic Publishing Co., Inc., USA, 139-189pp.
- McHugh, T.H. and Krochta, J.M.**, 1994b, Water Vapour Permeability Properties of Edible Whey Protein-Lipid Emulsion Films, JAOCS, 71(3), 307-312pp.
- McHugh, T.H. and Krochta, J.M.**, 1994c, Milk protein based edible film and coating, Food Technol. 48(1)97-103pp.
- McHugh, T.H., Aujard, J.F. and Krochta, J.M.**, 1994, Plasticized whey protein edible films: Water vapor permeability properties, Journal of Food Science, 59, 416- 419, 423pp.
- Mei, Y. and Zhao, Y.**, 2003, Barrier and Mechanical Properties of Milk Protein-Based Edible Films Containing Nutraceuticals, 24(6)pp.
- Miller, K. S. and Krochta, J.M.**, 1997, Oxygen and aroma barrier properties of edible films: A review, Trends in Food Sci. and Technol. 8,(7)228-237pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Moore, M.E., Han, I.Y., Acton, J.C., Ogale, A.A., Barmore, C.R. and Dawson, P.L.**, 2003, Effects of antioxidants in polyethylene film on fresh beef color, *Journal of Food Sci.* 68 (1): 99-104pp.
- Nedorostova, L., Kloucek, P., Kokoska, L., Stolcova, M. and Pulkrabek, J.**, 2009, Antimicrobial properties of selected essential oils in vapour phase against foodborne bacteria, *Food Control*, 20:157-160pp.
- Nisperos, M.O. and Baldwin, E.A.**, 1996, Edible Coatings for Whole and Minimally Processed Fruits And Vegetables, *Food Australia*, 48(1), 27-31pp.
- No, H.K., Meyers, S.P., Prinyawiwatkul, W. and Xu, Z.**, 2007, Applications of chitosan for improvement of quality and shelf life of foods: a review, *Journal of Food Sci.* 72(5):87-100pp.
- Oğur, R.**, 1994, Mersin Bitkisi (*Myrtus Communis* L.) Hakkında Bir İnceleme, *Çevre Dergisi*, GATA, Tıp Fakültesi, Ankara.
- Oussalah, M., Caillet, S., Salmieri, S., Saucier, L. and Lacroix, M.**, 2004, Antimicrobial and antioxidant effects of milk protein-based film containing essential oils for the preservation of whole beef muscle, *Journal of Agric. And Food Chem.* 52(18):5598-5605pp.
- Oysun, G.**, 1996, Süt ve Ürünleri Analiz Yöntemleri, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 504s.
- Ozdemir, C. and Demirci, M.**, 2007, Selected Microbiological properties of Kashar Cheese Samples Preserved With Potassium Sorbata, *International Journal of Food Properties*, 9:3, 515-521pp.
- Park, H.S., Weller, C.L., Vergeno, P.S. and Testin, R.F.**, 1993, Permeability and Mechanical Properties of Cellulose Based Edible Films, *Food Sci.* 58, 1361-1364pp.
- Parris, N., Coffin, D.R., Joubran, R.F. and Pessen, H.**, 1995, Composition Factors Affecting the Water Vapour Permeability and Tensile Properties of Hydrophilic Films, *Journal of Agric. Food Chem.* 43, 1432-1435pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Pascat, B.**, 1986, Study of Some Factors Affecting Permeability, In Food Packaging and Preservation, Elsevier Applied Science Publishes, London and New York, 7-24pp.
- Pranoto, Y., Rakshit, S.K. and Salokhe, V.M.**, 2005, Enhancing antimicrobial activity of chitosan films by incorporating garlilc oil, potassium sorbate and nisin, LWT Food Sci. Technol., 65, 838:859pp.
- Quintavalla, S. and Vicini, L.**, 2002, Antimicrobial Food Packaging in Meat Industry, Meat Sci. 62: 373-380.
- Ramos, O.L., Sara, I.S., Soares, J.C., Fernandes, J.C. and Pocas, M.F.**, 2012, Features and performance of edible films, obtained from whey protein isolate formulated with antimicrobial compounds, Food Research International 45, 351–361pp.
- Raphaelides, S., Antoniou, K.D. and Petridis, D.**, 1995, Texture evaluation of ultrafiltered teleme cheese, Journal of Food Science, 60(5):1211-1215pp.
- Rojas-Grau, A.M., Avena-Bustillos, R.J., Olsen, C., Friedman, M., Henika, P.R., Martín-Belloso, O., Pan, Z. and McHugh, T.**, 2007, Effects of plant essential oils and oil compounds on mechanical, barrier and antimicrobial properties of alginate-apple puree edible films, Journal of Food Eng. 81:634-641pp.
- Sarıkuş, G.**, 2006, Farklı Antimikrobiyal Maddeler İçeren Yenilebilir Film Üretimi ve Kaşar Peynirinin Muhafazasında Mikrobiyal İnaktivasyona Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Sarioğlu, T.**, 2005, Yenilebilir Filmlerin Kaşar Peynirinin Kaplanması Kullanılma Olanakları ve Peynir Kalitesi Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Fen bilimleri Enstitüsü, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Shellhammer, T.H. and Krochta, J.M.**, 1997, Whey protein emulsion film performance: effect of lipid type and amount, Journal of Food Science, 62, 390–400pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Shimada, K. and Cheftel, J.C.,** 1998, Sulfhydryl group disulfide bond interchange during heat induced gelation of whey protein isolate, Journal of Agriculture Food Chemistry, 37(1), 161-168pp.
- Smith-Palmer, A., Stewart, J. and Fyfe, L.,** 1998, Antimicrobial properties of plant essential oils and essences against five important food-borne pathogens, Lett Appl. Microbiol. 26:118-220pp.
- Soll, D.R.,** 2002, Candida commensalism and virulence: the evolution of phenotypic plasticity, Acta Tropica, Vol.81, 101-110pp.
- SPSS,** 2000, Statistical Package for the Social Sciences Version 20.0. SPSS Inc, Chicago.
- Srinivasa, P.C. and Tharanathan, R.N.,** 2007, Chitin/chitosan-safe, ecofriendly packaging materials with multiple potential uses, Food Rev. Int. 23(1):53-72pp.
- Suppakul, P., Miltz, J., Sonneveld, K. and Bigger, S.W.,** 2003, Active packaging technologies with an emphasis on antimicrobial packaging and its applications, Journal of Food Sci. 68:408-420pp.
- Şahbaz, F. ve Turhan, N.,** 1999, Yenilebilir Filmler ve Özellikleri, Dünya Gıda (Kasım), 36-41s.
- Şimsek, B., Sağdıç, O. and Özçelik, S.,** 2007, Survival of *Escherichia coli* O157:H7 during the storage of Ayran produced with different spices, Journal of Food Eng. 78:676-680pp.
- Tharanathan, R.N. and Kittur, F.S.,** 2003, Chitin-the undisputed biomolecule of great potential, Crit. Rev. Food Sci. 43(1):61-87pp.
- Topal, Ş.,** 1987, Kaşar Peyniri Olgunlaşma Evresinde Gelişen Yüzey Küfleri ve Mikotoksin Riskleri, Gıda-193-197s.
- Topal, Ş.,** 1991, Kaşar Peynirlerinde Küflenme ve Ambalajlamanın Önemi, Her Yönüyle Peynir, II. Milli Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu, Trakya Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, 125: 116-124s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Torlak, E.** 2009, Doğal Antimikrobiyal Maddeler İle Hazırlanan Yenilebilir ve Kaplanmış Plastik Filmlerin Gıda Kaynaklı Bazı Patojenlere Etkileri, Doktora Tezi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Truong, V.D., Daubert, C.R., Drake, M.A. and Bexter, S.R.,** 2002, Vane Rheometry for Textural Characterization of Cheddar Cheese, Journal of Food Science, 47, 631-636pp.
- TS 3276,** 2006, Türk Standardı Kaşar Peyniri, ICS 67.100.30, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Uysal, H., Kınık, Ö. ve Kavas, G.,** 2004, Süt ve Ürünlerinde Uygulanan Duyusal Test Teknikleri, E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, İzmir, 560: 101s.
- WHO,** 2006c. WHO Food Additives Series 30 Candelilla wax. <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmv300njoie/12.htm> (Erişim tarihi: 10 Mayıs 2014).
- Wu, L.C. and Bates, R.P.,** 1973, Influence of ingredient upon edible films characteristics, Journal of Food Sci. 38, 783-787pp.
- Yerlikaya, O.** 2008, Kaparili Beyaz Peynir Üretimi ve Kalite Özellikleri Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Zhong, Y., Cavender, G. and Zhao, Y.,** 2014, Investigation of different coating application methods on the performance of edible coatings on Mozzarella cheese, Food Science and Technology 56, 1-8pp.
- Ziani, K., Oses, J., Coma, V. and Mate, J.I.,** 2008, Effect of the presence of glycerol and Tween 20 on the chemical and physical properties of films based on chitosan with different degree of deacetylation, LWT Food Sci. Technol. 41:2159-2165pp.
- Zivanovic, S., Chi, S. and Draughton, A.E.,** 2005, Antimicrobial activity of chitosan films enriched with essential oils, Journal of Food Sci. 70:45-51pp.

ÖZGEÇMİŞ

Derya SAYGILI 10 Ağustos 1987 yılında İzmir’de doğdu. İlk ve orta öğrenimlerini sırasıyla Bornova Melih Tunçay İlköğretim Okulu ve Hayrettin Duran Anadolu Lisesi’nde tamamladı. 2006 yılında Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü’nde lisans eğitime başladı. 2010 yılında adı geçen bölümden mezun olarak gıda mühendisi ünvanı almaya hak kazandı. 2012 yılında Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Süt Teknolojisi Ana Bilim Dalı’nda yüksek lisans eğitime başladı.

EKLER

Ek 1. Sertlik derecesine göre peynirlerin sınıflandırılması

Ek 2. Olgunlaşma durumu ve yöntemine göre peynirlerin sınıflandırılması

Ek 3. Peynirlerin süt yağı miktarına göre sınıflandırılması

Ek 4. Peynirlerin nem ve tuz içerikleri

08.02.2015 tarihli Tebliğ :

Ek-1: Sertlik derecesine göre peynirlerin sınıflandırılması;

Sertlik derecesi	(PYKN) Yağsız peynir kitlesindeki nem oranı (%)	Tolerans(%)
Ekstra sert	PYKN <49	±2
Sert	49 ≤ PYKN <57	
Yarı sert	57 ≤ PYKN < 64	
Yarı yumuşak	64 ≤ PYKN < 70	
Yumuşak	PYKN ≥70	

Ek-2: Olgunlaşma durumu ve yöntemine göre peynirlerin sınıflandırılması

Olgunlaşma		En az olgunlaşma süresi (gün)	
Olgunlaşma yöntemi	Olgunlaşma durumu	Ağırlık>1,5 kg	Ağırlık≤1,5 kg
-Olgunlaştırılmamış	Taze	-	
-Olgunlaştırılmış ¹	Olgunlaştırılmış	90	45
-Küf kültürleri ile Olgunlaştırılmış	Olgunlaştırılmış	90	45
-Salamurada Olgunlaştırılmış	Olgunlaştırılmış	90	90

¹ Küf kültürleri ile ve salamurada olgunlaşma yöntemi dışında kalan olgunlaşma yöntemi

Ek-3: Peynirlerin süt yağı miktarına göre sınıflandırılması;

Sınıfı	Kuru maddede süt yağı (%)
Tam yağlı	45 ≤ süt yağı
Yarım Yağlı	25 ≤ süt yağı < 45
Az Yağlı	10 ≤ süt yağı < 25
Yağsız	10 > süt yağı

Ek:4:Peynirlerin nem ve tuz içerikleri;

	² Nem, % (m/m), En çok	Tuz (NaCl), kuru maddede % (m/m), En çok
^{1,4} Salamurada olgunlaştırılan peynirler	60	7,5
¹ Küf kültürleri ile olgunlaştırılan peynirler	45	5,0
¹ Küf kültürleri ile ve salamurada olgunlaşma yöntemi dışında olgunlaştırılan peynirler	45	4,0
^{1,3,4} Telemesi Haşlanmış peynirler	45	4,0
Peyniraltı suyu peynirleri	75	6,0
Taze Peynirler	80	4,5
Çeşnili Taze Peynirler	80	4,5
Olgunlaştırılmış Beyaz Peynir	60	6,5
Taze Beyaz Peynir	65	6,5
Kaşar Peyniri (Olgunlaştırılmış)	40	4,0
Taze Kaşar Peyniri	45	3,0
Eritme Peyniri	60	4,5
Tulum Peyniri	45	5,0

¹ Belirtilen değerler Taze/Olgunlaştırılmış Beyaz Peynir, Taze/Olgunlaştırılmış Kaşar Peyniri, Tulum Peyniri, Eritme Peyniri, Taze Peynir, Çeşnili Taze Peynirler, Lor ve Peyniraltı Suyu Peynirleri dışında kalan peynirler için geçerlidir.

²Yarım yağlı, az yağlı ve yağsız peynirlerde Ek-4'deki neme ilişkin yüzde değerlere 5 birim ilave edilir. Örneğin, az yağlı ve yağsız tulum peynirinin nem içeriği en çok %50 olmalıdır.

³ Telemesi haşlanmış taze peynirlerdeki Tuz (NaCl), kuru maddede % (m/m),en çok % 3 olarak uygulanır.

⁴ Telemesi haşlanan peynirler salamurada olgunlaştırılması durumunda nem içeriğine göre telemesi haşlanan peynirler sınıfında tuz içeriği yönünden ise salamurada olgunlaştırılan peynirler sınıfında değerlendirilir.