



**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**



DOKTORA TEZİ

**BAKTERİYEL SELÜLOZDAN YENİLEBİLİR FİLM ÜRETİMİ ve KAŞAR
PEYNİRİNDE KULLANIM OLANAKLARI**

Kübranur YILDIZ BAYHAN

DANIŞMAN

Prof. Dr. Hilal ÇOLAK

(danışman imzalı olacaktır)

II. DANIŞMAN

Prof. Dr. Hamparsun HAMPIKYAN

Veterinerlik Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı

Veterinerlik Besin Hijyeni ve Teknolojisi, Doktora Programı

Mayıs, 2024

TEZ KABUL VE ONAYI

Kübranur YILDIZ BAYHAN tarafından, **Prof. Dr. Hilal ÇOLAK** danışmanlığında hazırlanan " **BAKTERİYEL SELÜLOZDAN YENİLEBİLİR FİLM ÜRETİMİ ve KAŞAR PEYNİRİNDE KULLANIM OLANAKLARI** " başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından **01/05/2021** tarihinde yapılan sınav sonucunda **oy birliği** ile başarılı bulunarak **Doktora Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

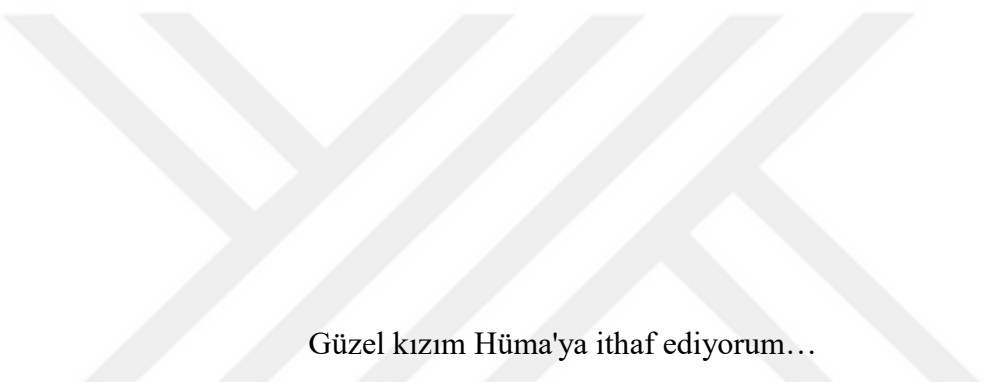
	İmza	Sonuç
DANIŞMAN	Prof. Dr. Hilal ÇOLAK	☒
	İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Üniversitesi	Kabul
	Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı	☐ Ret
ÜYE	Prof. Dr. Ömer ÇETİN	☒
	Rumeli Üniversitesi	Kabul
	Beslenme ve Diyetetik Bölümü	☐ Ret
ÜYE	Prof. Dr. Enver Barış BİNGÖL	☒
	İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Üniversitesi	Kabul
	Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı	☐ Ret
ÜYE	Dr. Öğr. Üyesi Meryem AKHAN	☒
	İstanbul Esenyurt Üniversitesi	Kabul
	Beslenme ve Diyetetik Bölümü	☐ Ret
ÜYE	Dr. Öğr. Üyesi Funda YILMAZ EKER	☒
	İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Üniversitesi	Kabul
	Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı	☐ Ret

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve bilimsel etik kuralları içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını ve her türlü hukuki sorumluluğu aldığımı kabul ederim.

Kübranur YILDIZ BAYHAN

(İmza)



Güzel kızım Hüma'ya ithaf ediyorum...

BÜTÇE DESTEKLERİ

BAKTERİYEL SELÜLOZDAN YENİLEBİLİR FİLM ÜRETİMİ ve KAŞAR PEYNİRİNDE KULLANIM OLANAKLARI

Bu tez çalışması için herhangi bir kurumdan bütçe desteği alınmamıştır.

TEŞEKKÜR

Doktora sürecim boyunca güleryüzü, tatlı dili ve nezaketli tavrıyla akademik hayatımda bana yol gösteren danışmanım sayın Prof. Dr. Hilal Çolak ve bu süreçte yardımını esirgemeyen ikinci danışmanım sayın Prof. Dr. Hamparsun Hampikyan'a

Doktora eğitimim boyunca her zaman desteğini hissettiğim sayın hocam Prof. Dr. Ömer Çetin'e

Yaptığı projelerle kurduğu laboratuvar sayesinde akademik hayatımın ilk çalışmalarını ve tezimi görev yaptığım Siirt Üniversitesi'nde yapma fırsatı yaratan sayın hocam Prof. Dr. Murat Gülmez'e

Laboratuvar çalışmalarımda zorda kaldığım her an yetişen sevgili çalışma arkadaşım Arş. Gör. Sefa Üner'e

Hayatımın her anında yanımda olan ve maddi manevi desteklerini bir an bile esirmeyen canım annem Zennure Yıldız ve canım babam Mehmet Yıldız'a

Tüm tez sürecim boyunca laboratuvar çalışmalarımda yanımda olup yardım eden, en zor ve tükendiğimi hissettiğim anda elimden tutup yeniden başlamama vesile olan yol arkadaşım Vet. Hek. Hüseyin Bayhan'a
Sonsuz şükran ve teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs 2024

Kübranur YILDIZ BAYHAN

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TEZ KABUL VE ONAYI.....	ii
BEYAN	iii
BÜTÇE DESTEKLERİ	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ	x
TABLO LİSTESİ.....	xii
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ	xvi
ÖZET	xvii
ABSTRACT	xviii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE	4
2.1. Yenilebilir Film ve Kaplamalar	4
2.1.1. Protein Bazlı Yenilebilir Filmler.....	6
2.1.2. Lipit Bazlı Yenilebilir Filmler.....	6
2.1.3. Polisakkarit Bazlı Yenilebilir Filmler	7
2.2. Bakteriyel Selüloz.....	12
2.2.1. Bakteriyel Selülozun Yapısı ve Özellikleri.....	12
2.2.2. Bakteriyel Selülozun Uygulama Alanları	13
2.2.3. Bakteriyel Selüloz Üretimi.....	14
2.3. Kombucha.....	22
2.4. Kaşar Peyniri.....	23
2.5. Polisakkarit Bazlı Film ve Kaplamaların Peynirlerde Uygulanması	25
3. YÖNTEM	30
3.1. MATERYAL	30
3.1.1. Bakteri İzolasyonunda Kullanılan Örnek Temini	30
3.1.2. Kaşar Peynirinin Temini	30
3.1.3. Laboratuvarında Kullanılan Kimyasallar	30
3.1.3.1. Bakteri İzolasyon-İdentifikasyonunda Kullanılan Kimyasallar	30

3.1.3.2. Kaşar Peyniri Analizlerinde Kullanılan Kimyasallar	30
3.1.3.3. Bakteriyel Selüloz Saflaştırılmasında ve Film Özelliklerinin İyileştirilmesinde Kullanılan Kimyasallar	31
3.1.4. Laboratuvarında Kullanılan Besiyerleri	31
3.1.4.1. Bakteri İzolasyon-İdentifikasyonunda Kullanılan Besiyerleri	31
3.1.4.2. Kaşar Peyniri Analizlerinde Kullanılan Besiyerleri	32
3.1.5. Laboratuvarında Kullanılan Alet - Ekipman ve Cihazlar.....	32
3.2. YÖNTEM	33
3.2.1. Bakteriyel Selüloz Üreten Mikroorganizmaların İzolasyonu.....	33
3.2.2. Bakteriyel Selüloz Üreten Mikroorganizmaların İdentifikasyonu	33
3.2.3. Film Yapımında Kullanılacak Bakteriyel Selülozun Üretilmesi.....	34
3.2.4. Bakteriyel Selülozun Saflaştırılması	35
3.2.5. Bakteriyel Selüloz Filmin Özelliklerinin İyileştirilmesi	35
3.2.6. Bakteriyel Selüloz Filmin Karakterizasyonu	36
3.2.6.1. Bakteriyel Selüloz Filmin Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) Analizi	36
3.2.6.2. Bakteriyel Selüloz Filmin Fourier Transform Infrared Spektroskopisi (FTIR) Analizi.....	36
3.2.6.3. Bakteriyel Selüloz Filmin Termal Gravimetrik (TGA) Analizi.....	36
3.2.6.4. Bakteriyel Selüloz Filmin X-Işınları Difraktometresi (XRD) Analizi	36
3.2.6.5. Bakteriyel Selüloz Filmin Toprakta Bozunması	36
3.2.6.6. Bakteriyel Selüloz Filmin Kalınlıklarının Ölçülmesi	37
3.2.7. Kaşar Peynirinin Kaplanması.....	37
3.2.8. Kaşar Peynirinde Yapılan Analizler.....	38
3.2.8.1. Mikrobiyolojik Analizler	38
3.2.8.2. Fiziksel ve Kimyasal Analizler	39
3.2.8.3. Duyusal Analizler	42
3.2.9. İstatistiksel Analizler.....	42
4. BULGULAR	43
4.1. Bakteriyel Selüloz Üreten Mikroorganizmaların İzolasyon ve İdentifikasyon Bulguları	43
4.2. Bakteriyel Selüloz Film Karakterizasyon Bulguları	44
4.2.1. Bakteriyel Selüloz Filmin Kalınlıklarının Ölçülmesi	44
4.2.2. Bakteriyel Selüloz Filmin Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) Analizi Bulguları	45
4.2.3. Bakteriyel Selüloz Filmin Fourier Transform Infrared Spektroskopisi (FTIR) Analiz Bulguları	46

4.2.4. Bakteriyel Selüloz Filmin Termal Gravimetrik (TGA) Analiz Bulguları.....	47
4.2.5. Bakteriyel Selüloz Filmin X-Işınları Difraktometresi (XRD) Analiz Bulguları.....	49
4.2.6. Bakteriyel Selüloz Filmin Toprakta Bozunma Bulguları.....	50
4.3. Kaşar Peynir Analiz Bulguları.....	50
4.3.1. Mikrobiyolojik Analiz Bulguları.....	50
4.3.1.1. Toplam Aerobik Bakterilere Ait Analiz Bulguları.....	51
4.3.1.2. Laktik Asit Bakteri Sayılarına Ait Analiz Bulguları.....	53
4.3.1.3. Laktik Streptokok Bakteri Sayılarına Ait Analiz Bulguları.....	56
4.3.1.4. Maya ve Küf Sayılarına Ait Analiz Bulguları.....	57
4.3.2. Fiziksel ve Kimyasal Analizler Bulguları.....	60
4.3.2.1. Kuru Madde Miktarı Bulguları.....	60
4.3.2.2. Yağ Miktarı Bulguları.....	62
4.3.2.3. Kuru Maddede Yağ Miktarı Bulguları.....	64
4.3.2.4. Tuz Miktarı Bulguları.....	66
4.3.2.5. Kuru Maddede Tuz Miktarı Bulguları.....	69
4.3.2.6. Titrasyon Asitliği Bulguları.....	71
4.3.2.7. pH Değeri Bulguları.....	74
4.3.2.8. Kül Analiz Bulguları.....	76
4.3.3. Duyusal Analiz Bulguları.....	79
5. TARTIŞMA.....	80
5.1. Bakteriyel Selüloz Üreten Mikroorganizmaların Değerlendirilmesi.....	80
5.2. Bakteriyel Selüloz Film Karakterizasyon Bulgularının Değerlendirilmesi.....	82
5.3. Kaşar Peyniri Örneklerinin Analiz Bulgularının Değerlendirilmesi.....	84
5.3.1. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları.....	84
5.3.2. Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları.....	89
5.3.3. Duyusal Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	98
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	100
KAYNAKLAR.....	103
EKLER.....	118
İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI.....	119
ETİK KURUL İZİN YAZISI.....	120
KURUM İZNİ YAZILARI.....	121
ÖZGEÇMİŞ.....	122

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 2.1: Yenilebilir filmlerde kullanılan polimerlerin sınıflandırılması	5
Şekil 2.2: Selülozun yapısı (Kulangara ve Sukumaran, 2021)	11
Şekil 2.3: Bakteriyel selülozun moleküler içi ve arası hidrojen bağları (Esa ve diğ. 2014)	12
Şekil 2.4: Bakteriyel nanoselülozun farklı endüstrilerde uygulama alanları (Reshmy ve diğ. 2021).....	13
Şekil 2.5: Statik yöntemle bakteriyel selüloz üretimi (Wahid ve Zhong, 2021)	16
Şekil 2.6: Çalkalamalı yöntemle bakteriyel selüloz üretimi (Wahid ve Zhong, 2021)	16
Şekil 2.7: Statik ve aralıklı besleme statik yöntemlerinin selüloz verimleri (Hsieh ve diğ. 2016).....	17
Şekil 2.8: <i>K. xylinus</i> 'un farklı karbon kaynaklarında selüloz biyosentezi (Raghavendran ve diğ. 2020).....	18
Şekil 2.9: Bakteriyel selülozun in-situ ve ex-situ modifikasyon yolları (Cazón ve Vázquez, 2021).....	20
Şekil 2.10: Kombu çayının üretim basamakları (Laavanya ve diğ. 2021)	23
Şekil 3.2: HS brothta stok kültür	34
Şekil 3.1: 1 L besiyeri şişesinde hazırlanan HS broth	34
Şekil 3.3: 72 × 38 × 18 ölçülerindeki küvetlerde yapılan inkübasyon	34
Şekil 3.4: Bakteriyel selülozun saflaştırılması	35
Şekil 3.5: Bakteriyel selüloz film (BSF) ve polietilen (PE) ile kaplanan kaşar peynirleri.....	37
Şekil 3.6: Kaşar peynirlerin ısıtıcı ile kaplanması	38
Şekil 4.1: Kombu çayından izole edilen bakteri kolonilerin CaCO ₃ - etanol besiyerinde oluşturdukları zonlar.....	43
Şekil 4.2: BSF'lerin 200x ve 1000x büyütmedeki SEM görüntüleri	46
Şekil 4.3: BSF'lerin FT-IR spektrumları	47

Şekil 4.4: BSF'lerin TGA eğrileri	48
Şekil 4.5: BSF'lerin X-RD profilleri	49
Şekil 4.6: PE ile sarılmış kaşar peynirlerin 60. gün fotoğrafları	50
Şekil 4.7: Kaşar peynirlerin Toplam Aerobik Bakteri sayılarındaki değişimler (Log kob/g) ..	53
Şekil 4.8: Kaşar peynirlerin LAB sayısındaki değişimler (Log kob/g)	55
Şekil 4.9: Kaşar peynirlerin laktik streptokok bakteri sayısındaki değişimler (Log kob/g)	57
Şekil 4.10: Kaşar peynirlerin maya - küf sayısındaki değişimler (Log kob/g)	59
Şekil 4.11: Kaşar peynirlerin % kuru madde değişimleri	61
Şekil 4.12: Kaşar peynirlerin % yağ miktarı değişimleri	64
Şekil 4.13: Kaşar peynirlerin kuru maddede yağ miktarı değişimleri	66
Şekil 4.14: Kaşar peynirlerin % tuz miktarı değişimleri	68
Şekil 4.15: Kaşar peynirlerin kuru maddede tuz miktarı değişimleri	71
Şekil 4.16: Kaşar peynirlerin titrasyon asitliği (% LA) değişimleri	73
Şekil 4.17: Kaşar peynirlerin pH değişimleri	76
Şekil 4.18: Kaşar peynirlerin % kül miktarı değişimleri	78

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1: Bakteriyel selüloz üreten mikroorganizmaların izole edildiği kaynaklar	15
Tablo 2.2: Bakteriyel selüloz üretiminde kullanılan karbon kaynakları	19
Tablo 2.3: Bakteriyel selüloz kompozitleri ve özellikleri	21
Tablo 3.1: Duyusal muayenede kullanılan puanlama cetveli ve tanımlamalar	42
Tablo 4.1: HS brothta üretilen bakteriyel selüloz ağırlıkları (30 °C’de 21 gün, 100 ml)	44
Tablo 4.2: Maldi-TOF analiz sonuçları	44
Tablo 4.3: 72 × 38 × 8 cm ölçüdeki küvette üretilen bakteriyel selülozun ağırlıkları	44
Tablo 4.4: BS filmin boy × en ölçüleri ve kalınlık ortalamaları	44
Tablo 4.5: Kaşar peynirlerin Toplam Aerobik Bakteri sayılarındaki değişimler (Log kob/g).51	
Tablo 4.6: BSF ile kaplı peynirlerin Toplam Aerobik Bakteri sayılarına ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin karşılaştırılması	51
Tablo 4.7: PE ile kaplı peynirlerin Toplam Aerobik Bakteri sayılarına ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin karşılaştırılması	51
Tablo 4.8: BSF ile kaplı peynirlerin Toplam Aerobik Bakteri sayılarına ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin ikili karşılaştırılması.....	52
Tablo 4.9: PE ile kaplı peynirlerin Toplam Aerobik Bakteri sayılarına ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin ikili karşılaştırılması.....	52
Tablo 4.10: Kaşar peynirlerin LAB sayısındaki değişimler (Log kob/g).....	53
Tablo 4.11: BSF ile kaplı peynirlerin LAB sayısındaki değişimlere ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin karşılaştırılması	54
Tablo 4.12: PE ile kaplı peynirlerin LAB sayısındaki değişimlere ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin karşılaştırılması	54
Tablo 4.13: PE ile kaplı peynirlerin LAB sayısındaki değişimlere ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin ikili karşılaştırılması.....	54
Tablo 4.14: PE ile kaplı peynirlerin LAB sayısındaki değişimlere ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin ikili karşılaştırılması.....	55

Tablo 4.15: Kaşar peynirlerin laktik streptokok bakteri sayısındaki değişimler (Log kob/g)..	56
Tablo 4.16: BSF ile kaplı peynirlerin laktik streptokok bakteri sayısındaki değişimlere ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin karşılaştırılması.....	56
Tablo 4.17: PE ile kaplı peynirlerin laktik streptokok bakteri sayısındaki değişimlere ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin karşılaştırılması.....	56
Tablo 4.18: Kaşar peynirlerin maya - küf sayısındaki değişimler (Log kob/g)	57
Tablo 4.19: BSF ile kaplı peynirlerin maya - küf sayısındaki değişimlere ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin karşılaştırılması	58
Tablo 4.20: PE ile kaplı peynirlerin maya- küf sayısındaki değişimlere ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin karşılaştırılması	58
Tablo 4.21: BSF ile kaplı peynirlerin maya - küf sayısındaki değişimlere ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin ikili karşılaştırılması.....	58
Tablo 4.22: PE ile kaplı peynirlerin maya - küf sayısındaki değişimlere ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin ikili karşılaştırılması.....	59
Tablo 4.23: Kaşar peynirlerin % kuru madde değişimleri	60
Tablo 4.24: BSF ile kaplı peynirlerin kuru madde değerlerine ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin karşılaştırılması	60
Tablo 4.25: PE ile kaplı peynirlerin kuru madde değerlerine ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin karşılaştırılması	60
Tablo 4.26: BSF ile kaplı peynirlerin kuru madde değerlerine ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin ikili karşılaştırılması	61
Tablo 4.27: Kaşar peynirlerin % yağ miktarı değişimleri	62
Tablo 4.28: BSF ile kaplı peynirlerin yağ miktarına ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin karşılaştırılması.....	62
Tablo 4.29: PE ile kaplı peynirlerin yağ miktarına ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin karşılaştırılması.....	62
Tablo 4.30: BSF ile kaplı peynirlerin yağ miktarına ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin ikili karşılaştırılması	63
Tablo 4.31: PE ile kaplı peynirlerin yağ miktarına ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin ikili karşılaştırılması	63
Tablo 4.32: Kaşar peynirlerin kuru maddede yağ miktarı değişimleri.....	64
Tablo 4.33: BSF ile kaplı peynirlerin kuru maddede yağ değerlerine ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin karşılaştırılması	65

Tablo 4.34: PE ile kaplı peynirlerin kuru maddede yağ değerlerine ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin karşılaştırılması	65
Tablo 4.35: PE ile kaplı peynirlerin kuru maddede yağ değerlerine ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin ikili karşılaştırılması	65
Tablo 4.36: Kaşar peynirlerin % tuz miktarı değişimleri	66
Tablo 4.37: BSF ile kaplı peynirlerin tuz değerlerine ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin karşılaştırılması	67
Tablo 4.38: PE ile kaplı peynirlerin tuz değerlerine ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin karşılaştırılması	67
Tablo 4.39: BSF ile kaplı peynirlerin tuz değerlerine ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin ikili karşılaştırılması	67
Tablo 4.40: PE ile kaplı peynirlerin tuz değerlerine ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin ikili karşılaştırılması	68
Tablo 4.41: Kaşar peynirlerin kuru maddede tuz miktarı değişimleri	69
Tablo 4.42: BSF ile kaplı peynirlerin kuru maddede tuz değerlerine ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin karşılaştırılması	69
Tablo 4.43: PE ile kaplı peynirlerin kuru maddede tuz değerlerine ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin karşılaştırılması	69
Tablo 4.44: BSF ile kaplı peynirlerin kuru maddede tuz değerlerine ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin ikili karşılaştırılması	70
Tablo 4.45: PE ile kaplı peynirlerin kuru maddede tuz değerlerine ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin ikili karşılaştırılması	70
Tablo 4.46: Kaşar peynirlerin titrasyon asitliği (% LA) değişimleri	71
Tablo 4.47: BSF ile kaplı peynirlerin % LA değerlerine ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin karşılaştırılması	72
Tablo 4.48: PE ile kaplı peynirlerin % LA değerlerine ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin karşılaştırılması	72
Tablo 4.49: BSF ile kaplı peynirlerin % LA değerlerine ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin ikili karşılaştırılması	72
Tablo 4.50: BSF ile kaplı peynirlerin % LA değerlerine ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin ikili karşılaştırılması	73
Tablo 4.51: Kaşar peynirlerin pH değişimleri	74
Tablo 4.52: BSF ile kaplı peynirlerin pH değerlerine ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin karşılaştırılması	74

Tablo 4.53: PE ile kaplı peynirlerin pH değerlerine ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin karşılaştırılması.....	74
Tablo 4.54: BSF ile kaplı peynirlerin pH değerlerine ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin ikili karşılaştırılması	75
Tablo 4.55: PE ile kaplı peynirlerin pH değerlerine ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin kili karşılaştırılması	75
Tablo 4.56: Kaşar peynirlerin % kül miktarı değişimleri.....	76
Tablo 4.57: BSF ile kaplı peynirlerin kül miktarlarına ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin karşılaştırılması.....	77
Tablo 4.58: PE ile kaplı peynirlerin kül miktarına ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin karşılaştırılması.....	77
Tablo 4.59: BSF ile kaplı peynirlerin kül miktarına ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin ikili karşılaştırılması	77
Tablo 4.60: PE ile kaplı peynirlerin kül miktarına ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin ikili karşılaştırılması.....	78
Tablo 4.61: Gruplar ile pH, % LA, kuru madde, tuz, kuru maddede tuz, yağ, kuru maddede yağ, kül, TAMB, laktik streptokok, LAB ve maya - küf değerlerinin karşılaştırılması.....	78
Tablo 4.62: BSF ile sarılan kaşar peynirlerin 90. günde ki duyusal analiz puanları	79

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler	Açıklama
°C	: Santigrad derece
%	: Yüzde

Kisaltmalar	Açıklama
N	: Normal
M	: Molar
g	: Gram
mg	: Miligram
NaOH	: Sodyum Hidroksit
dk	: Dakika
ml	: Mililite
kV	: Kilovalt
L	: Litre
w/v	: Ağırlık : hacim
LA	: Laktik asit
BS	: Bakteriyel selüloz
BSF	: Bakteriyel selüloz filmi
PE	: Polietilen
PVA	: Polivinil alkol
PVOH	: Polivinil alkol
Gr (-)	: Gram negatif
Gr (+)	: Gram pozitif

ÖZET

[DOKTORA TEZİ]

[BAKTERİYEL SELÜLOZDAN YENİLEBİLİR FİLM ÜRETİMİ VE KAŞAR PEYNİRİNDE KULLANIM OLANAKLARI]

[Kübranur YILDIZ BAYHAN]

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Veterinerlik Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı

Veterinerlik Besin Hijyeni ve Teknolojisi, Doktora Programı

[Danışman : Prof. Dr. Hilal ÇOLAK]

II. Danışman : Prof. Dr. Hamparsun HAMPIKYAN |

Bu çalışma, bakteriyel selülozdan üretilen film ile kaplanan kaşar peynirlerde muhafaza süresi boyunca fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik değişimlerin incelenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla, kombu çayından selüloz üreten *Komagataeibacter* sp. izole edilmiş ve bakteriyel selüloz elde edilmiştir. Elde edilen bakteriyel selüloz kurutularak % 5 (w/v) ilaveli glikoz ve polivinil alkolden hazırlanan çözeltide bekletilerek film üretimi gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan bakteriyel selüloz filmin (BSF) kalınlık, SEM, FT-IR, TGA, XRD ve toprakta bozunma hızı incelenmiştir. BSF ve kontrol grubu olan polietilen poşet ile kaşar peynirleri kaplanarak, örnekler 90 günlük depolama süresinin 1.,7.,30.,60. ve 90. günlerinde fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizlere tabi tutulmuştur. BSF'nin ortalama 0,03 mm kalınlığında olduğu belirlenmiştir. SEM analizinde beyaz noktalara ve yer yer çatlaklara rastlanırken, FT-IR, TGA ve XRD bulguları yapılan diğer çalışmalarla da benzerlik gösterdiği tespit edildi. Filmin 7. gün sonunda % 34 bozunma kapasitesi olduğu belirlendi. Depolama süresi boyunca peynir örneklerinde *S. aureus* ve koliform grubu bakterilere rastlanmazken, BSF grubu peynirlerde TAMB, LAB, laktik streptokok ve maya - küf sayılarında azalma görülmüştür. Örneklerin nem kaybına bağlı olarak ağırlıklarında azalma, kuru madde, yağ, tuz oranlarında artma görülürken, kıvam olarak sert ve kırılgan bir yapıda olduğu gözlenmiştir. Sonuç olarak, BSF ile kaplı peynirlerde istenmeyen mikrobiyal aktivite engellenmiş fakat kalite kayıpları meydana gelmiştir.

Mayıs 2024 , |141| sayfa.

Anahtar kelimeler: [Bakteriyel selüloz, Yenilebilir film ve kaplamalar, Kaşar peyniri |

ABSTRACT

Ph.D. THESIS

PRODUCTION OF EDIBLE FILM FROM BACTERIAL CELLULOSE and ITS USAGE POSSIBILITIES IN KASHAR CHEESE

Kubranur YILDIZ BAYHAN

İstanbul University-Cerrahpaşa

Institute of Graduate Studies

Department of Food Hygiene and Technology

Department of Food Hygiene and Technology Programme

Supervisor : Prof. Dr. Hilal COLAK

Co-Supervisor: Prof. Dr. Hamparsun HAMPIKYAN

[This study examines the physical, chemical, and microbiological differences occurring during the storage period of kashar cheese coated with a film made of bacterial cellulose. To this end, *Komagataeibacter sp.*, which can produce cellulose from kombucha, was isolated, and from this, bacterial cellulose was obtained. The obtained bacterial cellulose was dried out and kept in a solution made out of 5% (w/v) added glucose and polyvinyl alcohol to produce a film. The thickness, SEM, FT-IR, TGA, XRD, and soil decomposition rates of the prepared bacterial cellulose film (BCF) were examined. Some of the Kashar cheese were coated with BCF, and those included in the control group were coated with polyethylene bags, and the samples were subjected to physical, chemical, and microbiological analyses on the 1st, 7th, 30th, 60th, and 90th days of the 90 - day storage period. The mean thickness of BSF was found 0.03 mm. While white spots and local cracks were observed in the SEM analysis, the FT-IR, TGA, and XRD findings were similar to other studies. It was found on the 7th day of the film production that the film has a decomposition capacity of 34%. We did not encounter *S. aureus* and coliform group bacteria during the storage period, and TAMB, LAB, lactic streptococci, and yeast mold numbers were observed to decline in the group with BCF. While the weight of the samples decreased due to moisture loss, an increase was observed in the dry - matter, fat, and salt rates, and the cheese samples had a hard and fragile consistency. In conclusion, the undesirable microbial activity in the cheese coated with BCF was avoided; however, in these samples, the quality loss occurred as well.]

May 2024, [141] pages.

Keywords: [Bacterial cellulose, Edible film and coating, Kashar cheeses]

1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun artışına paralel olarak beslenme ihtiyacı da artış göstermektedir. Bu ihtiyacın karşılanması amacıyla üretilen gıda ürünlerinde meydana gelebilecek kayıp ve israfın önlenmesi büyük önem taşımaktadır. Gıda kayıp ve israfının engellenmesi, gıda tedarik zincirinin sürdürülebilirlik yönetimi bakımından da önem arz etmektedir. Bu açıdan gıda ambalaj materyalleri etkin bir role sahiptir (Lindh ve diğ. 2016).

Gıdalar duyarlı oldukları iç, dış ve implitik faktörlerin etkisiyle biyolojik, kimyasal ve fiziksel bozulmalara uğrarlar. Bu durum üretilen gıdaların raf ömrünü kısaltır veya kalite kayıplarına sebep olur (Berk, 2018). Her gıdaya uygun üretim, hasat, taşıma ve optimum depolama koşullarının sağlanmasıyla meydana gelebilecek gıda kayıpları büyük ölçüde azaltılmaktadır (Tan ve diğ. 2023). Bu noktada en önemli araç, gıdaya uygun olarak seçilen ambalajlardır (Üçüncü, 2011). Ambalajlar sadece gıdaları koruyarak raf ömrünü uzatmakla kalmaz aynı zamanda gıdanın taşınmasını ve kullanımını kolaylaştırır. Bunun yanı sıra ürün hakkında tüketiciyle iletişim halinde olup sahip olması gereken bilgiyi verir (Lindh ve diğ. 2016).

Gıda ambalajları genel olarak sert veya esnek materyallerden yapılmaktadır. Sert olan materyaller cam, plastik, çömlek, tahta, alüminyum; esnek olanlar ise filmler, plastikler, kağıtlar ve kumaşlardır (Radoor ve diğ. 2023). Bu materyallerden bir, iki veya daha fazlası kombine edilerek istenilen özellikte ambalajlar üretilmektedir.

Ambalajların gıda israfını önlemedeki rolü yadsınamaz nitelikte olsa da bu amaçla kullanılan materyallerin önemli bir bölümü doğada bozunmaları uzun yıllar aldığından çevresel yükü artırmaktadır (Sasaki ve diğ. 2022). Özellikle doğal olmayan petrol türevi sentetik polimerden üretilen plastiklerin, kullanım kolaylığı ve ekonomik olarak uygun olması sebebiyle sıklıkla tercih edilir. Her yıl üretilen plastiklerin yaklaşık % 40'ı ambalaj sektöründe yer alırken bu oranın % 70'i gıda ambalajı amacıyla kullanılır (Emblem, 2012). Bu nedenle plastiğin yerini alabilecek çevre dostu ambalaj materyallerine olan ilgi gün geçtikçe artmaktadır (Chen ve diğ. 2024).

Çeşitli mikroorganizmaların salgıladığı enzimlerle hızla parçalanarak doğada daha kısa süreliğine kalıntı bırakan ve bu sayede çevre dostu olarak anılan yenilebilir film ve kaplamalara olan ilgi son yıllarda artmıştır. İlk defa 12. ve 13. yy.da Çin'de turuncgillerin muhafazasında

kullanım alanı bulan yenilebilir kaplamaların farklı gıdalarda ambalaj amacıyla kullanımı 16. yy.da Avrupa’da uygulanmaya başlamıştır (Subhasri ve diğ. 2023).

Ancak dünya nüfusunun hızla artmasıyla değişen yaşam koşullarının etkisinin bir sonucu olarak kullanımı ve üretimi daha kolay olan ambalaj materyallerine yönelim olduğundan yenilebilir film ambalajları arka planda kalmıştır (Silva ve diğ. 2023b).

Yenilebilir film ve kaplamalar, gıdaların özelliklerinin korunması veya iyileştirilmesi sayesinde raf ömrünü artıran, biyobozunur karakterde ve uygulandıkları gıda ile birlikte tüketilebilen malzemelerdir. Bu malzemeler etkilerini gıdalarda gerekli olan gaz, nem ve lipit bariyerini sağlayarak göstermektedir (Jurić ve diğ. 2024). Aynı zamanda film çözeltisine eklenen aroma bileşenleri, ekstraktlar, esansiyel yağlar, antioksidan veya antimikrobiyaller gibi katkı maddeleri ve aktif bileşenlerin taşıyıcısı olma özelliği de bulunmaktadır (Kaur ve diğ. 2023).

Yenilebilir film ve kaplamalar polisakkarit, protein ve lipit kaynaklı biyopolimerlerden oluşmaktadır. Tek polimer ile oluşturulan filmler fiziksel ve mekanik özellikleri bakımından kabul edilebilir olmadığından iki ve/veya daha fazla polimer kombinasyonları kullanılmaktadır (Ribeiro ve diğ. 2023). Yapısı gereği kırılgan olan bu filmler ile birlikte esneklik oluşturmak ve film üretmedeki sıcaklığı düşürüp, yapışmayı önleyerek işleme kolaylığı sağlamak için plastikleştiriciler kullanılmaktadır (Sothornvit ve Krochta, 2005).

Polisakkarit bazlı yenilebilir filmler bitkisel, hayvansal, mikrobiyal ve deniz kökenli olmak üzere 4 grupta incelenir (Mohamed ve diğ. 2020). Bitkilerin hücre duvarının yapısal bir bileşeni olan ve yeryüzünde bol bulunan selüloz, film yapımında çok kullanılan polisakkarit bazlı polimerdir. Selülozun çeşitli kaynaklardan elde edilebilmesi ve iyi film oluşturma özelliğine sahip olması nedeniyle yenilebilir ambalajlarda kullanımına sık rastlanmaktadır (Yıldırım-Yalcin ve diğ. 2022). Ancak bitkisel selülozun içerdiği lignin, hemiselüloz ve pektin nedeniyle saf olarak izole edilmesi zor ve pahalıdır. Buna ek olarak proses gereği kullanılan kimyasallardan dolayı da çevre dostu olarak kabul edilmemektedir. Bu durum bakteriyel selüloza olan ilgiyi artırmıştır (Cazón ve diğ. 2020b). İlk olarak 1886 yılında keşfedilen bakteriyel selülozun toksik etkisinin bulunmaması, yüksek gerilme mukavemeti sayesinde mekanik darbelere dayanıklı olması ve nem absorpsiyon kapasitesinin yüksek olması sebebiyle bitkisel selüloza karşı iyi bir alternatif olduğu düşünülmektedir (Lin ve diğ. 2020). Ancak bakteriyel selülozdan elde edilen yenilebilir filmin direk gıdalarda uygulandığı çalışmalar sınırlıdır.

Laktik asit fermentasyonunun sonucunda oluşan yarı sert peynirlerden kaşar peyniri, besinsel içeriğinin zengin olması ve içerdiği yüksek nem oranı sebebiyle mikrobiyal kontaminasyona çok duyarlıdır (Seydim ve diğ. 2020). Özellikle olgunlaştırma periyodu boyunca peynir yüzeyinde meydana gelen küf kontaminasyonu kalite ve ekonomik kaybın önemli bir nedenini oluştururken aynı zamanda toksik özellikteki küfler sebebiyle sağlık açısından birtakım risklere neden olmaktadır. Oluşan kontaminasyonun bertaraf yöntemlerinin etkili olmadığı göz önüne alındığında bu durumun meydana gelmeden engellenmesi çok önemlidir (Topal, 1987). Bu noktada yenilebilir ambalajların etkili olduğu fark edilmiş ve çeşitli film bileşenlerinden oluşan bazı çalışmalar yapılmıştır (Sarioğlu ve Zübeyde, 2006; Seydim ve diğ. 2020; Erkaya-Kotan ve diğ. 2023; Dıblan ve Kaya, 2023).

Bu tez çalışması, kombu çayından mikrobiyal selüloz üreten bakterilerin izole ve identifiye edilerek bu bakterilerden yenilebilir film elde etmek ve bu filmler ile kaplanan kaşar peynirinin 90 günlük muhafaza süresi boyunca fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik değişimlerini incelemek amacıyla yapılmıştır.

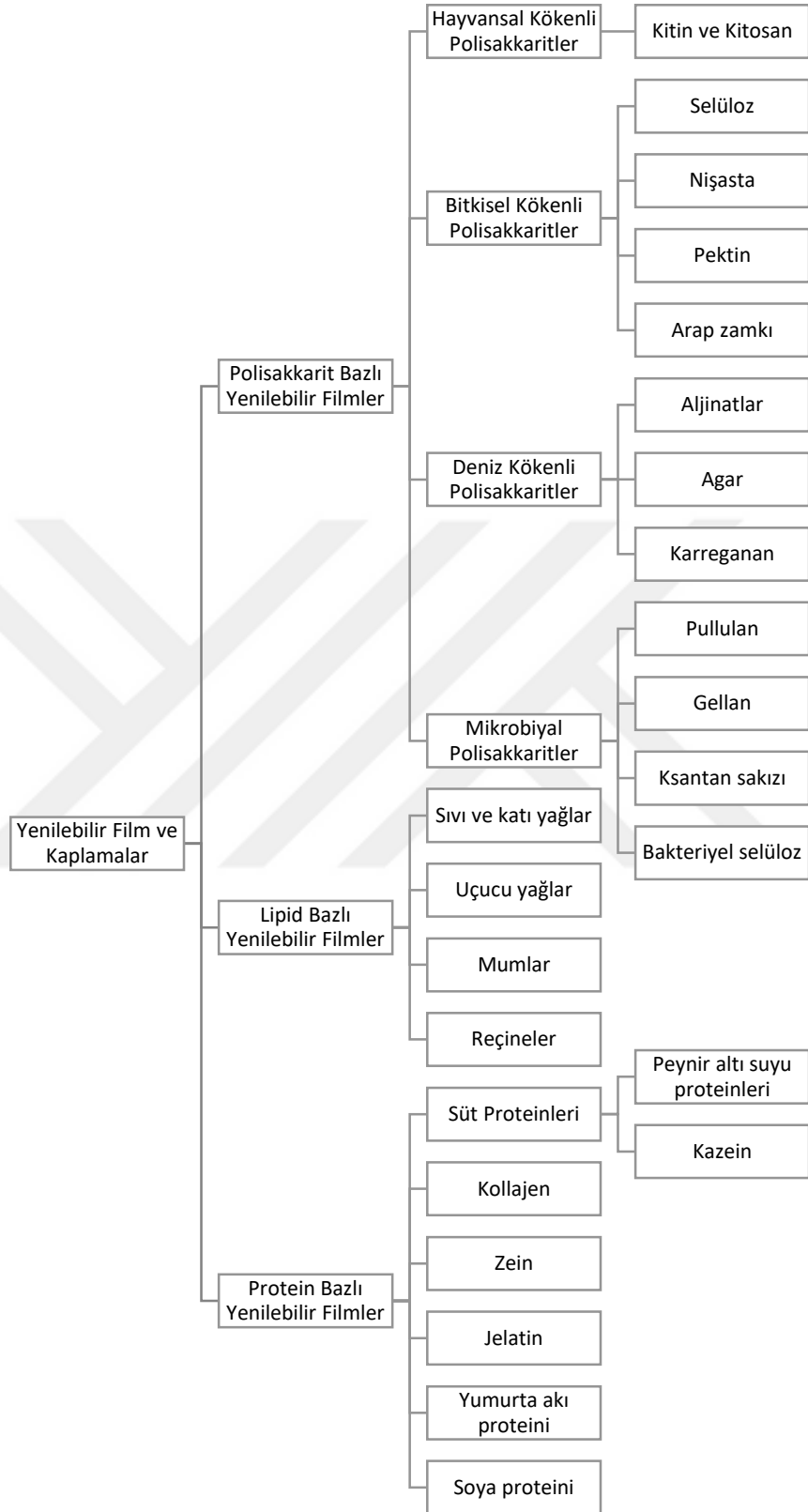
2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Yenilebilir Film ve Kaplamalar

Yenilebilir ambalaj, gıdalarda oluşabilecek kalite kayıplarını önlemek ve raf ömrünü uzatmak amacıyla gıdaların yüzeyine veya katmanları arasına uygulanan film ve kaplamalardır (Petkoska ve diğ. 2021). Yenilebilir ambalajlar uygulandıkları gıdaları fiziksel, kimyasal ve biyolojik bozulmalardan korur. Bu işlevlerini çevre ile gıda arasında oluşturduğu iyi bariyer sayesinde gerçekleştirmektedir. Gıdalarda sağladığı nem ve gaz bariyeri oluşabilecek tat ve aroma kayıplarını azaltır, mikrobiyal gelişmeye engel olur. Buna ek olarak UV ışık bariyeri de gıdalarda bulunan yağların oksidasyonunu önler. Aynı zamanda antioksidan, antimikrobiyal gibi bazı aktif maddelerin taşınmasında yardımcı olur (Soukoulis ve diğ. 2014). Yenilebilir ambalajların sentetik ambalajlara göre en büyük farkı, gıda ile birlikte tüketilebilmesidir. Bu özelliğinden dolayı, toksik ve alerjik olmamalı, sindirilmeyen besin maddelerini içermemelidir (Menezes ve Athmaselvi, 2018).

Yenilebilir film ve kaplama terimleri birbirinin yerine kullanılsa da gıdaya uygulanma şekilleri farklılık göstermektedir. Yenilebilir kaplamalarda gıda yüzeyi hazırlanan film çözeltisine daldırılabilir, püskürtülebilir veya fırça yardımıyla sürülebilir. Ardından farklı sıcaklıklarda kurutmaya bırakılır (Ribeiro ve diğ. 2023; Cerqueira, 2019). Yenilebilir film yapımında ise ıslak ve kuru işlem uygulanır. Genellikle ıslak işlemin uygulandığı yöntemde hazırlanan karışım bir çözücü içinde çözündürülüp homojen hale getirilir ardından kalıba dökülerek çözeltinin içerisinde bulunan çözücünün buharlaşmasıyla film oluşumu gerçekleşir. Yenilebilir film elde etmek için bir diğer yöntem ise kuru işlemdir. Bu yöntemde malzemelerin termal stabilitesinden yararlanarak bir çözücü kullanılmadan akışkanlık kazandırılır (Cerqueira, 2019).

Yenilebilir film ve kaplamalarda kullanılan polimerler polisakkarit, protein, lipid ve bunların karışımları olan kompozitlerdir (Jurić ve diğ. 2024) (Şekil 2.1). Polisakkarit ve proteinler için genellikle hidrokolloid terimi kullanılmaktadır. Bu polimerler hidrofilik özelliğe sahiptir (Petkoska ve diğ. 2021).



Şekil 2.1: Yenilebilir filmlerde kullanılan polimerlerin sınıflandırılması

2.1.1. Protein Bazlı Yenilebilir Filmler

Proteinler 20 farklı tip aminoasidin peptit bağlarıyla bağlanarak meydana getirdiği karmaşık özellikte biyopolimerlerdir (Basumatary ve diğ. 2023). Protein bazlı filmler, proteinlerin denatürasyonu ile moleküller arası oluşturan peptit zincirlerinin meydana gelmesiyle üretilir (Menezes ve Athmaselvi, 2018). Proteinlerin içerdiği aminoasitlerin sayısı ve polipeptit zincirindeki dizilimine göre film ve kaplama özellikleri değişiklik göstermektedir. Aynı zamanda içerdikleri çok sayıda fonsiyonel grup sayesinde oluşturulan filmler güçlü ve viskoelastik özellikte olabilmektedir (Basumatary ve diğ. 2023).

Proteinler amfifilik moleküller olduklarından dolayı hem hidrofobik hem de hidrofilik bölgelere sahiptirler (Enujiugha ve Oyinloye, 2019). Protein bazlı film ve kaplamaların yüksek gaz bariyeri özellikleri mevcutken, hidrofilik yapılarından dolayı neme karşı hassaslardır. Moleküller arası bağların, hidrofobik ve elektrostatik kuvvetlerin protein zinciriyle olan etkileşimi nedeniyle kırılabilir özelliktedirler. Bu durum kullanımlarını sınırlamaktadır (Basumatary ve diğ. 2023; Chiralt ve diğ. 2018).

2.1.2. Lipit Bazlı Yenilebilir Filmler

Lipitler çözünbilmeleri için bazı organik çözücülere ihtiyaç duyan ve yüksek sıcaklıklarda işlenebilen organik maddelerdir. Suda çözünmeyen veya çok az çözünen lipitler basit, bileşik ve türev lipitler olarak üçe ayrılır. Basit lipitler sıvı, katı yağlar ve mumlar; bileşik lipitler fosfolipitler ve glikolipitler; türev lipitler ise steroidler, terpenler ve karotenoidler olarak gruplandırılmaktadır. Lipit bazlı yenilebilir film ve kaplamalar sıvı ve katı yağlar, mumlar ve reçinelerden oluşur. Yenilebilir ambalaj yapımında sıklıkla tercih edilen mumlar tarihte ilk olarak taze ürünlerde nem kaybını önlemek sonraki yıllarda ise parlaklık katmak amacıyla kullanılmıştır (Zubair ve diğ. 2021). Lipit bazlı film ve kaplamaların sahip olduğu yüksek nem bariyeri, kullanılan lipitlerin bileşimi, yağ asidi zincir uzunluğu ve fiziksel durumuna göre değişiklik gösterir. Aynı zamanda diğer polimerlerle oluşturulan kombinasyonları da film ve kaplamaların nem bariyer özelliğini etkileyen faktörlerden biridir (Basumatary ve diğ. 2023). Hidrofilik özelliklerinden dolayı kullanımları sınırlı olan protein ile polisakkarit içerikli film ve kaplamaların, nem ve gaz bariyer özellikleri lipitler ile kombinasyonları sayesinde iyileşmektedir. Ancak lipit bazlı film ve kaplamaların mekanik özelliklerinin zayıf olması üretilmelerini zorlaştırmaktadır (Zubair ve diğ. 2021).

2.1.3. Polisakkarit Bazlı Yenilebilir Filmler

Biyobazlı ve biyolojik olarak parçalanabilen polimerler biyoplastik olarak tanımlanmaktadır. Plastiklerden oluşan çevresel kirlilik biyoplastiklere olan ilgiyi artırmaktadır (Moshood ve diğ. 2022). Polisakkaritler de bu sınıfa dahil edilmektedir (Janik ve diğ. 2023). Glikozit bağ sayesinde çok sayıda monosakkaritin birleşmesiyle oluşan polisakkaritler, doğada çok yaygın olarak bulunan makromoleküllerdir. Polisakkaritler kimyasal olarak ikiye ayrılırlar; aynı monosakkaritlerin birleşmesiyle oluşan homopolisakkaritler ve farklı monosakkaritlerin ile oluşan heteropolisakkaritler olarak adlandırılır (Majhi ve Yadav, 2021). Polisakkaritler elde edildikleri kaynaklara göre ise 4 grupta incelenir. Bunlar; bitkisel kaynaklı (nişasta, selüloz, β -glukan, lignin, pektin ve sakız guar) hayvansal kaynaklı (kitin ve kitosan), alglerden elde edilenler (aljinat, agar ve karragenan) ve mikroorganizma kaynaklıdır (dekstran, pullulan, ksantan sakızı ve bakteriyel selüloz) (Abedin ve diğ. 2024). Polisakkaritlerin bulunduğu kaynaklardan ekstraksiyonu geleneksel ve geleneksel olmayan yöntemlerle gerçekleştirilebilir (Adhikary ve diğ. 2023).

Polisakkarit ile oluşturulan yenilebilir ambalajların neme duyarlılığı, su buharı geçirgenliği yüksektir. Ayrıca mekanik özellikleri zayıf ve sahip olduğu polimerik zincirler arasındaki etkileşim nedeniyle kırılmandır. Bu olumsuzlukları bertaraf etmek amacıyla genellikle farklı tip polimerler ile birleştirilmektedir (Ribeiro ve diğ. 2023).

Polisakkarit bazlı film geliştirmek için izlenecek işlem basamakları kısaca şu şekilde açıklanabilir; uygulanacak gıdanın özelliklerine ve ulaşılmak istenen amaca uygun olarak seçilen polimer ve plastikleştirici ile diğer katkı maddelerinden oluşan film çözeltisi hazırlaması, bu çözeltinin jele dönüştürülmesini sağlaması son olarak jelin ince tabakalı filme dönüştürülmesidir (Yao ve diğ. 2024).

- Kitin/Kitosan

Doğada bol miktarda bulunan kitin böcek ve kabukluların dış iskeletinde yapısal olarak görev alan homopolisakkarittir. Kitinden alkali ortamda deasetilasyon yoluyla kitosan elde edilir. Kitosanın içerdiği D-gukozamin ve N-asetil-D-glukozamin monosakkaritleri $\beta(1-4)$ bağı ile doğrusal olarak bağlanmışlardır (Methacanon ve diğ. 2003). Kitosan molekülünde hidroksil ve amin gruplarından oluşan fonksiyonel gruplar bulunmaktadır. Bu gruplar kitosana farklı fizikokimyasal özellikler katar ve bunun yanı sıra kimyasal modifikasyon imkanı da vermektedir. Kitosan biyobozunur karakterde biyoyumlu olmasının yanında antifungal, antimikrobiyal özellikler gösteren, toksik ve alerjik olmayan ve iyi film oluşturma yeteneğine

sahip bir biyopolimerdir (Mujtaba ve diğ. 2019). Kitosan bazlı filmlerin özellikleri kitosanın moleküler ağırlığı ve deasetasyon derecesine göre değişiklik göstermektedir. Moleküler ağırlığının artması filmlerin çekme mukavemeti ve uzamasını aynı zamanda su buharı geçirgenliğini de artırır. Deasetilasyon derecesinin yüksek olması ise filmlerin daha kırılğan olmasına ve daha az nem tutmasına sebep olmaktadır (Nunthanid ve diğ. 2001).

- Nişasta

Nişasta bitkisel kaynaklı homopolisakkarit yapıda depo bir karbonhidrattır. Amiloz ve amilopektinde biyopolimerlerinden oluşan granüller içerir. Bu polimerlerin içerdiği glikoz birimleri; genellikle doğrusal yapı gösteren amilozda α -(1-4) bağı, dallanmış yapıda bulunan amilopektin ise α -(1-4) ve α -(1-6) bağları ile birleşmiş haldedir (Preiss, 2018). Granüllerin içerdiği amiloz ve amilopektin oranları nişastanın yapı ve işleme özelliklerini etkilemektedir (Veiga-Santoz ve dos Ouros, 2024). Nişasta doğada bol miktarda bulunan, toksik olmayan, uygulandığı gıdanın tat özelliklerini etkilemeyen, ekonomik ve biyolojik olarak parçalanabilen bir polimerdir. Nişastanın bu özellikleri yenilebilir film ve kaplamalar için oldukça elverişli olmaktadır (Almasi ve diğ. 2010). Ancak içerdiği serbest hidroksil grupları neme karşı duyarlı olmasına sebep olmaktadır. Aynı zamanda amilopektinin dallanmış yapısı hazırlanan filmin kırılğan halde olmasına bu da mekanik özelliklerin zayıf olmasına sebep olmaktadır. Bu durum nişastanın ambalaj malzemesi olarak kullanımını sınırlamaktadır (Ortega-toro ve diğ. 2017; Koch, 2018).

- Pektin

Pektin çoğunlukla narenciye kabukları olmak üzere çeşitli meyve ve sebzelerden elde edilen bir karbonhidrattır (Chen ve diğ. 2021). En fazla dallanma gösteren makromolekül olarak kabul edilir ve 17 farklı monosakkaritten oluşmaktadır. Pektin bitkilerde selüloz fibrillerini bağlayıcı olarak görev yaparken gıda endüstrisinde jel oluşturma kapasitesi, çözünürlük ve emülsifiye edici özelliklerinden faydalanılmaktadır (Zhao ve diğ. 2023; Chen ve diğ. 2021). Aynı zamanda sağlık açısından risk oluşturmaması, biyoyumlu, ekonomik olması ve atık ürünlerden elde edilmesi sebebiyle yenilebilir ambalaj polimeri olarak kullanılmaktadır (Shivangi ve diğ. 2021). Film özellikleri ise kullanılan pektinin moleküler ağırlığı, elde edildiği kaynak ve ekstrüzyon yöntemine göre değişmektedir (Zhao ve diğ. 2023).

- Arap zımkı

Akasya türü ağaçların gövde ve yapraklarından elde edilen heteropolisakkarit yapıda bir karbonhidrattır. Karmaşıık özellikteki kimyasal bileşimi ağaçların yaşına, toprağı ve elde edilen iklime göre değışiklik gösterir. Sıcak ve soğıuk suda, kısmi derecede alkolde çözünürken, yağlarda ve organik çözücülerde özünmez. İçerdiği hidrofilik ve hidofobik moleküller sayesinde emülgatör ve stabilizatör olarak kullanılmaktadır. Arap zımkı toksik özellik göstermez aynı zamanda renksiz, tatsız ve kokusuzdur. Düşük viskozite oluşturma özelliğı ve yüksek su tutma kapasitesi bulunmaktadır. Film oluşturan arap zımkı genel olarak diğerk polimerlerle kombine şekilde bulunur ve çapraz bağlanma maddesi olarak kullanılmaktadır (Mariod, 2018).

- Aljinat

Aljinat deniz yosunundan ekstrakte edilen suda çözünen heteropolisakkarit yapıda bir karbonhidrattır. Aljinatın en önemli özelliğı, karboksil gruplarının metal katyonlarla olan ilişkisi sayesinde jel meydana getirebilmesidir. Bu durum polimeri oluşturan monosakkaritlerin sayısı, dizilimi ve oranı ile değışiklik göstermektedir (Hu ve diğ. 2021). Aljinat aynı zamanda iyi film oluşturma özelliğine sahiptir. Ancak zayıf mikrobiyal etkisi, hidrofilik yapısı, zayıf su buharı ve oksijen bariyeri gibi özellikleri kullanımını kısıtlamaktadır (Santos ve Martins, 2024; Ghadimi ve diğ. 2024).

- Agar

Agar deniz yosunundan elde edilen bir homopolisakkarittir. Sıcak suda jel oluşturma kabiliyetine sahiptir ve agar oranı arttıkça jel gücü artış göstermektedir (Wang ve diğ. 2022). Aynı zamanda biyouyumlu ve biyolojik olarak parçalanabilen, toksik olmayan, düşük maliyetli ve iyi film oluşturma yeteneğı bulunan bir polimerdir. Agarın sahip olduğı hidrofilik yapısı gereğı nem bariyeri düşüktür ve kırılğan yapıda olup mekanik özellikleri zayıftır (Roy ve Rhim 2023b).

- Karregenana

Kırmızı deniz yosunundan ekstrakte edilen karragenan sülfatlanmış bir polimerdir. Yapısında bulunan sülfat oranlarına göre çeşitli tiplere ayrılır. Bir diğerk açıklamayla içerdiği ester sülfat grup sayısı, konumu ve sülfatlaşma derecesi fizikokimyasal özelliklerini etkilemektedir. Ester sülfat oranının artması çözünürlüğün azalmasına ve daha düşük jel oluşumuna sebep olmaktadır (Roy ve diğ. 2019). Karregenanın biyouyumluluk,

biyobozunurluk ve yüksek film oluşturma kapasitesi gibi özellikleri onu bu alanda da uygulanabilir kılmaktadır. Ancak düşük nem bariyeri ve mekanik özelliklerinin zayıf olması kullanımını sınırlamaktadır (Shankar ve diğ. 2015).

- Pullulan

Pullulan uygun kültür ortamında çoğalan *Aureobasidium pullulans* tarafından elde edilen mikrobiyal bir ekzopolisakkarittir. Tekrarlayan maltotrioz birimlerinin α -(1,6) bağlarıyla bağlandığı moleküler yapı göstermektedir. Tadı ve kokusu bulunmayan pullulan, değişken sıcaklık derecelerine sahiptir. Suda ve düşük alkali çözeltilerde yüksek çözünme gösterirken çoğu alkol ve organik çözücülerde çözünmez. Toksik etkisi bulunmaz, geniş pH'da aktivite gösterebilir, iyi yapışma ve film oluşturma özellikleri vardır. Pullulandan oluşturulan filmler güçlü mekanik mukavemet ve iyi O₂ bariyeri sağlamaktadır. Ayrıca uygulandığı gıdalarda düşük antimikrobiyal özellik de gösterebilmektedir. Ancak yüksek maliyetli kültür ortamı kullanımını kısıtlamaktadır (Goswami ve diğ. 2021).

- Gellan

Gellan *Sphingomonas elodea* adı verilen mikroorganizma tarafından oluşturulan bir ekzopolisakkarittir. Yüksek ve düşük açıl olmak üzere iki formu bulunmaktadır. Yüksek açıl formunda oluşan esnek ve yumuşak jel sıcak çözeltilerin soğutulmasıyla elde edilir. Düşük açıl formunda elde edilen jel ise katyonların varlığı ile sıcak çözeltinin soğutulmasıyla oluşmaktadır. Düşük açıl formunda çözeltideki iyon varlığı artması jel oranının artmasını sağlar. Ancak jel oluşumunun maksimum seviyeye ulaşmasından sonra iyonların artması jel gücünün azalmasına sebep olur (Sworn ve Stouby, 2021). Gellan biyoyumlu ve biyozunur özelliktedir ayrıca berrak ve çözünmeyen film oluşturma kapasitesine sahiptir. Gellanın içerdiği çok sayıda hidroksil ve karboksil gruplarının bulunduğu zincirlerin arasındaki etkileşimler sayesinde güçlü mekanik mukavemete sahip fakat düşük esnekliğe sahip filmler oluşur. Aynı zamanda hidrofilik yapısı filmlerde düşük nem bariyeri oluşturmaktadır (Yang ve Pauson, 2020).

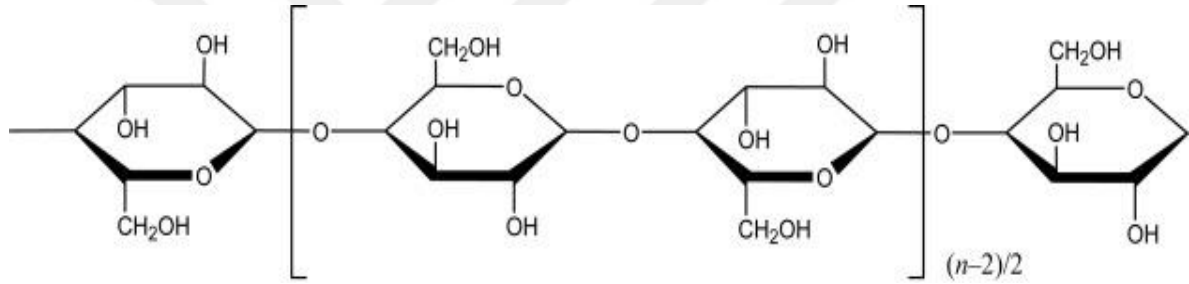
- Ksantan zımkı

Ksantan zımkı, *Xanthomonas campestris* bakterisi tarafından oluşturulan mikrobiyal bir ekzopolisakkarittir. Suda yüksek çözünürlüğü, geniş sıcaklık ve pH aralığında işlenebilme özelliği, jelleşme ve film oluşturma yeteneği gıda endüstrisinde çok yönlü kullanım alanı bulmaktadır. Kimyasal yapısı iki değerlikli iyonlarla fiziksel çapraz bağlama maddesi olarak

kullanımına imkan vermektedir. Ksantan zambının elde edilen kültür ortamı moleküler ağırlığın değişmesine neden olmaktadır ve dolayısıyla zincirler arası etkileşimi etkilemektedir (Mukherjee ve diğ. 2024). Fermantasyon ortamının maliyetinin düşürülmesi daha çok tercih edilmesini sağlayacaktır (Silva ve diğ. 2009).

- Selüloz

İlk olarak 1837 yılında tanımlanan selüloz doğada en bol bulunan polimerdir. Selüloz β -(1,4) glikozit bağlarıyla birbirine bağlanmış d-glikopiranoz birimlerinden oluşan bir homopolisakkarittir. Sahip olduğu monomerlerin hidrojen bağlarıyla bağlanmış farklı polaritelere sahip 3 hidroksil grubu bulunur. Selülozun bu yapısı fiziksel özelliklerini etkilemekte, suda ve çoğu organik çözücülerde çözünmesine engel olmaktadır (Heinze ve Liebert, 2012).



Şekil 2.2: Selülozun yapısı (Kulangara ve Sukumaran, 2021)

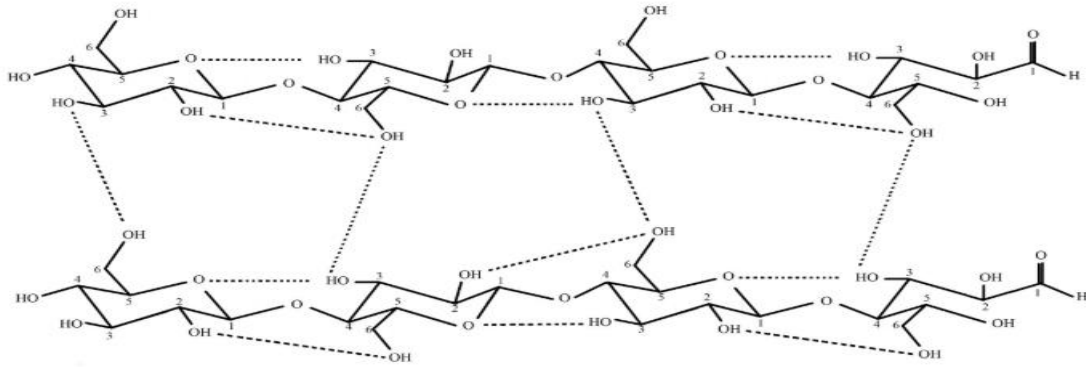
Selülozun elde edildiği kaynakların başında ağaçlar olmak üzere yeşil bitkiler ve tarım atıkları, *Tunikin* gibi deniz organizmaları ve bazı mikroorganizmalar gelmektedir. Bitkilerde yapı ve mukavemetten sorumlu temel bileşen olan selüloz, saf olarak bulunabildiği gibi lignoselülozit yapı halinde de bulunabilir. Bu yapı selüloz, lignin, hemiselülozdan oluşur ve içerdiği bileşenlerinin oranı elde edildiği bitki türlerine göre değişiklik gösterir. Bitkisel kaynaklardan saf selülozun ekstrakte edilebilmesi için lignoselülozit yapı bileşenlerinin çevre dostu olarak kabul edilmeyen çeşitli mekanik ve kimyasal yolla ayrılması gerekmektedir. Bu durum son yıllarda selülozla aynı kimyasal yapı gösteren ve tamamen saf olarak elde edilen bakteriyel selüloza karşı olan ilgiyi artırmıştır (Heinze ve Liebert, 2012; Brinchi ve diğ. 2013).

2.2. Bakteriyel Selüloz

2.2.1. Bakteriyel Selülozun Yapısı ve Özellikleri

Bakteriyel selüloz (BS) ilk olarak 1886 yılında Brown tarafından izole edilmiştir. Brown bakteriyel selülozu jöle benzeri yarı saydam bir kütlenin uygun koşullar sağlandığında gün geçtikçe büyüyüp bulunduğu kabın tüm yüzeyini sararak belirli kalınlığa ulaşan jelatinimsi zar olarak betimlemiştir (Brown, 1886).

BS çeşitli Gr (-) ve Gr (+) bakteriler tarafından aerobik koşullar altında üretilen bir ekzopolisakkarittir. Bitkisel selülozla aynı olmak üzere β -(1,4) glikozit bağlarıyla birbirine bağlanmış d-glikopiranoz birimlerinden oluşmaktadır. Oluşan glukoz zincirindeki moleküller güçlü hidrojen bağlarıyla bir arada tutulur (Şekil 2.3). Bu şekilde zincirler nanofibril olarak birleşir. Nanofibriller ise mikrofibrillerde toplanarak selüloz şeritleri oluştururlar. Oluşan mikrofibriller bitkisel selülozun fibrillerine göre 100 kat daha küçüktür ve bu durum bakteriyel selülozun 3 boyutlu ince ağ yapı göstermesine neden olur (Esa ve diğ. 2014).



Şekil 2.3: Bakteriyel selülozun moleküler içi ve arası hidrojen bağları (Esa ve diğ. 2014)

Bakteriyel selülozun hidrofilik ağı yapısı yüksek miktarlarda suyu muhafaza edebilen geniş yüzey alanına ve gözenekli yapı oluşmasına neden olmuştur. Aynı zamanda sahip olduğu güçlü hidrojen bağları mekanik kuvvetinin yüksek olmasını sağlamıştır (Yoshinaga ve diğ. 1997).

BS lignin ve hemiselüloz gibi bitkisel yan ürünleri içermediğinden tamamen saf olarak elde edilir. Böylelikle yüksek kristallenme indeksine sahiptir ve dolayısıyla daha yüksek polimerizasyon derecesiyle sonuçlanmaktadır. Bu durum bakteriyel selülozun termal stabilite, mekanik mukavemet, çözünürlük gibi fiziksel ve kimyasal özelliklerini olumlu yönde etkilemektedir (Rastogi ve Banerjee, 2019).

2.2.2. Bakteriyel Selülozun Uygulama Alanları

BS bitkisel selülozdan farklı olarak daha geniş kullanım alanı sunmaktadır. Bakteriyel selülozun yüksek biyouyumluluğa ek olarak ciltteki yanık, ülser gibi lezyonlu bölgelere uygulanmasıyla ağrının kaybolması, kontaminasyonun engellenmesi, şeffaflığı sayesinde muayene kolaylığı sağlaması, daha iyi epitelizasyon sayesinde iyileşmenin daha hızlı gerçekleşmesi fark edilen özellikleri arasındadır (Fontana ve diğ. 1990). Aynı zamanda bakteriyel selüloz-polivinil alkol ile oluşturulan kompozitin yüksek su içeriği, uygun UV absorbanı ve termal özellikleri yapay kornea olarak kullanılabileceğini göstermiştir (Wang ve diğ. 2010). Ayrıca bakteriyel selülozun hidroksiapatit ile oluşturduğu kompozit yüksek nodül ve mineralizasyon sağlamasıyla kemik dokusu oluşumunu mümkün kılarken parafin ile osteoblastların büyümesini ve mineralizasyonu kolaylaştıran mikrogözenekli kemik dokusu iskeleti oluşturulmuştur (Tazi ve diğ. 2012; Zaborowska ve diğ. 2010). Böylelikle BS biyomedikal uygulamalarda elverişli bir polimer olarak kullanılabilmektedir. Biyomedikal uygulamalara ek olarak kağıt, biyosensör, elektronik, kozmetik gibi birçok sektörde kullanım alanı bulmaktadır (Yamanaka ve diğ. 1989; Yang ve diğ. 2012; Reshmy ve diğ. 2021) (Şekil 2.4).



Şekil 2.4: Bakteriyel nanoselülozun farklı endüstrilerde uygulama alanları (Reshmy ve diğ. 2021)

BS 1992 yılında GRAS (genel olarak güvenli kabul edilen) listesine girmiştir. Diyet lifi olarak kullanılan bakteriyel selülozun yüksek saflık derecesi, ince 3 boyutlu ağsı yapısı, tatsız–renksiz ve değişik şekillerde üretilebiliyor olması onu diğer diyet liflerine karşı avantajlı kabul edilmektedir (Shi ve diğ. 2014).

Bakteriyel selülozun gıda endüstrisinde genel olarak kullanımı şu şekildedir;

- Selüloz üreten bakteriler tarafından hindistan cevizi suyundan oluşan kültür ortamında beyaz, jöle kıvamında, pürüzsüz, çiğnenebilir özelliklere sahip Nata de Coco elde edilir. Nata de Coco hammadde olarak tatlı, salata, dondurma, süt ürünleri, soslar, meyve suları gibi birçok üründe kullanılabilmektedir (Phisalaphong ve diğ. 2012).
- BS eklendiği ürünlerde daha iyi doku ve kıvam sağladığı için stabilizatör olarak tercih edilir. Aynı zamanda düşük kalorili ve kolesterolü ürünler üretmek için hacim arttırıcı olarak da kullanılabilmektedir (Shi ve diğ. 2014; Lee ve Han, 2024).
- Gıda Ambalaj Malzemeleri

2.2.3. Bakteriyel Selüloz Üretimi

BS bitkisel selüloz göre daha iyi özelliklerde olmasına rağmen üretimdeki maliyetin yüksek olması endüstriyel boyutta kullanımını sınırlayan en önemli etkidir. Maliyetin düşürülmesi için yüksek selüloz verimi olan suşların identifikasyonu, kültür ortamındaki karbon, azot vb. gibi bileşenlerin daha uygun fiyatlı seçeneklerle değiştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca fermentasyon koşullarını etkileyen yetiştirme yöntemi, sıcaklık, pH gibi etkenler de araştırılmalıdır (Fernandes ve diğ. 2020).

- Bakteri Suşunun Seçimi

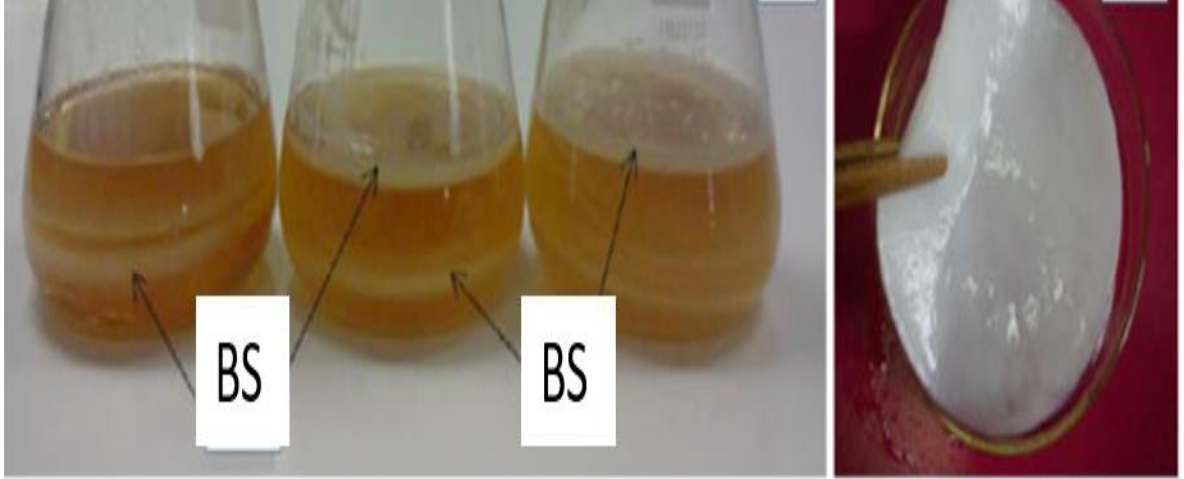
BS *Agrobacterium*, *Achromobacter*, *Alcaligenes*, *Agrobacterium*, *Azotobacter*, *Komagataeibacter* (*Gluconacetobacter*), *Pseudomonas*, *Rhizobium*, *Sarcina*, *Dickeya* ve *Rhodobacter* gibi birçok bakteri tarafından üretilse de en çok selüloz verimi *Komagataeibacter* türlerinden elde edilir (Lin ve diğ. 2020). Selüloz üreten bakterilerin izolasyonu kombu çayı, çeşitli sirke ve meyve-sebze atıklarından yapılabilir (Tablo 2.1).

Tablo 2.1: Bakteriyel selüloz üreten mikroorganizmaların izole edildiği kaynaklar

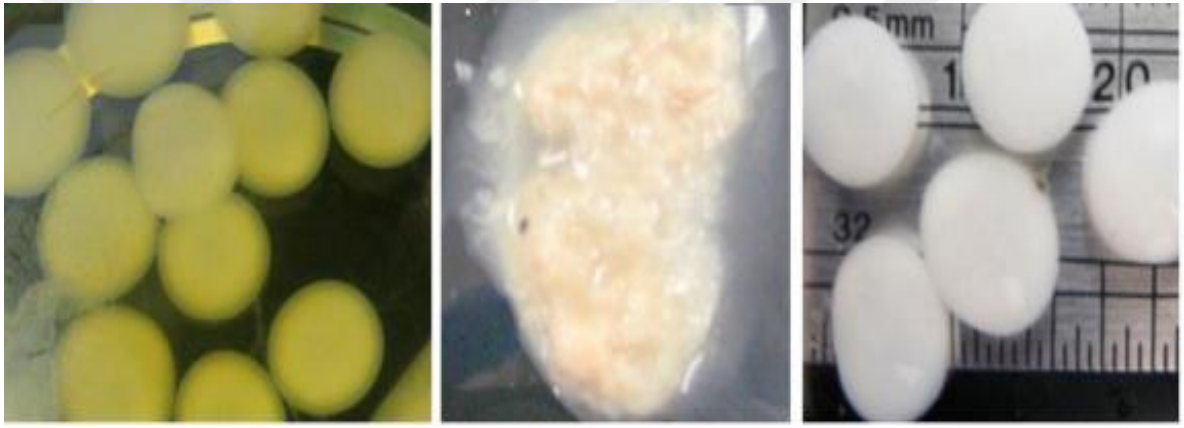
Bakteri suşu	İzole edilen kaynak	Besi ortamı	Selüloz verimi	Kaynak
<i>Gluconacetobacter intermedius</i> CIs26	Çürük mandalina	HS	2,1 g/l	Yang ve diğ. 2013
<i>Novacetimonas hansenii</i>	Çürük nar	HS	4,46 g/l	Neelima ve diğ. 2023
<i>Gluconoacetobacter xylinus</i> TJU-S8	Çin hurma sirkesi	19,142 g/L glikoz, 10 g/L maya ekstraktı, 7 g/L pepton, 2,7 g/L Na ₂ HPO ₄ , 0,5 g/L sitrik asit, 3,5 % etanol	4,62 ±0,17 g/l	Du ve diğ. 2018
<i>Gluconacetobacter</i> sp. gel_SEA623-2	Narenciye suyu	% 10 narenciye suyu, % 10 sakkaroz, % 1 asetik asit, % 1 etanol		Kim ve diğ. 2017
<i>Komagataeibacter intermedius</i> <i>Komagataeibacter xylinus</i>	Ev yapımı üzüm sirkesi, elma sirkesi, kiraz sirkesi, alıç sirkesi ve elma - üzüm sirkesi	HS	0,0526, 0,0437	Erçalışkan, 2017
<i>G. xylinus</i> , <i>G. hansenii</i> , <i>G. oxydans</i> <i>G.sucrofermentans</i> ve <i>Acetobacter tropicalis</i>	Kombu çayı ve ev yapımı sirke	HS	0,016-0,078 g/l	Tiryaki, 2021
<i>Komagataeibacter rhaeticys</i>	Kombu çayı	HS	0,07 g/l	Machado ve diğ. 2016
<i>Leifsonia</i> sp.	Çürük meyve atıkları	HS	5,97 g/l	Rastogi ve Banerjee, 2019
<i>Rhodococcus</i> sp. MI 2	Çürük meyve ve sebze	HS	3,91 g/l	Tanskul ve diğ. 2013

- Yetiştirme koşulları

BS üretiminde genellikle statik ve çalkalamalı yöntemler kullanılmaktadır. Statik yöntemde oluşan selüloz lifleri sıvı kültürün yüzey kısmında birikerek bulunduğu kabın şeklini almaktadır. Kültür ortamı sıg bir tepsiye veya bir kaba aktarılır ardından selüloz üreten bakterinin ekimi yapıp 5 - 20 gün boyunca beklemeye alınır. Bu yöntemin uygulaması basit olduğundan çok tercih edilmektedir (Lin ve diğ. 2013).



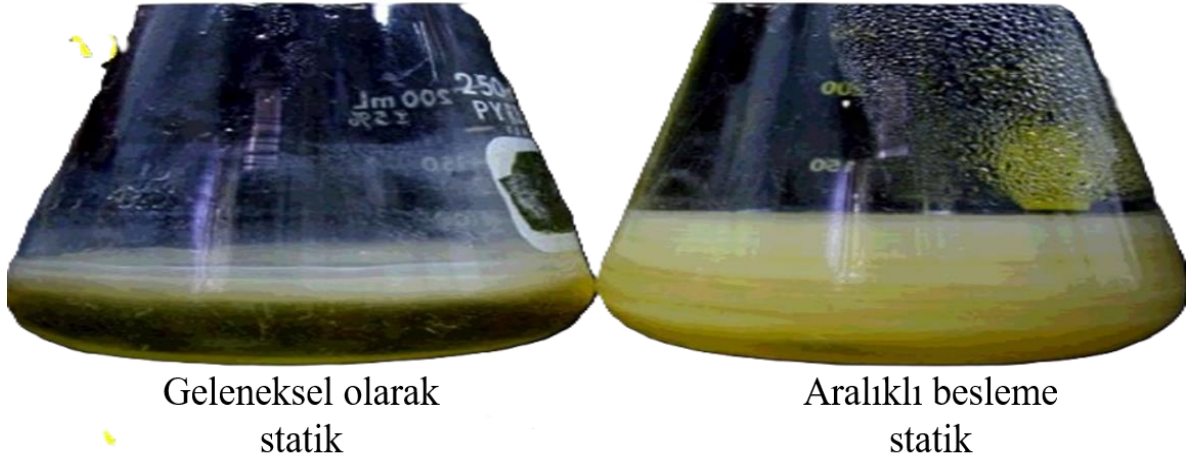
Şekil 2.5: Statik yöntemle bakteriyel selüloz üretimi (Wahid ve Zhong, 2021)



Şekil 2.6: Çalkalamalı yöntemle bakteriyel selüloz üretimi (Wahid ve Zhong, 2021)

Selüloz üreten mikroorganizmalar aerobik koşullarda çoğalabildiklerinden dolayı selüloz verimi oksijen yeterli olduğunda hava - sıvı ara yüzünde oluşmaktadır. Statik yöntemde başlangıçta selüloz verimi hızla artış gösterirken ilerleyen günlerde azalmaktadır. Bunun sebebi oluşan selüloz peliküllerinin kalınlığı arttıkça pelikülün yüzeye yakın kısımdaki bakterilerin besin maddelerine; alt kısımdaki bakterilerin de oksijene ulaşımının azalmasıdır. Bu durum selüloz veriminin düşük olmasına ve kültür ortamındaki besin maddelerinin tamamının kullanılmamasına dolayısıyla ekonomik olarak zarara sebep olmaktadır (Hsieh ve diğ. 2016).

Statik yöntemdeki olumsuz durumu bertaraf etmek için Hsieh ve diğ. (2016) aralıklı beslemeli statik yöntemini çalışmışlardır. Yaptıkları çalışmada selüloz pelikülü hava - sıvı yüzeyini tamamen kapattığında yüzeyden aralıklı olarak her 24 saatte 3 ml taze kültür ortamı ilave etmişlerdir. Yüzey kısımdaki besine ulaşamayan bakterilerin bu yöntemle aktif oldukları ve selüloz üretimine devam ettikleri belirlenmiştir.



Şekil 2.7: Statik ve aralıklı besleme statik yöntemlerinin selüloz verimleri (Hsieh ve diğ. 2016)

Çalkalamalı yöntemde kültür ortamı belirli bir hızla karıştırılmaktadır. Böylece bakterilerin ihtiyaç duydukları oksijene erişimi sağlanır ve selüloz verimi artar. Ancak çalkalama hızının artması kültür ortamına nüfus eden oksijenin de artmasına sebep olur bu durum substrat kaybını da yanında getireceğinden selüloz verimini olumsuz yönde etkiler. Ayrıca çalkalama esnasında oluşan kuvvet selüloz üretmeyen mutantların oluşumuna sebep olur. Bu durum dayanıklı bakteri suşlarının seçimi ve reaktörler geliştirilmesiyle en aza indirilebilmektedir (Valla ve diğ. 1989; Krystynowicz ve diğ. 2002; Hu ve Catchmark, 2010). Ayrıca kültür ortamına % 1 etanol ilavesinin mutant oluşumunu baskılayarak selüloz verimini arttırdığı belirlenmiştir (Krystynowicz ve diğ. 2002).

- Besiyeri Bileşenleri ve Fermentasyon Koşulları

BS biyosentezi kültür ortamında kullanılan karbon kaynaklarına göre değişiklik göstermektedir. *K. xylinus*'un selüloz sentezinde kültür ortamında kullanılan karbon kaynağına göre pentoz fosfat yolu, Krebs döngüsü ve glukoneogenez meydana gelmektedir (Şekil 2.8).

Glikozun kullanıldığı kültür ortamında BS üretimi, gerçekleşen 4 enzimatik reaksiyon sonucunda oluşmaktadır. Bunlar (Raghavendran ve diğ. 2020):

Glikoz -----Glikokinaz----- → Glikoz-6-fosfat

Glikoz-6-fosfat -----Fosfoglukomutaz -----→ Glikoz-1-fosfat

Glukoz-1-fosfat ----- UDPG pirofosforilaz-----→ Üridin-5'-difosfoglukoz(UDPG)

UDPG -----Selüloz sentaz-----→Selüloz

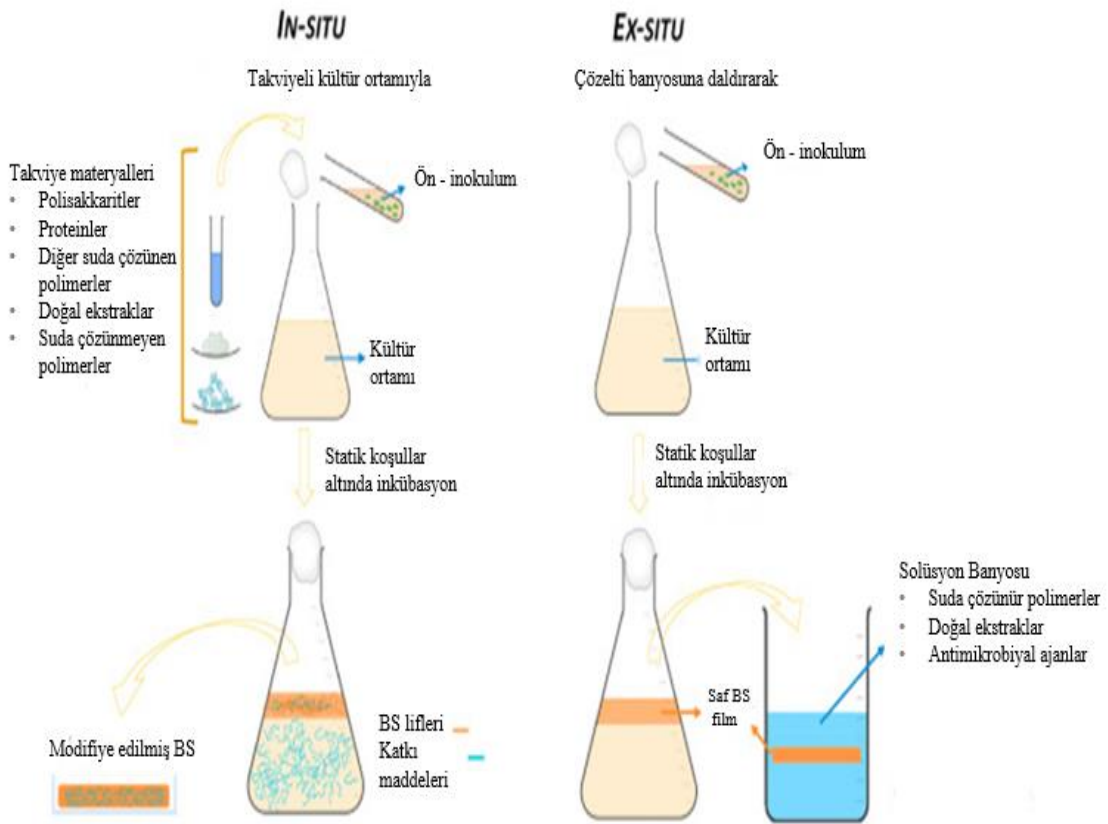
Tablo 2.2: Bakteriyel selüloz üretiminde kullanılan karbon kaynakları

Bakteri suşu	Kullanılan karbon kaynağı	Kaynak
<i>Gluconacetobacter swingsii</i> sp	Ananas kabuğu ve şeker kamışı suyu gibi tarımsal atıklar 2,8 g/l	Castro ve diğ. 2011
<i>Gluconacetobacter hansenii</i> UAC09	Kahve kirazı kabuğu 5,6 - 8,2 g/l	Rani ve Appaiah, 2013
<i>Gluconacetobacter intermedius</i> CIs26	Narenciye atığı ile modifiye edilmiş HS 5,7 g/l Narenciye atık çözeltisinde 7,2g/l	Yang ve diğ. 2013
<i>Gluconacetobacter hansenii</i> CGMCC 3917	İşlenmiş atık bira mayası 7,02 g/l	Lin ve diğ. 2014
<i>Komagataeibacter rhaeticus</i>	Kaju ağacı kalıntıları 2,3 g L ⁻¹ (CG ortamı) ila 6,0 g L ⁻¹	Pacheco ve diğ. 2017
<i>Gluconacetobacter entanii</i>	Ceviz kabuğu 2,816 ± 0,040 g/l	Dórame-Miranda ve diğ. 2019
<i>Komagataeibacter hansenii</i> GA2016	Meyve- sebze kabukları (salatalık, kavun, kivi, domates, elma, ayva ve nar) Nar kabuğu dışında BS üretimini destekledi.	Güzel ve Akpınar, 2020
<i>Acetobacter xylinum</i> NBRC 13693	Çeşitli meyve suları (Portakal, ananas, elma, Japon armudu ve üzüm)	Kurosumi ve diğ. 2009

Aynı zamanda BS üretiminde kullanılan kültür ortamında bulunan azot hücre büyümesini sağladığı ve bakterinin kuru kütlesinin belirli bir kısmını oluşturduğundan oldukça önemlidir. Bu amaçla genellikle pepton veya maya ekstraktı kullanılmaktadır. Ayrıca kültür ortamında optimum pH ve sıcaklığın sağlanmaması bakteri çoğalmasını olumsuz etkileyeceğinden selüloz verimini azaltacaktır. Kültür ortamında zamanla metabolit ürünlerin oluşması pH değerinin değişmesine ve dolayısıyla bakteriyel aktivitenin olumsuz etkilenmesine sebep olmaktadır. Bu durum belirli aralıklarla pH kontrolünün sağlanmasıyla bertaraf edilebilir (Azeredo ve diğ. 2019).

- Bakteriyel Selüloz Bazlı Film ve Kaplamalar

Bakteriyel selüloz mekanik, termal, nem ve gaz bariyer özelliklerinin iyi olması sebebiyle yenilebilir ambalaj olarak kullanılabilir. Ancak selülozun düşük esnekliği işlenebilirliğini sınırlamaktadır. Bakteriyel selülozdan elde edilen filmlerin fiziksel ve mekanik özelliklerini iyileştirmek, antioksidan ve antimikrobiyal aktivite kazandırmak amacıyla çeşitli biyopolimer, plastikleştirici, bitkisel yağ, ekstrakt gibi bileşenler ilave edilir. Bu özellikler ex-situ ve in-situ modifikasyon yollarıyla elde edilmektedir (Şekil 2.9) (Cazón ve Vázquez, 2021).



Şekil 2.9: Bakteriyel selülozun in-situ ve ex-situ modifikasyon yolları (Cazón ve Vázquez, 2021)

Bakteriyel selülozun özelliklerinin iyileştirilmesine yönelik birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalardan bazıları Tablo 2.3'te gösterilmiştir.

Tablo 2.3: Bakteriyel selüloz kompozitleri ve özellikleri

Film Bileşeni	Film Özellikleri	Kaynak
Üzüm küspesi ekstraktı + gliserol + kitosan filmi ve BS ile çok katmanlı filmler	Yüksek su buharı geçirgenliği Düşük şişme kapasitesi ve çözünürlük Antioksidan UV bariyer özelliği	Cazón ve diğ. 2024
Kültür ortamına %30 aloe vera jeli ilavesi	Daha küçük gözenek boyutu Yüksek kristal indeksi Yüksek su buharı geçirgenliği Yüksek gerilme mukavemeti	Saibuatong ve Phisalaphong, 2010
BS + kitosan + PVOH	Kopma uzamasında artma UV bariyer özelliği Düşük su buharı geçirgenliği Şeffaflık	Cazón ve diğ. 2019
BS + gliserol + PVOH	Kopma uzamasında artma UV bariyer özelliği Düşük su buharı geçirgenliği Şeffaflık	Cazón ve diğ. 2020a
BS + poli(etilen glikol)	Yüksek termal stabilite Düşük kristal indeksi Düşük çekme mukavemeti	Cai ve Kim, 2010
BS + gliserol + poli(etilen glikol)	Yüksek su buharı geçirgenliği Kurutulmuş filmlerin bakterilere karşı direnç özelliği	Sun ve diğ. 2018
BS + kitosan	Daha küçük gözenek boyutu Yüksek su emme kapasitesi Yüksek çekme mukavemeti	Phisalaphong ve Jatupaiboon, 2008
BS nanofiber + PVA	Yüksek çekme mukavemeti, termal stabilite, nem bariyeri Düşük su buharı geçirgenliği	Abral ve diğ. 2019
BS + zein + sulu CMC çözeltisi + sulu keten tohumu müsilajı + kekik esansiyel yağı	Yüksek gerilme mukavemeti Yüksek termal stabilite <i>Escherichia coli</i> ve <i>Staphylococcus aureus</i> antimikrobiyal özellik	Hamed ve diğ. 2024
Bakteriyel nanoselüloz + <i>Lactobacillus sakei</i>	Yüksek gerilme mukavemeti Düşük kopma uzaması <i>Listeria monocytogenes</i> 'e karşı antimikrobiyal özellik	Rasouli ve diğ. 2021
Bakteriyel nanoselüloz + <i>Lactobacillus plantarum</i>	<i>Listeria monocytogenes</i> 'e karşı antimikrobiyal özellik	Yordshahi ve diğ. 2020
Nisin + bakteriyel selüloz	<i>Listeria monocytogenes</i> 'e karşı antimikrobiyal özellik	Nguyen ve diğ. 2008

Tablo 2.3: Bakteriyel selüloz kompozitleri ve özellikleri (devam)

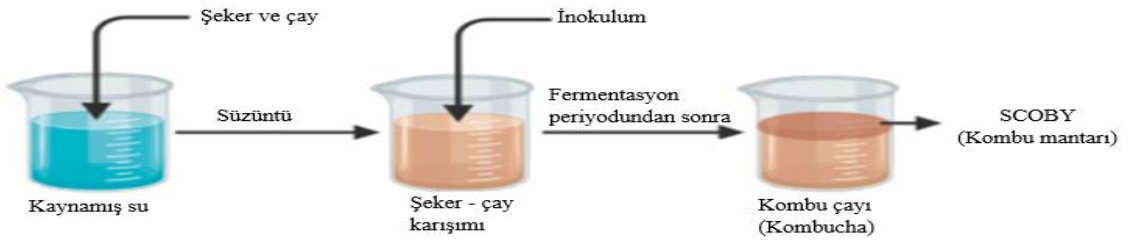
Film Bileşeni	Film Özellikleri	Kaynak
Kurkumin + bakteriyel selüloz nanolifleri + konjac glukomannan	Yüksek kristal indeksi ve termal stabilite Antioksidan ve antimikrobiyal özellik pH'a duyarlılık	Li ve diğ. 2022
BS + Jelatin + floresan izotiyosiyanat + kırmızı lahana	Termal stabilite UV bariyeri O ₂ bariyeri Antioksidan özellik pH'a duyarlılık	Yang ve diğ. 2024

Üretilen filmlerin direk gıdaya uygulanmasıyla ilgili çalışmalar son yıllarda artış göstermiş olmasına rağmen yine de oldukça az bulunmaktadır. Araştırmacılar ürettikleri BS filmleri; Chen ve diğ. (2024) levrekte, Rasouli ve diğ. (2021) manda etinden yapılan köftelerde, Yordshahi ve diğ. (2020) kıymada, Nguyen ve diğ. (2008) sosiste, Sheerzad ve diğ. (2024) tavuk filetosunda, Li ve diğ. (2022) sığır etinde, Yang ve diğ. (2024) karideste, Płoska ve diğ. (2024) peynirde raf ömürlerine bakmışlardır.

2.3. Kombucha

Kombu çayı enerji verici ve detoksifiye edici özellikleri sayesinde ölümsüzlük iksiri olarak adlandırılmakta ve ilk kez M.Ö. 220'lerde Çin'in kuzeydoğusunda tüketildiği bilinmektedir. Daha sonra M.Ö. 414 yılında Koreli bir doktor Kombu tarafından Kore'den Japonya'ya getirilen içecek, Japon İmparatoru Inkyo'ya sunulmuştur. İmparator kendisine sunulan içeceği sindirim sistemi rahatsızlıkları için kullanmış ve hızlı bir şekilde iyileşmiştir. Bu durum karşısında mucizevi çaya doktorun ismini vererek hoşnutluğunu ifade etmiştir (Kim ve Adhikari, 2020).

Yapımı oldukça basit olan kombu çayında genellikle siyah ve yeşil çay kullanılmaktadır (Şekil 2.10). Çayda kullanılması tercih edilen bitkinin yaprakları kaynatılarak ~5-10 dk demlenmeye bırakılır. Daha sonra çay yaprakları süzülerek fermentasyon sırasında mikroorganizmaların kullanacağı karbon kaynağı olan şeker eklenir ve sıcaklık fermentasyona elverişli olana kadar beklenir. Sıcaklığın düşmesiyle fermentasyonun başlamasını sağlayan maya - asetik asit bakterilerinin simbiyotik kültürü olan Scoby eklenir ve aerobik şartlarda fermentasyona bırakılır. 7 - 20 günlük fermentasyon süresinin sonundan tekrar oluşan Scoby sıvı kısımdan uzaklaştırılır ve tekrar kullanılmak suretiyle muhafaza edilir. Geriye kalan sıvı soğutulularak tüketilir (Bishop ve diğ. 2022).



Şekil 2.10: Kombu çayının üretim basamakları (Laavanya ve diğ. 2021)

Kombu çayının fermentasyonu mayalar ve asetik asit bakterilerin simbiyotik ilişkisiyle meydana gelmektedir. Mayalar çayda bulunan karbon kaynaklarını etanol ve karbondioksit'e dönüştürürken, asetik asit bakterileri ise oluşan etanolü asetik, glukonik asit gibi organik asitlere oksitlemektedir (Bishop ve diğ. 2022).

Kombu çayının mikroorganizma popülasyonunda kullanılan Scoby'nin tür çeşitliliği, bitki türü, ortamın bileşenleri ve fermentasyon koşulları etkilidir. Ancak genel olarak baskın maya türleri *Zygosaccharomyces* (*Zygosaccharomyces bailii*), *Schizosaccharomyces* (*Schizosaccharomyces pombe*), *Saccharomyces* (*Saccharomyces ludwigii*), *Saccharomyces* (*S.cerevisiae*), *Torulaspora* sp., *Brettanomyces* (*Brettanomyces bruxellensis*) ve *Pichia* sp. iken en çok identifiye edilen asetik asit bakterileri *Komagataeibacter* (önceden *Gluconacetobacter* ve *Acetobacter* olarak adlandırılmıştır) (*Komagataeibacter intermedius*, *Komagataeibacter xylinus*, *Komagataeibacter rhaeticus*, *Komagataeibacter saccharivorans*, *Komagataeibacter kombuchae*) türüdür. Özellikle *Komagataeibacter xylinus* en iyi selüloz üreten türdür. Kombu çayının mikrobiyal yükünde laktik asit bakterilerinin (*Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Bifidobacterium*) sayısı ise çok azdır veya bu bakterilere hiç rastlanmaz (Andreson ve diğ. 2022).

2.4. Kaşar Peyniri

Kaşar peyniri “*pasta filata*” olarak adlandırılan peynir grubu içinde yer alır. Pasta filata grubundaki peynirler teleminin belirli düzeyde asitleştirilmesinin ardından sıcak suda haşlanıp yoğurulmasıyla elde edilir. Kaynağını Balkan ülkeleri ve İtalya’dan aldığı bu peynirler ilk kez Selanik’te bir Musevi kız tarafından yapıldığı bilinmektedir. Türklerin ise pasta filata grubu peynirlerle tanışması Anadolu’ya gelmeleriyle gerçekleşmiştir.

Kaşar sözcüğünün kökeninin Latince veya İbranice olduğuna dair farklı görüşler bulunmaktadır. Latince de baskı anlamına gelen “*coerceo*”dan, İbranice de ise yenilmesinde

dini bakımdan sıkıntı olmadığı anlamına gelen “*cachet*” sözcüğünden türediği düşünülmektedir.

Dilimlenebilen ve yarı sert yapı özelliği gösteren kaşar peyniri farklı ülkelerde kaskaval, kackavalj, caşcaval, kasseri, kaskaval, kavkazskij syr, rumi isimleriyle anılan peynirlere benzemektedir. Kaşkavala peyniri koyun sütünden yapılırken ülkemizde endüstriyel olarak inek sütü kullanılmaktadır ve “taze kaşar” olarak isimlendirilir (Üçüncü, 2018).

Kaşar peyniri olgunlaştırma koşullarına göre taze ve eski olacak şekilde tüketilmektedir. Taze kaşar peyniri yapımında pastörize süt kullanılması zorunluysen pastörize süt kullanılmadan yapılan eski kaşar peynirlerinde en az 90 gün olgunlaştırmaya tabi tutulması gerekmektedir (Öksüztepe ve diğ. 2009).

Peynirlerin olgunlaşma süresince gelişen bir takım biyokimyasal olaylar dahilinde her peynirin çeşitlerine göre değişiklik gösteren tat, koku, yapı ve görünüş meydana gelmektedir. Olgunlaşmada mikrobiyal ve enzimsel aktivitenin etkisi oldukça fazladır (Üçüncü, 2011). Bu aktiviteyi etkileyebilecek her türlü kontaminasyonun engellenmesi ve ortam şartlarının uygun hale getirilmesi önemlidir. Aksi halde peynir yüzeyinde küflenme meydana gelerek istenmeyen koku ve görünümlere daha da kötüsü mikotoksin oluşumuna neden olabilir (Topal, 1987). Bu noktada kullanılan ambalajın sağlayacağı nem ve gaz bariyerinin önemi büyüktür.

Peynirlerde kullanılacak ambalaj seçiminde genel olarak aşağıdaki noktalara dikkat edilmelidir (Üçüncü, 2011):

- 1) Peynirin tat ve kokusu etkilememelidir.
- 2) Peynirden sızabilecek yağı geçirmez özellikte, yağ direnci yüksek olmalıdır.
- 3) Peyniri ışıktan korumalı, oksidasyonu engellemelidir.
- 4) Korozif etki oluşturan tuz ve olgunlaşma süresince oluşan uçucu bileşiklere karşı dayanıklı olmalıdır.
- 5) Ambalajlar ısıyı kapatmayla kapatılabilecek özellikte olmalıdır.
- 6) Soğuğa ve mekanik darbelere karşı dayanıklı olmalıdır.

Bazı yapı ve özellikteki peynir çeşitlerine göre kullanılacak ambalaj özellikleri ise (Üçüncü, 2011);

- 1) Kremimsi yapıdaki peynirlerde; nem bariyeri yüksek, su buharı geçirgenliği düşük olmalıdır.
- 2) Küflü peynirlerde; yüzey mikroflorasının gelişimini olumlu etkileyecek O₂ ve metabolizma atık ürünleri olarak CO₂ ve NH₃ geçirgenliği yüksek olmalıdır.

- 3) Yarı sert ve yumuşak peynirlerde; ışık, su buharı, gaz ve koku geçirgenliğinin düşük olmalıdır.
- 4) Eritme peynirlerde; tuzların korozyon etkilerine karşı dayanıklı ve termal stabilitesi yüksek olmalıdır.
- 5) Kabuksuz peynirlerde çok düşük su buharı geçirgenliğine sahip ambalajlar kullanılabilir. Bu durum atık ürünlerinin yeterince uzaklaştırılmamasına sebep olur ve anormal tat meydana gelebilir ayrıca peynir yüzeyinde ıslanma oluşabilir. Olgunlaşmasında yüzey flora kullanılan peynirlerde kullanılacak ambalajlarda ise daha yüksek su buharı geçirgenliği olmalıdır.

2.5. Polisakkarit Bazlı Film ve Kaplamaların Peynirlerde Uygulanması

Flórez ve diğ. (2024) *Saccharina latissima* sulu ekstraktı ilaveli kitosan bazlı aktif filmler geliştirmişlerdir. Havarti peynirleri hazırlanan film ile kaplanmış ve buzdolabında 45 gün boyunca depolanmıştır. Bu süreçte filmlerin UV bariyer özellikte olduğu bu sayede lipid oksidasyonunu % 52,8 oranında azalttığı tespit edilmiştir.

Płoska ve diğ. (2024) Hollanda tipi olgunlaştırılmış peyniri, *Komagataeibacter xylinus* K2G30 bakterisinden YPM (Yeast ekstrakt, pepton, mannitol) ve AW (Asit whey) ortamında elde edilen selülozun öğütülerek (BCG) ve öğütülmeyerek (BCNG) elde edilen film ile kaplamıştır. Selüloz filmle kaplı ve polipropilen kapta konularak oluşturulan kontrol grubu peynir numunelerinin 6 °C'de 30 gün süreyle kimyasal ve fiziksel özellikleri incelenmiştir. YPM-BCNG hariç diğer kontrol dahil gruplar arasında su, yağ ve protein içeriği açısından bir fark görülmediği bildirilmiştir. Biyoselüloz ile kaplı peynirler kontrol grubuna göre daha düşük sertlik, kırılma ve çiğnenebilirlik özellikleri göstermiştir. Aynı zamanda peynir yüzeyinde istenmeyen mikrofloraya karşı bariyer özelliği oluşturduğu gözlemlenmiştir.

Silva ve diğ. (2023b) yaptıkları çalışmalarında *Eriobotrya japonica* yaprağı ekstraktı ilaveli muz kabuğu unu ve mısır nişastası bazlı film ve kaplamaların dilimlenmiş mozzarella peynirinde 28 günlük depolama süresi boyunca fizikokimyasal özelliklerine incelemişlerdir. Bu süreçte tüm peynir gruplarında ağırlık kaybı gözlenirken, ekstrakt ilaveli ve ilavesiz deney grubu peynirlerde ağırlık kaybı daha az olmuştur ancak ekstrakt ilavesiz grup ile kontrol grubu arasında ($p>0,05$) önemli fark görülmemiştir. Tüm peynir gruplarında pH'da artma ve asitlikte

azalma görülmüştür ancak bu durum deney gruplarında daha hafif gerçekleşmiştir. Ayrıca peynir örneklerinin sertliğinde değişiklik gözlenmemiştir.

Azhdari ve Moradi (2022) çalışmalarında % 0,05 ve % 0,5 oranında natamisin (N) içeren karboksimetil selüloz (CMC) ile yüksek nemli mozzarella peynirini (HMMC) kaplamışlardır. Peynir örneklerini 8 gün boyunca 7 °C'de depolanmış ve bu süre boyunca pH ve ağırlık değişimleri, duyu ve bazı mikrobiyal özellikleri incelenmiştir. Natamisin içermeyen CMC ile kaplanan HMMC örneklerinde incelenen tüm mikrobiyal gruplarda önemli bir düşme gözlenirken ($p < 0,05$), natamisin ilaveli CMC kaplamalarda maya ve küf sayısında sırasıyla 0,6 ve 0,9 log azalma olmuştur. Çalışma sonunda CMC-N kaplamaların HMMC'nin raf ömrünü iki katına çıkardığı tespit edilmiştir.

Kirci (2020) çalışmasında farklı konsantrasyonlarda palmorasa yapısı içeren agar-jelatin (75:25) filmler hazırlamıştır. Kaşar peynirinde kaplamasında kullanılacak filmin palmorasa yağı konsantrasyonu agar difüzyon testi uygulanarak *E. coli* ve *S. aureus*'a karşı antimikrobiyal etkinin belirlenmesine göre karar verilmiştir. Bu teste göre en etkili konsantrasyonun % 4 olduğu belirlenmiştir. Dilimlenen kaşar peynirleri % 4 palmorasa yağı + agar + jelatin içeren film ile kaplanarak + 4 °C'de 29 gün muhafaza edilmiş ve süre boyunca 0, 1, 8, 15, 22 ve 29. günlerde fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizleri yapılmıştır. Bu süreçte kaşar peynirinde küf ve maya büyümesinin büyük ölçüde engellendiği ancak peynirin fiziksel ve kimyasal özelliklerini koruyamadığı gözlenmiştir.

El-Sayed ve diğ. (2020) çalışmalarında % 1, 3 ve 5 oranlarında riosella kaliks ekstraktı - çinko oksit nanopartikül (RE-ZnO) ilaveli 1:1 oranındaki kitosan (CS) - guar gam (GG) biyolanokompozitler hazırlamış ve Ras peynirinde uygulamışlardır. CS/GG/RE - ZnO içeren filmler ile kaplı Ras peynirinin 4 ay boyunca bazı kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu özellikleri CS/GG film ve kontrol grubu olan kaplanmamış peynirler ile karşılaştırmışlardır. Depolama süresince CS/GG/RE-ZnO ile kaplı örneklerde artan su buharı geçirgenliği sonucunda nem oranı artış göstermiştir. Kontrol olmak üzere tüm gruplarda *Streptokok*, *Lactobacilli* ve toplam bakteri sayılarında azalma meydana gelmiştir. Ayrıca maya, küf ve psiktrof bakteri sayılarında en az artış % 3 oranında CS/GG/RE-ZnO ile kaplı peynir örneklerinde görülmüştür.

Berti ve diğ. (2019) hazırladıkları natamisin ve nisin içeren tapyoka nişastası bazlı filmler ile aynı antimikrobiyal maddeleri içeren sulu çözeltiler ile Gouda peynirini kaplamışlardır.

Depolama süresi 28 gün olarak belirlenmiş ve bu süre boyunca peynir örneklerinin fizikokimyasal ve mikrobiyal özellikleri incelenmiştir. Her iki kaplamada depolama süresince *Lactobacilli* gelişimi ve incelenen pH, renk, kül, protein, klorür, su aktivitesi, olgunlaşma indeksi parametrelerinde bir değişiklik olmadığı gözlenmiştir. Fakat film ile kaplanan peynir örneklerinin daha sert, yapışkan ve çiğnenebilir özellik kazandığı fark edilmiştir. Ayrıca bu örneklerde *Saccharomyces cerevisiae* ve *Listeria innocua* ile oluşan kültürün dış kontaminasyona karşı koruyuculuğunun daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

del Sol González-Forte ve diğ. (2019) çalışmasında yarı sert peynirlerde görülebilecek küflenmenin natamisin içeren mısır nişastası bazlı filmler ile engellenebilmesini amaçlamışlardır. Hazırlanan mısır nişastası + polivinil alkol + poliüretan filmlere ilave edilen % 0,1 natamisin konsantrasyonlarının *Penicilium* türlerine karşı inhibitör etkisi olduğu belirlenmiştir.

Sabbah ve diğ. (2019) hazırladıkları kitosan ve acı fiğ proteini bazlı filmleri yarı sert peynir olan Nabulsi peynirine uygulamışlar. Depolama sırasında deney grubu tuzsuz peynirlerin pH değerinde bir değişim olmamış, kontrol grubunda ise pH'da düşme meydana gelmiştir. Film ile kaplı tuzlu ve tuzsuz peynir gruplarında ağırlık kaybı gözlenmemiştir. Filmlerin mikrobiyal kontaminasyona karşı etkisinin belirlenmesinde toplam aerobik mezofil bakteri sayısı dikkate alınmıştır. Buna göre tuzsuz peynirlerde mikrobiyal kontaminasyonu en iyi kitosan filmlerin engellediği tespit edilmiştir. Filmler ile kaplı deney gruplarında depolama süresi boyunca sertlik, çiğnenebilirlik ve yapışkanlık gibi duyuşal özellikleri artış göstermiştir.

Sarıtaş (2017) çalışmasında kaşar peynirlerinde küflenmenin önlenmesi amacıyla farklı oranlarda natamisin içeren aljinat ve zein bazlı filmler geliştirmişlerdir. Kaşar peynirinde 45 günlük depolama süresince zein + natamisin filmlerin çalışmada kullanılan test mikroorganizmaları *Aspergillus niger* (*A. niger*) ve *Penicillium camemberti* (*P. camemberti*)'ye karşı aljinat + natamisin içeren filmlere göre daha yüksek antimikrobiyal etki gösterdiği tespit edilmiştir.

Mei ve diğ. (2015) çalışmalarında *Cornus officinalis* meyve özü (COFE), çam iğnesi esansiyel yağı (PNEO) ve nisin ilaveli kitosan - su keşanesi nişastası bazlı antimikrobiyal filmler üretmeyi amaçlamışlardır. Hazırlanan film çözeltisine Bod Lojong peyniri daldırılarak kaplanmış ve 25 gün boyunca bazı fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal analizlere tabi tutulmuştur. Deney grubu peynir örneklerinde su kaybının, lipid oksidasyonunun ve

depolamaya bağı renk yoğunluğunu azaldığı fark edilmiştir. COFE ve PNEO ilaveli filmler ile kaplanan peynir örneklerinde maya - küf gelişimi olmazken, nisin ilaveli ve kontrol grubu peynirlerde depolamanın 25. gününde gözle görülür maya - küf gelişimi gözlenmiştir.

Resa ve diğ. (2014) nisin ve/veya natamisin ilaveli tapyoka nişastası filmler geliştirmiş ve bunu *Saccharomyces cerevisiae* ve *Listeria innocua* karışık kültürüyle kontamine edilmiş dilimlenmiş Port Salut peynirinde kaplama ve püskürtme yoluyla uygulamışlardır. Natamisin içeren filmlerin *S. cerevisia*'nın gelişimini inhibe ettiği; nisin içeren filmlerin ise *L. innocua*'nın ise gelişimini kontrol ettiği belirlenmiştir. Uygulanan antimikrobiyaller sayesinde peynir kontaminasyonunun engellediği gözlenmiştir.

Mei ve diğ. (2013) çalışmalarında, gliserol ve perilla yağı ilaveli farklı amiloz içeriğine sahip nişasta - kitosan filmlerin Moğol peyniri üzerindeki fizikokimyasal ve mikrobiyal özelliklerini 30 günlük depolama süresi boyunca incelemişlerdir. Depolama süresi sonunda filmin peynirlerde ağırlık ve nem kaybını azalttığı belirlenmiştir. Depolamanın 15. ve 30. günlerinde toplam bakteri ve mantar sayısı kaplanan peynirlere kıyasla kaplanmayan numunelerde daha çok artış göstermiştir.

Soydan (2011) çalışmasında keçiyoynuzu çekirdeği + sorbitol film ile kaşar peynirini ve Kars kaşarını kaplamıştır. Depolama süresi boyunca, kontrol grubunda sorbitol içeren ve içermeyen filmlerle kaplı peynirlere göre ağırlık kaybının daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Aynı zamanda kontrol grubunda toplam aerobik mezofil bakteri, maya - küf sayısının deney gruplarına göre daha fazla olduğu belirtilmiştir.

Torlak ve Nizamlioğlu (2011) çalışmasında % 0,5 ve 1 oranlarında kekik ve karanfil yağı ilaveli kitosan + gliserol filmler geliştirilmiştir. *S. aureus* ve *E. coli O157:H7* ile 5 kob/g düzeyinde kontamine edilen kaşar peynirleri hazırlanan filmler kaplanmış ve 14 gün boyunca buzdolabında muhafaza edilmiştir. Muhafazanın sonunda geliştirilen filmlerin kontrol grubuna göre incelenen mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal etki oluşturduğu gözlenmiştir.

Cerqueira ve diğ. (2009) kitosan, galactomannan (*Gleditsia triacanthos*) ve agar (*Glacilaria birdiae*) bazlı filmler gliserol ile muamele etmiş ve ardından farklı konsantrasyonlarda mısır yağı ilave edilerek yarı sert peynirde uygulamışlardır. Peynire uygulanabilir en iyi film formülasyonunun % 1,5 galactomannan % 2 gliserol ve % 0,5 mısır

yağı olduğu tespit edilmiştir. Kaplı peynirlerde kontrol grubuna göre ağırlık kaybının 8 kat azaldığı ve küf gelişiminin inhibe edildiği belirlenmiştir.

dos Santos Pires ve diğ. (2008) nisin ve/veya natamisin içeren selüloz bazlı filmler üretmişlerdir. Bu filmler *S. auerus*, *L. monocytogenes*, *Penicillium spp.* ve *Geotrichum spp.* ile kontamine edilen dilimlenmiş Mozarella peynirine uygulanarak 15 günlük depolama süresi boyunca antimikrobiyal etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Aynı zamanda filmlerin maya - küf, *Staphylococcus sp.* ve psikotrofik bakterilerine karşı etkisi de değerlendirilmiştir. Nisin içeren filmlerin uygulandığı peynirlerde *S.aureus* ve *L.monocytogenes*'e, natamisin içeren filmlerde ise depolamanın 9. gününde *Penicilium sp.* ve *Geotrichum spp* karşı antimikrobiyal etkisinin olduğu gösterilmiştir. Ayrıca natamisin filmlerin uygulandığı peynirlerde maya - küf sayısının, antimikrobiyal madde ilave edilmeyen kontrol filmleriyle kaplı peynir örneklerine oranla 2 log/kob azalma olduğu; nisin filmlerin ise *Staphylococcus sp.*'ye karşı etki göstermezken, depolamanın 6. gününde psikotrof bakterilere karşı etkili olduğu belirlenmiştir.

de Oliveira ve diğ. (2007) çalışmalarında % 0, 0.2, 0.5, 1, 2 ve 4 oranında çeşitli konsantrasyona sahip natamisin ilaveli selüloz bazlı film ve kaplamalar geliştirdiler. Bu filmler Gorgonzola peyniri yüzeyine uygulanarak *P. roqueforti* büyümesini incelemek üzere 45 gün boyunca incelenmiştir. Film solüsyonuna dahil edilen % 2 ve % 4 konsantrasyonların *P. roqueforti* gelişimini inhibe ettiği belirlenmiş ve ayrıca peynire salınan natamisin miktarının mevzuata uygun olduğu belirlenmiştir.

3. YÖNTEM

3.1. MATERYAL

3.1.1. Bakteri İzolasyonunda Kullanılan Örnek Temini

Tez çalışmasında ticari olarak satın alınan kombu çayı (Etik farma) kullanılmıştır.

3.1.2. Kaşar Peynirinin Temini

Çalışmada bir üretim tesisinden temin edilen üretiminde koruyucu bulunmayan taze kaşar peyniri kullanılmıştır.

3.1.3. Laboratuvarda Kullanılan Kimyasallar

3.1.3.1. Bakteri İzolasyon-İdentifikasyonunda Kullanılan Kimyasallar

- D-Glucose monohydrate (Kimyalab, V08342)
- Peptone (Himedia, RM001)
- Yeast Extract (Difco, 0127- 01)
- Di-Sodium Hydrogen Phosphate Anhydrous (Merck, 106586.0500)
- Citric Acid Monohydrate (Kimyalab, V50924.901 H)
- Natamycin (Alfasol, 09090121)
- Agar agar (Kimyalab, V50987.500H)
- Calcium Carbonat (Kimyalab, V02066.901)
- Etil alkol (Isolab, 920.052)
- Kristal violet solüsyonu (Norateks, LB.NOR.110020.0500)
- Sulu fuksin solüsyonu (Norateks, LB.NOR.117310.0500)
- Lugol solüsyonu (Norateks, LB.NOR.111040.1000)
- Hydrogen Peroxide (Kimyalab, V38908.901H)

3.1.3.2. Kaşar Peyniri Analizlerinde Kullanılan Kimyasallar

- Sodium Hydroxide (Kimyalab, V06462.901)
- Phenolptalein (Kimyalab, ZK.100421.0100)
- Silver Nitrate (Merck, 101512.0025)
- Potassium Chromate (Merck, 104952.0250)

- Sulfuric Acid (Kimyalab, V00713.905)
- N-Amyl Alcohol (Merck, 8.07500.1000)

3.1.3.3. Bakteriyel Selüloz Saflaştırılmasında ve Film Özelliklerinin İyileştirilmesinde Kullanılan Kimyasallar

- Sodium Hydroxide (Kimyalab, V06462.901)
- Polivinil Alcohol (Akbel Kimya, AK-HMD-0113)
- Gliserin (Kimyalab, V04094.901)

3.1.4. Laboratuvarında Kullanılan Besiyerleri

3.1.4.1. Bakteri İzolasyon-İdentifikasyonunda Kullanılan Besiyerleri

- Hestrin – Schramm Broth

% 2 (w/v) D-Glukoz

% 0.5 (w/v) Pepton

% 0.5 (w/v) Yeast Extract,

% 0.27 (w/v) Di Sodyum Hidrojen Fosfat (Na_2HPO_4)

% 0.115 (w/v) Sitrik Asit

% 0,025 (w/v) Natamisin

pH $6,0 \pm 0,2$

HS broth, bakterilerin gelişimi ve stok kültür hazırlamak için kullanılmıştır. Küf ve maya gelişimini önlemek için natamisin eklenmiştir. Besiyerinin hazırlanmasında gereken malzemeler tartılıp distile su ile çözdürdükten sonra pH $6,0 \pm 0,2$ ayarlanmıştır. Hazırlanan broth besiyeri otoklavda 121°C 'de 15 dk sterilize edilmiştir (Hestrin ve Schramm, 1954).

- Hestrin – Schramm Agar

% 2 (w/v) D-Glukoz

% 0.5 (w/v) Pepton

% 0.5 (w/v) Yeast Extract

% 0.27 (w/v) Di Sodyum Hidrojen Fosfat (Na_2HPO_4)

% 0.115 (w/v) Sitrik Asit

% 0,025 (w/v) Natamisin

% 0,12 (w/v) Agar

pH $6,0 \pm 0,2$

HS agar, bakteri izolasyonunda kullanılmıştır. Küf ve maya gelişimini önlemek için natamisin eklenmiştir. Besiyerinin hazırlanmasında gereken malzemeler tartılıp distile su ile çözdürdükten sonra pH $6,0 \pm 0,2$ ayarlanmıştır. Hazırlanan besiyeri otoklavda $121\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 15 dk sterilize edildikten sonra petrilere dökülmüştür (Hestrin ve Schramm, 1954).

- CaCO_3 - etanol Besiyeri

% 0,5 (w/v) Dekstroz

% 0,3 (w/v) Pepton

% 0,5 (w/v) Yeast Extract

% 1,5(w/v) CaCO_3

% 1,5 (w/v) Agar

% 1,5 Etanol

pH $6,0 \pm 0,2$

CaCO_3 - etanol besiyeri, bakterileri identifikasyonunda kullanılmıştır. Besiyerinin hazırlanmasında gereken malzemeler tartılıp distile su ile çözdürdükten sonra pH $6,0 \pm 0,2$ ayarlanmıştır. Hazırlanan besiyeri otoklavda $121\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 15 dk sterilize edildikten sonra etanol eklenerek petrilere dökülmüştür (Sievers ve Swings, 2005).

3.1.4.2. Kaşar Peyniri Analizlerinde Kullanılan Besiyerleri

- Plate Count Agar (Neogen, NCM0010A)
- Violet Red Bile Lactose Agar (Neogen, NCM0089A)
- MRS Agar (Neogen, NCM0190A)
- M17 Agar (Neogen, LAB092)
- Baird-Parker Agar (Oxoid, CM275)
- Potato Dextrose Agar (Biolab, PDA20500)

3.1.5. Laboratuvarda Kullanılan Alet - Ekipman ve Cihazlar

- Isıtıcıli Manyetik Karıştırıcı (Thermomac, TM12)
- Vakumlu Etüv (Thermomac, VO52)
- İnkübatör (Thermomac, ICT 45)
- İnkübatör (Elektro-mag, M 5040 BP)
- Pasteur Fırını (Nüve, FN 400)
- Dijital pH metre (AZ, 8685)
- Gerber Centrifuge (Funke Gerber, Nova-Safety)

- Digital Water Bath (Thermomac, WB15)
- Cooling Centrifuge (Elektromag, M4808PR)
- Dijital Hassas Terazı (Akyol, WL 303L)
- Otoklav (Isolab, 1.601.02.024)
- Nem tayin cihazı (Weightlab, WA 123M)
- Mikrodalga Fırın (DijitSu, MD 25)
- Kül fırını (Trend, M391029)
- Ayarlanabilir otomatik pipet seti (Borox)
- Blender (Waring, 8010ES)

3.2. YÖNTEM

3.2.1. Bakteriyel Selüloz Üreten Mikroorganizmaların İzolasyonu

Temin edilen kombu çayından alınan 1 ml örnek, 100 ml steril HS broth içinde erlenmayerde hazırlanmış besiyerine inokule edilerek 30 °C’de 3 gün boyunca zenginleştirildi. Çoğalan kültürden HS agara yayma ekim yapılarak 30 °C’de 3 gün boyunca inkübasyona bırakıldı (Hestrin ve Schramm, 1954). İnkübasyonun sonunda koloni morfolojine dikkat edilerek beyaz - krem renginde, konveks, öze dokununca uzayan, mukoz yapıdaki koloniler seçildi ve birkaç kere HS agarda tek koloniler oluşturacak şekilde çizgi ekim yapılarak saf koloniler elde edildi.

3.2.2. Bakteriyel Selüloz Üreten Mikroorganizmaların İdentifikasyonu

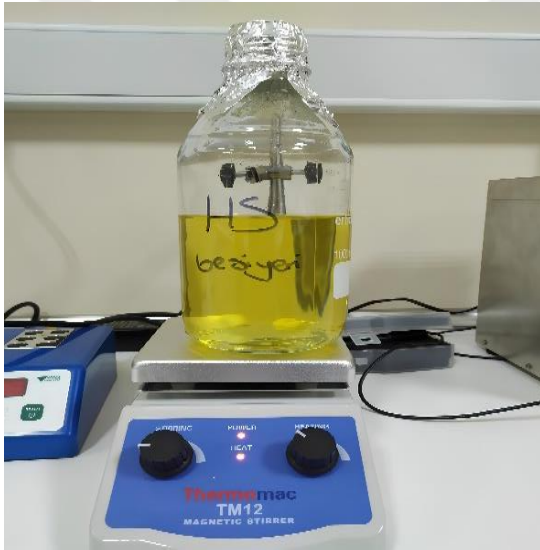
Elde edilen saf koloniler CaCO_3 - etanol besiyerine ekilerek 30 °C’de 2 - 7 gün inkübasyona bırakıldı. Etrafındaki CaCO_3 ’ün çözünmesiyle şeffaf zon oluşturan koloniler, asetik asit bakterisi olarak kabul edildi (Sievers ve Swings, 2005).

CaCO_3 - etanol besiyerinde şeffaf zon meydana getiren saf suşlar, içerisinde 5 ml HS broth bulunan deney tüplerine ekilerek 30 °C’de inkübasyona bırakıldı. Yüzeye yakın olarak selüloz oluşturan suşlar seçilerek HS agara çizgi ekim yöntemiyle aktarıldı. İnkübasyon sonucunda şüpheli suşlara gram boyama testi uygulandı. Boyama sonucunda mikroskopik morfolojisi gram negatif basil olan suşlara katalaz testi yapılarak pozitif sonuç verenlerin selüloz üretim miktarını tesbit etmek amacıyla içerisinde HS broth bulunan 100 ml’lik erlenmayerlere ekimleri gerçekleştirildi. Ekimler sonucunda elde edilen selülozun yaş ve kuru ağırlıkları dikkate alınarak seçilen suş asetik asit bakterilerinin identifikasyonu için güvenli metod olarak kabul edilen VITEK MS (Maldi-TOF MS)’e gönderilmek üzere -20 °C’de

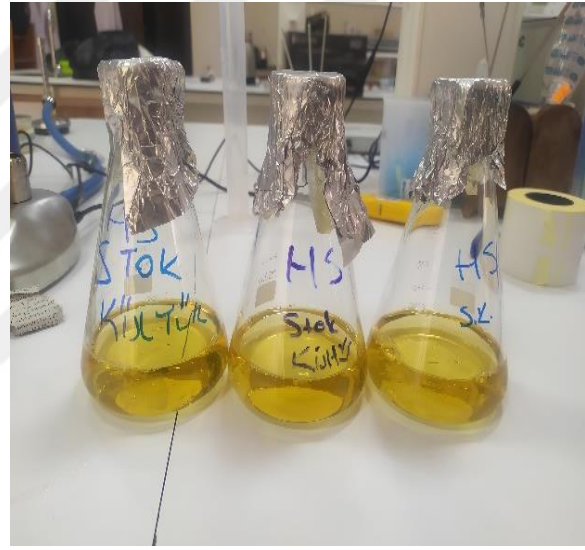
stoklandı (Andrés-Barrao ve diğ. 2013). Bu analiz için Şırnak Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarından hizmet alımı yapıldı.

3.2.3. Film Yapımında Kullanılacak Bakteriyel Selülozun Üretilmesi

Kombu çayından identifiye edilen *Komagataeibacter* sp. bakteri içerisinde 100 ml HS broth bulunan erlemmayer de 30 °C'de 3 gün zenginleştirmeye tabi tutulmuştur. 3 gün sonunda zenginleştirilmiş 100 ml'lik kültür, 1 gün öncesinden 1 L'lik besiyeri şişelerinde hazırlanarak steril edilen HS broth, içerisinde toplamda 7 L besiyeri bulunan ve 72 × 38 × 18 ölçülerinde olan küvete ekilmiştir. Denemede minimum besiyeri kullanılmak suretiyle en iyi selüloz üretiminin olmasına dikkat edilmiştir. Selülozik yapı film üretiminde kullanacağı için aynı koşullar altında 3 tekrar yapıldı.



Şekil 3.1: 1 L besiyeri şişesinde hazırlanan HS broth



Şekil 3.2: HS brothta stok kültür



Şekil 3.3: 72 × 38 × 18 ölçülerindeki kuvetlerde yapılan inkübasyon

3.2.4. Bakteriyel Selülozun Saflaştırılması

İnkübasyon sonucunda elde edilen selülozik yapı, ilk olarak distile su ile yıkanarak 90 °C sıcaklığında olan 0,1 M NaOH sulu çözeltisinde benmaride 15 dk tutularak saflaştırılmıştır (Şekil 3.4). Daha sonra nötr pH'a gelene kadar distile su ile yıkanmıştır (Jebel ve Almasi, 2016).



Şekil 3.4: Bakteriyel selülozun saflaştırılması

3.2.5. Bakteriyel Selüloz Filmin Özelliklerinin İyileştirilmesi

Selüloz yapıları filmler mekanik özellikleri bakımından kırılma olmaları uygulanma alanlarını sınırlandırmaktadır. BS filmlerin bu dezavantajlı durumunu kabul edilebilir hale getirmek için biyolojik olarak parçalanabilen polimerlerle ve/veya plastikleştiricilerle muamele edilmesi gerekmektedir. Düşük molekül ağırlığına sahip olan bu kimyasal malzemeler eklendiği polimerik malzemenin biyopolimer zincirleri arasındaki boşlukta dolgu görevi görerek filmin sertliğini azaltır ve esneklik katar.

Yaygın kullanılan plastikleştirici gliserol, selüloz ağları içerisinde homojen dağılarak şeffaf bir görünüm kazandırmakta ve güçlü etkileşimi sayesinde yüksek gerilme mukavemeti oluşturarak daha esnek bir yapıya olanak vermektedir. Aynı zamanda su moleküllerinin emilimine bağlı olarak yüksek su buharı geçirgenliği sağlar (Paudel ve diğ. 2023; Basiak ve diğ. 2018).

Suda çözünür bir polimer olan polivinil alkol ise eklenen selüloz filmlerinde şeffaflık oluşturduğu, buna ek olarak mekanik ve termal özelliğini de iyileştirdiği gözlenmiştir (Wahyuningsih ve diğ. 2016; Cazón ve diğ. 2020a).

Tez çalışmamızda hazırlanacak filmin özellikleri Cazón ve diğ. (2020a)'ın çalışması modifikasyonu edilerek iyileştirilmiştir. Saflaştırılan BS 1 gün oda sıcaklığında kurutulmuştur. Daha sonra hazırlanan % 5 gliserol ve % 5 polivinil alkol çözeltisinin sıcaklığı 80 °C olacak şekilde ayarlanmış benmaride 1 saat tutulmuştur. Bu süreçte çözelti her iki dakikada 1 kuvvetli bir şekilde karıştırılmıştır. Oluşturulan film 1 gün oda sıcaklığında kurutulmuştur.

3.2.6. Bakteriyel Selüloz Filmin Karakterizasyonu

Filmlerin mikro-yapısal özellikleri Taramalı elektron mikroskobu (SEM), termal özellikleri Termogravimetrik analiz (TGA), kimyasal özellikleri Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi (FTIR) ile X ışını kırınımı (X-RD) özellikleri Bingöl Üniversitesi Bilim ve Araştırma Merkezinden hizmet alımı yapılarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.6.1. Bakteriyel Selüloz Filmin Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) Analizi

Hazırlanan BS film parçalarının mikro yapısal özelliklerini incelemek için Emitech marka SC7620 model (Fransa) vakum makinası altında altınla kaplanmıştır. SEM analizi için JEOL JSM-6510 model (Japonya) cihazla 20 kv bir ayar ile x200, x1000 büyütme kullanılmıştır.

3.2.6.2. Bakteriyel Selüloz Filmin Fourier Transform Infrared Spektroskopisi (FTIR) Analizi

Hazırlanan BS filmin yapısındaki elementler ve bağ yapısını incelemek için Perkin Elmer markası Spectrum 100 modeli (ABD) kullanılmıştır. Kesilen film parçaları direkt olarak $2\text{ cm}^{-1} - 5\text{ cm}^{-1}$ aralıklarla ve $650 - 4000\text{ cm}^{-1}$ dalga numarası bölgesinde ölçülmüştür.

3.2.6.3. Bakteriyel Selüloz Filmin Termal Gravimetrik (TGA) Analizi

Hazırlanan BS filmin termal özelliklerinin belirlenmesi için Perkin Elmer marka STA 6000 model (ABD) cihazı kullanılmıştır. Bu amaçla $25.00 - 650.00^{\circ}\text{C}$ sıcaklık aralığında $5.00^{\circ}\text{C} / \text{dk}$ ısıtma hızı ile azot ortamında yapılarak belirlenmiştir.

3.2.6.4. Bakteriyel Selüloz Filmin X-Işınları Difraktometresi (XRD) Analizi

Hazırlanan BS filmin kristalinite derecesinin belirlenmesi için Rigaku marka Ultima IV model (Japonya) cihaz kullanılmıştır. Analizde tüp voltajı 40 kv olan ve K-beta filtreli cihaz ile tarama hızı $10^{\circ} / \text{dk}$ ve $10^{\circ} - 50^{\circ}$ aralığında tarama yapılmıştır.

3.2.6.5. Bakteriyel Selüloz Filmin Toprakta Bozunması

BS filmlerin biyobozunur testleri Akyuz ve diğ. (2018)'nin çalışması modifiye edilerek yapılmıştır. Bu amaçla pH'ı 5,0 - 7,0, organik maddesi % 53,43 ve nemi % 46 olan torf kullanılmıştır. Filmler 2 cm x 2 cm boyutlarında kesilmiş ve tartılmıştır. Hazırlanan filmler toprak ile doldurulan plastik bardak içerisine gömülerek oda sıcaklığında 7 gün bekletilmiştir. Süre sonunda filmler topraktan alınarak temizlenmiş ve kurutulduktan sonra tekrar tartılmıştır.

BS filmlerin yüzde ağırlık kayıpları aşağıdaki denklem esas alınarak hesaplanmıştır:

$$\text{Biyobozunurluk (\%)} = \frac{G_1 - G_2}{G_1} \times 100$$

G₁: Toprağa gömülmeden önceki film ağırlığı

G₂: Toprağa gömüldükten sonraki film ağırlığı

3.2.6.6. Bakteriyel Selüloz Filmin Kalınlıklarının Ölçülmesi

Hazırlanan BS film kalınlıkları 10 farklı yerden 0,001 hassasiyetli dijital mikrometre kullanılarak ölçülmüş ve ortalamaları alınmıştır.

3.2.7. Kaşar Peynirinin Kaplanması

Taze kaşar peyniri 100 ± 5 g ağırlığında kare şeklinde porsiyonlanarak, oluşturulan film ve 65 µm kalınlığındaki polietilen poşetle (PE) aynı boyutlarda kesilerek elektrikli Enra marka PFS-200P elektrikli eritme yapıştırma makinası yardımıyla kaplanmıştır.



Şekil 3.5: Bakteriyel selüloz film (BSF) ve polietilen (PE) ile kaplanan kaşar peynirleri



Şekil 3.6: Kaşar peynirlerin ısıtıcı ile kaplanması

3.2.8. Kaşar Peynirinde Yapılan Analizler

BSF ve PE ile kaplanan kaşar peynir analizleri 1., 7., 30., 60. ve 90. günlerde yapılmıştır.

3.2.8.1. Mikrobiyolojik Analizler

- **Örneklerin Hazırlanması**

Kaşar peynir örneklerinden her bir grup için aseptik koşullar altında 10 g numune alınarak 90 ml fizyolojik tuzlu su (FTS) (% 0,90'lık NaCl) ile blender da homojenize edildi. Elde edilen ana dilüsyondan 1 ml alınarak içerisinde 9 ml steril FTS bulunan tüpler ile seri dilüsyonlar hazırlandı ve incelenecek mikroorganizmalar yönünden analize tabi tutuldu.

- **Toplam Aerobik Bakteri (TAMB) Sayımı**

Toplam aerobik mikroorganizma sayısının belirlenmesinde Plate Count Agar (PCA, NEOGEN) besiyeri kullanıldı. Dilüsyonlardan 1 ml petrilere dökme yöntemiyle ekim yapılarak 35 ± 1 °C'de 48 saat inkübe edilmiş ve gelişen koloniler sayılmıştır (FDA, 2001)

- **Koliform Bakteri Sayımı**

Koliform bakteri sayısının belirlenmesinde Violet Red Bile Lactose Agar (VRBL, NEOGEN) besiyeri kullanıldı. Dilüsyonlardan petrilere çift katlı dökme yöntemiyle ekim yapılarak 35 ± 1 °C'de 24 saat inkübe edilmiş ve gelişen koloniler sayılmıştır (Feng ve diğ. 2002)

- **Koagulaz Pozitif Stafilokok Sayımı**

Koagulaz Pozitif Stafilokok sayısının belirlenmesinde Baird Parker Agar (BPA, OXOID) besiyeri kullanıldı. Yumurta sarısı tellürit ilave edilerek hazırlanmış BPA besiyerine hazırlanmış dilüsyonlardan yayma ekim yapılmıştır. Ekimi yapılan petriler 35-37 °C’de 24 saat inkübe edilerek gelişen koloniler sayılmıştır (FDA, 2016).

- **Laktik Asit Bakterisi (LAB) Sayımı**

Laktobasil bakterileri sayısının belirlenmesinde Man, Rogosa and Sharpe agar (MRS, NEOGEN) besiyeri kullanıldı. Dilüsyonlardan petrilere çift katlı dökme yöntemiyle ekim yapılarak 30 °C’de 72 saat inkübe edilmiş ve gelişen koloniler sayılmıştır (Harrigan, 1998).

- **Laktik Streptokok Bakterilerin Sayımı**

Laktik streptokok bakteri sayısının belirlenmesinde M-17 agar (NEOGEN) besiyeri kullanıldı. Dilüsyonlardan petrilere dökme ekim yöntemiyle ekim yapılarak 30 °C’de 48 saat inkübe edilmiş ve gelişen koloniler sayılmıştır (Terzaghi ve Sandine, 1975).

- **Maya - Küf Sayımı**

Maya ve küf sayısının belirlenmesinde Potato Dextrose Agar (PDA, BIOLAB) besiyeri kullanıldı. Dilüsyonlardan petrilere yayma yöntemiyle ekim yapılarak 25 °C’de 5 gün inkübe edilmiş ve gelişen koloniler sayılmıştır (Speck, 1976).

3.2.8.2. Fiziksel ve Kimyasal Analizler

- **pH Ölçülmesi**

Rendelenen kaşar peynir örnekleri 1:2 oranında saf su ile karıştırılıp homojenize edilmiştir. Homojenize örneklerin pH ölçümü XS Instruments marka pH 60 VioLab model (İtalya) masaüstü pH metre ile gerçekleştirilmiştir (Hannon ve diğ. 2003).

- **Asitlik Tayini**

Rendelenen kaşar peynir örnekleri 1/10 oranında 40 °C’lik saf su ile homojenize edilerek süzölmüştür. Süzöntüden 10 ml alınarak 3 damla fenolfitaleyn damlatılarak 0,1 N NaOH ile sabit pembe renk oluşuncaya kadar titrasyon işlemi yapılmıştır. Örneklerin titre edilebilir % laktik asit cinsinden aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (AOAC, 2000b).

$$\text{Titrasyon asitliği (\% LA)} = V \times 0,009 \times F \times 100 / m$$

V: Harcanan 0,1 N sodyum hidroksit çözeltisinin hacmi (mL)

F: Sodyum hidroksit faktörü

M: Titrasyonda kullanılan kaşar peyniri örneği miktarı (g)

- **Kuru Madde Analizi**

Kuru madde analizde gravimetrik metot uygulanmıştır. Pastör fırınında nemi uçurulup daraları alınan porselen krozelere peynir örneklerinden tartılan 3 g numune homojen bir biçimde koyulmuştur. Sıcaklığı 105 °C olan etüvde 4 saat tutulan numuneler desikatöre alınarak soğutulup ardından tartılmıştır. İki tartım arasındaki ağırlık farkının sabit hale gelinceye kadar etüvde kurutmaya devam edilmiştir (Kurt, 1972). Kuru madde (%) aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Kuru madde (\%)} = [(M_2 - M_0) / (M_1 - M_0)] \times 100$$

M₀: Porselen krozenin sabit ağırlığı (g)

M₁: Kurutma işlemi öncesindeki ağırlık (g)

M₂: Kurutma işlemi sonrasındaki kaşar peyniri ve porselen krozenin ağırlığı (g)

- **Yağ Analizi ve Kuru Maddede Yağ Oranı (%)**

Kaşar peynir örneklerinden yağ oranının tesbiti için Gerber metodu kullanılmıştır. Bu metoda göre 0-40 taksimatlı Van Gulik peynir bütirometresinin beherciğine kaşar peyniri örneğinden 3 g tartılıp yerleştirilmiştir. Peynir numunesi üzerine yoğunluğu 1,52 g/mL olan sülfirik asitten 10 mL eklenerek sıcaklığı 70 °C olan benmariye konulmuştur. Kaşar peyniri tam olarak çözündüğünde, 1 mL amil alkol ve 35 taksimat çizgisine kadar aynı yoğunluktaki sülfirik asitten eklenmiştir. Bütirometre iyice karıştırıldıktan sonra Gerber santrifüjünde 10 dk santrifüj edilmiştir. Daha sonra santrifüjden alınan bütirometreler benmaride 5 dk beklendikten sonra bütirometrenin skalasından okuma yapılmıştır (AOAC, 1990). Bu sonuç 100 g kaşar peynirin yağ miktarını vermektedir.

Kuru madde de yağ oranı ise, % kuru madde miktarı kullanılarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ KM' de yağ} = (\text{Yağ oranı} \times 100) / \% \text{ KM oranı}$$

- **Tuz Miktarı Analizi ve Kuru Maddede Tuz Oranı (%)**

Kaşar peynir örneklerinden tuz miktarının tesbiti için Mohr metodu kullanılmıştır. Rendelenmiş kaşar peynirine 1/100 oranında 60 - 70 °C'lik saf su ilave ederek karıştırılmıştır. Karışıma kaba filtrasyon uygulanarak 100 ml balon jojeye aktarılmıştır ve taksimat çizgisine kadar tamamlanmıştır. Bu çözeltiden 10 ml alınarak potasyum kromat indikatörü ilave edilerek 0,1 N gümüş nitrat çözeltisi ile sabit kiremit kırmızısı oluncaya kadar titre edilmiştir (Kurt ve diğ. 1996).

Kaşar peynirdeki tuz miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Tuz (g)} = [(V \times 0,00585) / m] \times SF \times 100$$

V: Titrasyonda harcanan 0,1 N gümüş nitrat (AGNO₃) miktarı (ml)

m: Deneyde kullanılan kaşar peyniri örnek miktarı (g)

SF: Seyreltme faktörü

Kuru maddede tuz miktarı oranı ise, % kuru madde miktarı kullanılarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ KM' de tuz} = (\text{Tuz oranı} \times 100) / \% \text{KM oranı}$$

- **Kül Miktarı Analizi**

Kuru madde analizi yapılan örnekler desikatörde soğutulduktan sonra tartılıp kül fırınına alınmıştır. Kül fırınının sıcaklığı kademeli bir biçimde arttırılarak 450 °C'ye getirilmiştir. Numunelerin rengi kül beyazı oluncaya kadar yakma işlemine tabi tutulmuştur (AOAC, 2000a). Kül miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Kül (\%)} = [(M_2 - M_0) / (M_1 - M_0)] \times 100$$

M₀: Porselen krozenin sabit ağırlığı (g)

M₁: Yakma işlemi öncesi kaşar peyniri ve porselen krozenin ağırlığı (g)

M₂ : Yakma işlemi sonrası kaşar peyniri ve porselen krozenin ağırlığı (g)

3.2.8.3. Duyusal Analizler

Kaşar peyniri örneklerinin duyusal değerlendirmesi Siirt Üniversitesi öğretim elemanlarından kusurlar ve değerlendirme bakımından bilgilendirilen yarı eğitilmiş 6 kişilik panelist grup ile gerçekleştirilmiştir. Duyusal analiz değerlendirmesinde Tablo 3.1’de verilen puan kartı kullanılmıştır (Çürük, 2006). Burada renk-görünüş, doku, tat-aroma ve koku özellikleri 5 puan üzerinden değerlendirilmiştir.

Tablo 3.1: Duyusal muayenede kullanılan puanlama cetveli ve tanımlamalar

Özellik	Puanlama	Açıklamalar
Renk-Görünüş	5 (Çok iyi):	Temiz, parlak ve sert, saman sarısı veya koyu saman sarısı renkte
	4 (İyi):	Sertçe veya yumuşakça, donuk görünümlü, açık kahverengi veya krem renkte
	3 (Az kusurlu):	Fazla sert veya fazla yumuşak, donuk görünümlü, kahverengi renkte
	2 (Kusurlu) ve 1 (Çok kusurlu):	Aşırı sert veya aşırı yumuşak, çatlak, küflü görünüm ve kahverengi renkte
DOKU	5 (Çok iyi):	Düzgün kesitli, pürüzsüz ve homojen, fazla sert ya da yumuşak olmayan, ufalanmayan yapı
	4 (İyi):	Düzgün kesitli, hafif çatlak veya az delikli, sertçe veya yumuşakça
	3 (Az kusurlu):	Homojen olmayan yapı, çatlak ve delikli, sert veya yumuşak
	2 (Kusurlu) ve 1 (Çok kusurlu):	Homojen olmayan, çok çatlak ve gözenekli, kaba bir yapı, çok sert veya çok yumuşak, aşırı elastiki yapı
Tat-Aroma	5 (Çok iyi):	Kendine has hoş tatta
	4 (İyi):	Çok hafif yabancı tatta olan
	3 (Az kusurlu):	Yavan ya da hafif yabancı tatta, ekşi veya acı
	2 (Kusurlu) ve 1 (Çok kusurlu):	Aşırı yavanlık, tuzluluk, ekşilik, acılık veya sabunumsu olan
Koku	5 (Çok iyi):	Kendine has hoş kokuda
	4 (İyi):	Normal koku veya çok hafif yavan ya da ekşi koku
	3 (Az kusurlu):	Hafif ekşimsi, sabunumsu veya küfümsü kokuda
	2 (Kusurlu) ve 1 (Çok kusurlu):	Aşırı ekşi, küfümsü veya sabunumsu kokuda

3.2.9. İstatistiksel Analizler

Araştırmada elde edilen bulgular SPSS 25.0 programı ile analiz edilmiştir. Araştırmada kullanılan ölçümlere ait deney gruplarının düzeylerinin belirlenmesinde ortalama ve standart sapma kullanılmıştır. Araştırmaya dâhil olan deney sayısı merkezi limit teoreminden hareketle yeterli olmadığından ($n < 30$) istatistiksel açıdan non parametrik yöntemlere başvurulmuştur (Ghasemi ve Zahediasl, 2012). Deney sayısının ölçek açısından izlem süreleri arasındaki farklılıkların incelenmesinde Friedman testi ve ölçümlerin ön test-son test puanları arasındaki farkın detaylandırılması için Wilcoxon testi yapılmıştır. Ölçümlerin gruplara göre farklılığın belirlenmesi için Mann Whitney U testi yapılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Bakteriyel Selüloz Üreten Mikroorganizmaların İzolasyon ve İdentifikasyon Bulguları

Bu çalışmada, öncelikle BS film üretiminde kullanmak için kombu çayından selüloz üreten mikroorganizma izole edildi. Bu amaçla zenginleştirilmesi yapılan kültürden ekilen HS agar besiyeri yüzeyinde oluşan beyaz-krem renkli, konveks, mukoz yapı morfolojisine sahip 35 koloni seçildi.

Seçilen uygun morfolojideki koloniler CaCO_3 - etanol besiyerine ekildi ve 19 izolatta şeffaf zon oluşumu gözlemlendi (Şekil 4.1). Şeffaf zon oluşturan 19 izolattan selüloz üretimini tespit etmek amacıyla içerisinde 5 ml HS broth bulunan deney tüpüne ekim yapılarak, 8 izolatta selüloz üretimi saptandı. Selüloz üreten tüm izolatlara yapılan gram boyamada negatif basil ve katalaz testinde pozitif sonuç elde edildi.



Şekil 4.1: Kombu çayından izole edilen bakteri kolonilerin CaCO_3 - etanol besiyerinde oluşturdıkları zonlar

İzole edilen mikroorganizmaların selüloz üretimlerinin yaş ve kuru ağırlıklarına bakıldı (Tablo 4.1). En yüksek verim elde edilen K6 nolu suş ve CaCO_3 - etanol besiyerinde şeffaf zon oluşturulan, Gram negatif ve katalaz testine pozitif sonuç veren ancak selüloz üretmeyen rastgele 2 suş Maldi-TOF analizine gönderildi (Tablo 4.2).

Tablo 4.1: HS brothta üretilen bakteriyel selüloz ağırlıkları (30 °C’de 21 gün, 100 ml)

	Yaş Ağırlık (g/100 ml)	Kuru Ağırlık (g/100 ml)
K1	8,088	0,050
K2	3,130	0,029
K3	10,826	0,063
K4	11,739	0,081
K5	2,026	0,024
K6	13,113	0,082
K7	4,807	0,042
K8	3,639	0,035

Tablo 4.2: Maldi-TOF analiz sonuçları

Suşlar	VİTEK MS (MALDI-TOF MS) ile İzole Edilen Türler	VİTEK MS yüzdesi
K6	<i>Komagataeibacter xylinus</i>	% 99,9
S-1	<i>Gluconacetobacter oxydans</i>	% 99,9
S-2	<i>Gluconacetobacter oxydans</i>	% 99,9

4.2. Bakteriyel Selüloz Film Karakterizasyon Bulguları

İdentifiye edilen *Komagataeibacter* sp. ile bakteriyel selüloz elde etmek amacıyla 72 × 38 × 18 cm ölçülerindeki içerisinde 7 l HS broth küvete ekimi yapıldı ve 17 gün inkübasyona bırakıldı. Selülozik yapı film üretiminde kullanacağı için aynı koşullar altında 3 tekrar yapıldı. Elde edilen BS’un fazla suyu süzildükten sonraki yaş ve kuru ağırlıkları Tablo 4.3’de belirtilmiştir.

Tablo 4.3: 72 × 38 × 18 cm ölçüdeki küvette üretilen bakteriyel selülozun ağırlıkları

BS üretimi	Yaş Ağırlık (g)	Kuru Ağırlık (g)
1	73,491	2,269
2	78,690	2,567
3	75,526	2,442

4.2.1. Bakteriyel Selüloz Filmin Kalınlıklarının Ölçülmesi

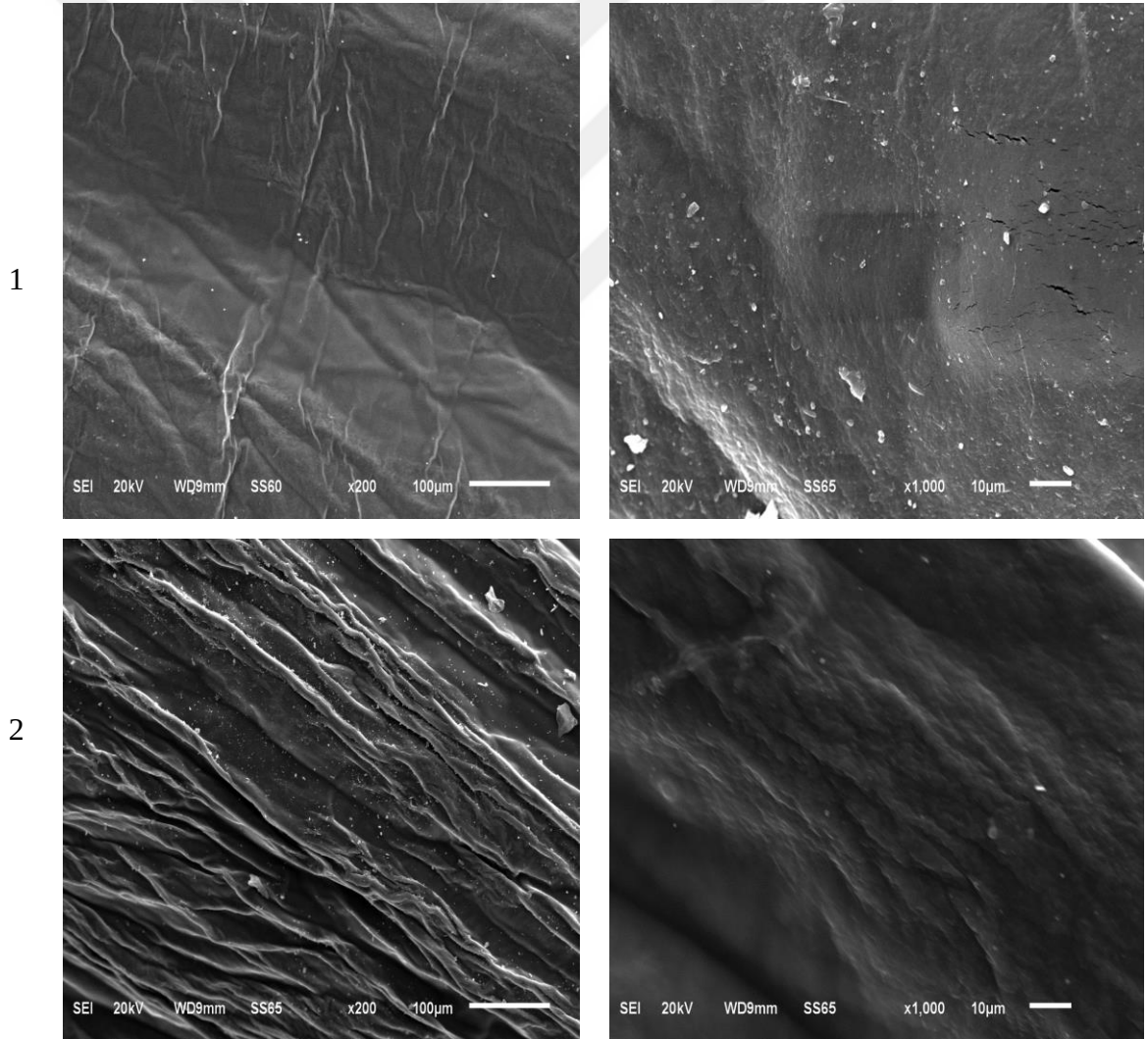
BS gliserol ve polivinil alkol ile muamele edildikten sonra elde edilen yenilebilir filmin boy × en ölçüleri (en ölçüleri üç paralel yerden ölçülüp ortalaması alınmıştır) ve 10 farklı yerden kalınlıkları ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar Tablo 4.4’de belirtilmiştir.

Tablo 4.4: BS filmin boy × en ölçüleri ve kalınlık ortalamaları

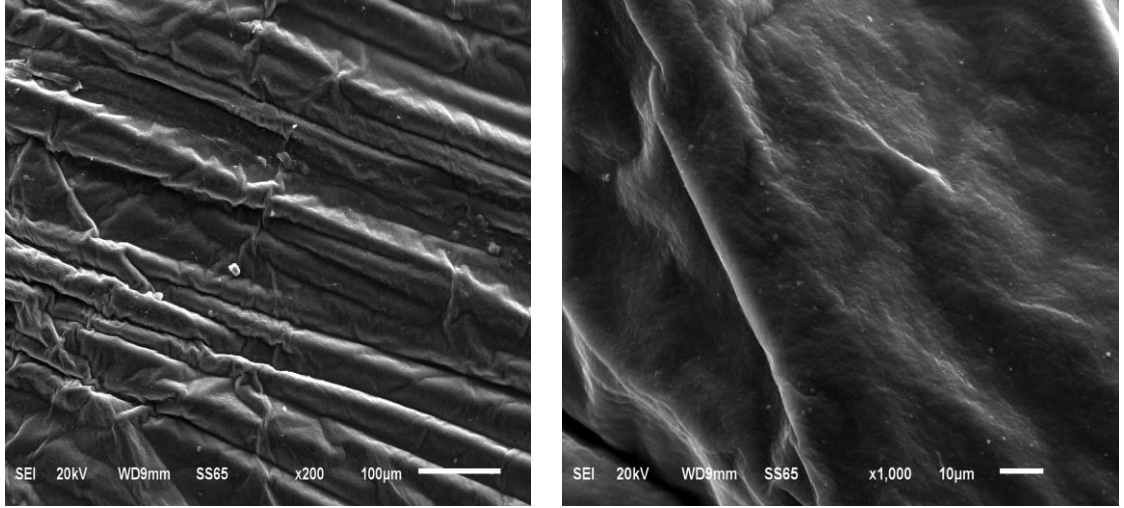
Tekrar	Boy x en uzunlukları (cm)	Kalınlık ortalama(mm)
1	67 × 31	0,03
2	69 × 31	0,04
3	67 × 31	0,03

4.2.2. Bakteriyel Selüloz Filmin Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) Analizi Bulguları

BS-gliserol-PVA filmlerin (BSF) yüzey mikro-yapısal özellikleri SEM ile gözlemlendi. SEM görüntüleri Şekil 4.2’de gösterilmektedir.



3

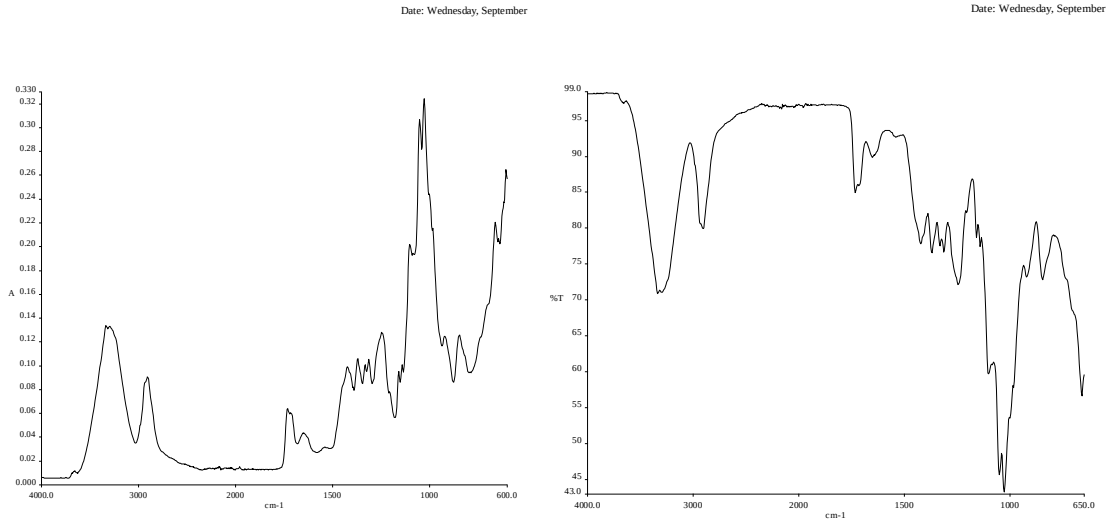


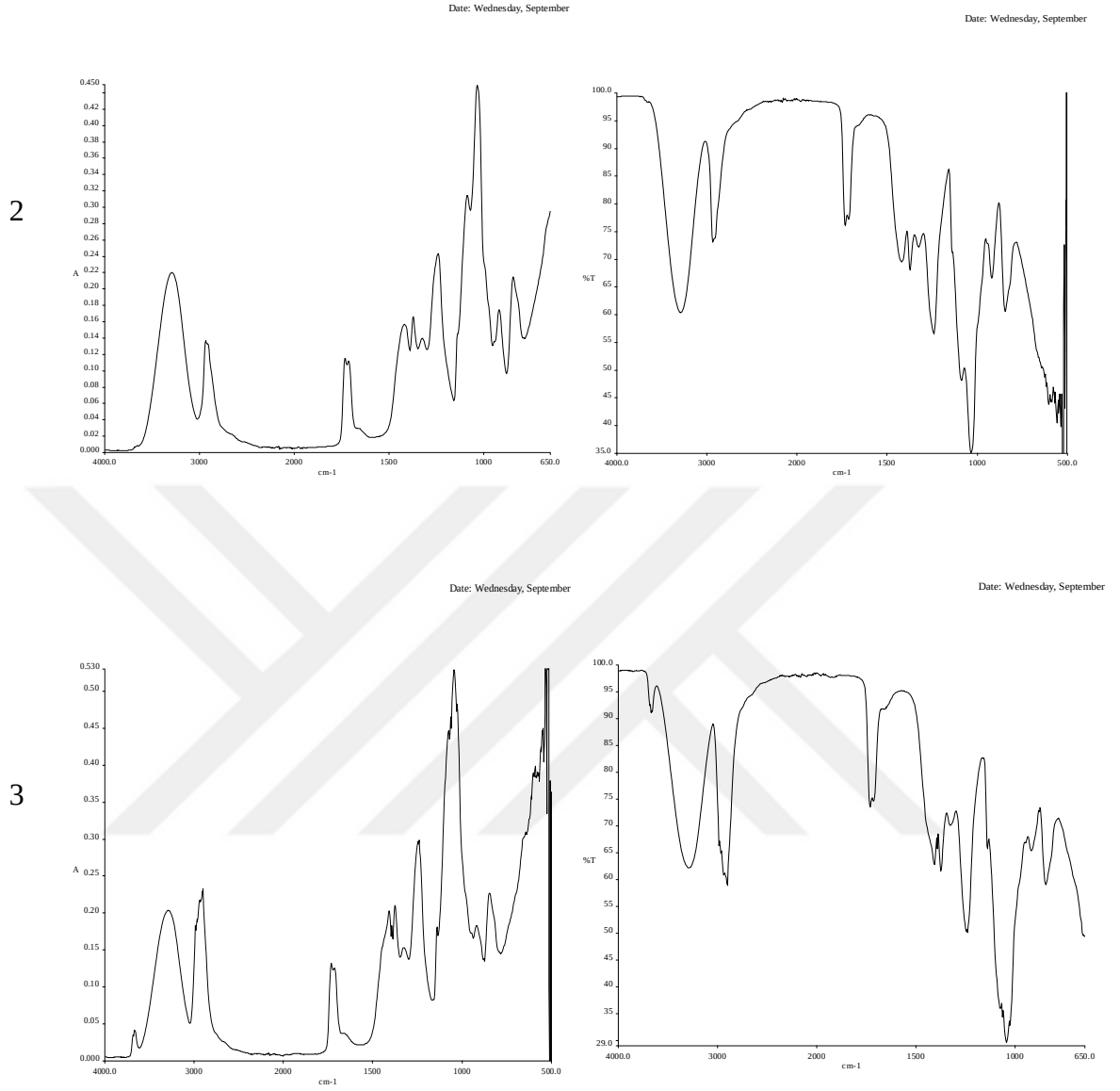
Şekil 4.2: BSF'lerin 200x ve 1000x büyütmedeki SEM görüntüleri

4.2.3. Bakteriye Selüloz Filmin Fourier Transform Infrared Spektroskopisi (FTIR) Analiz Bulguları

FT-IR, bir moleküldeki bağları, spesifik fonksiyonel grupları ve özelliklerini, bileşenler arasındaki yapısal etkileşimleri analiz etmek için kullanılan bir tekniktir. BSF'lerin FT-IR spektrumları Şekil 4.3'te gösterilmiştir.

1

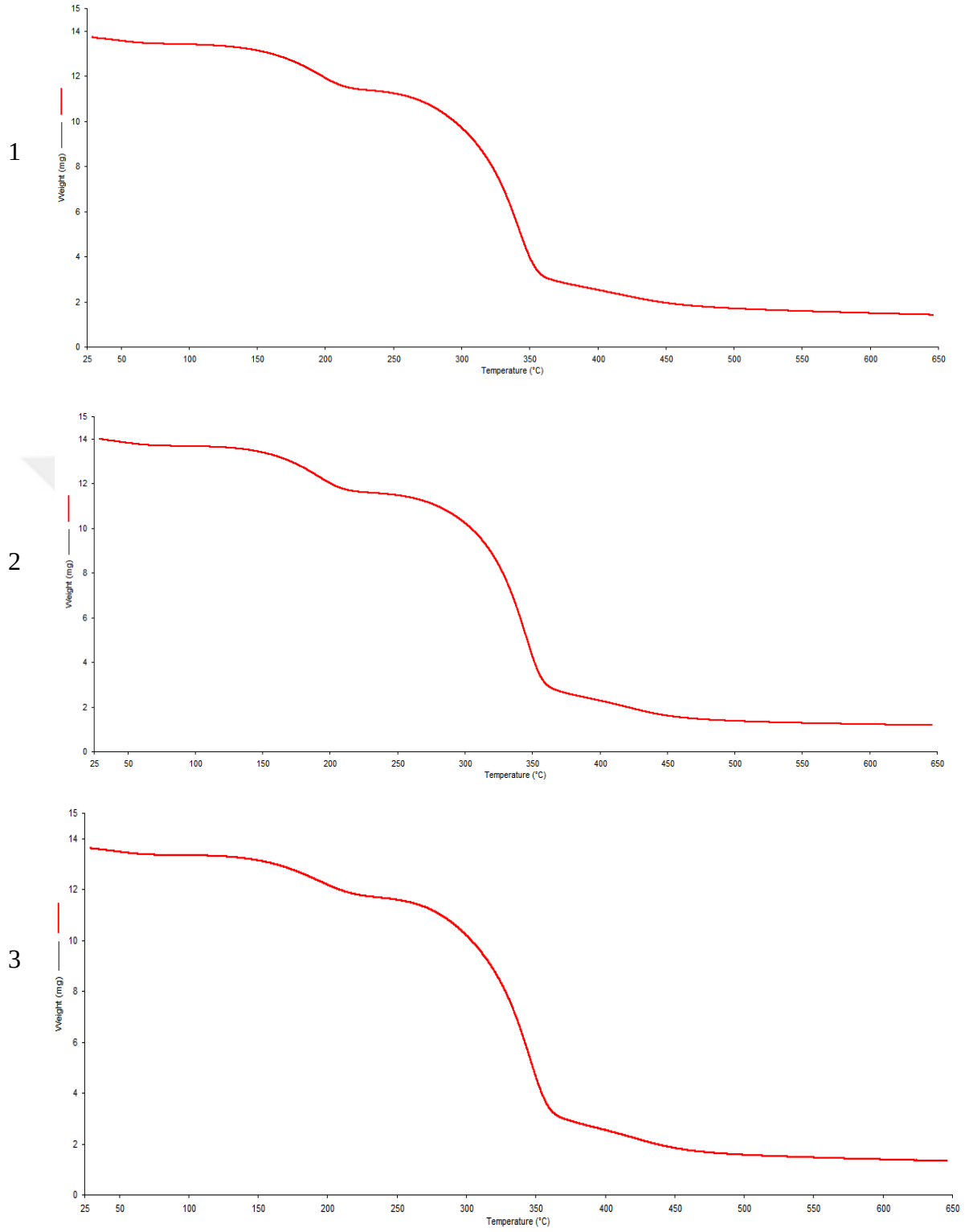




Şekil 4.3: BSF'lerin FT-IR spektrumları

4.2.4. Bakteriyel Selüloz Filmin Termal Gravimetrik (TGA) Analiz Bulguları

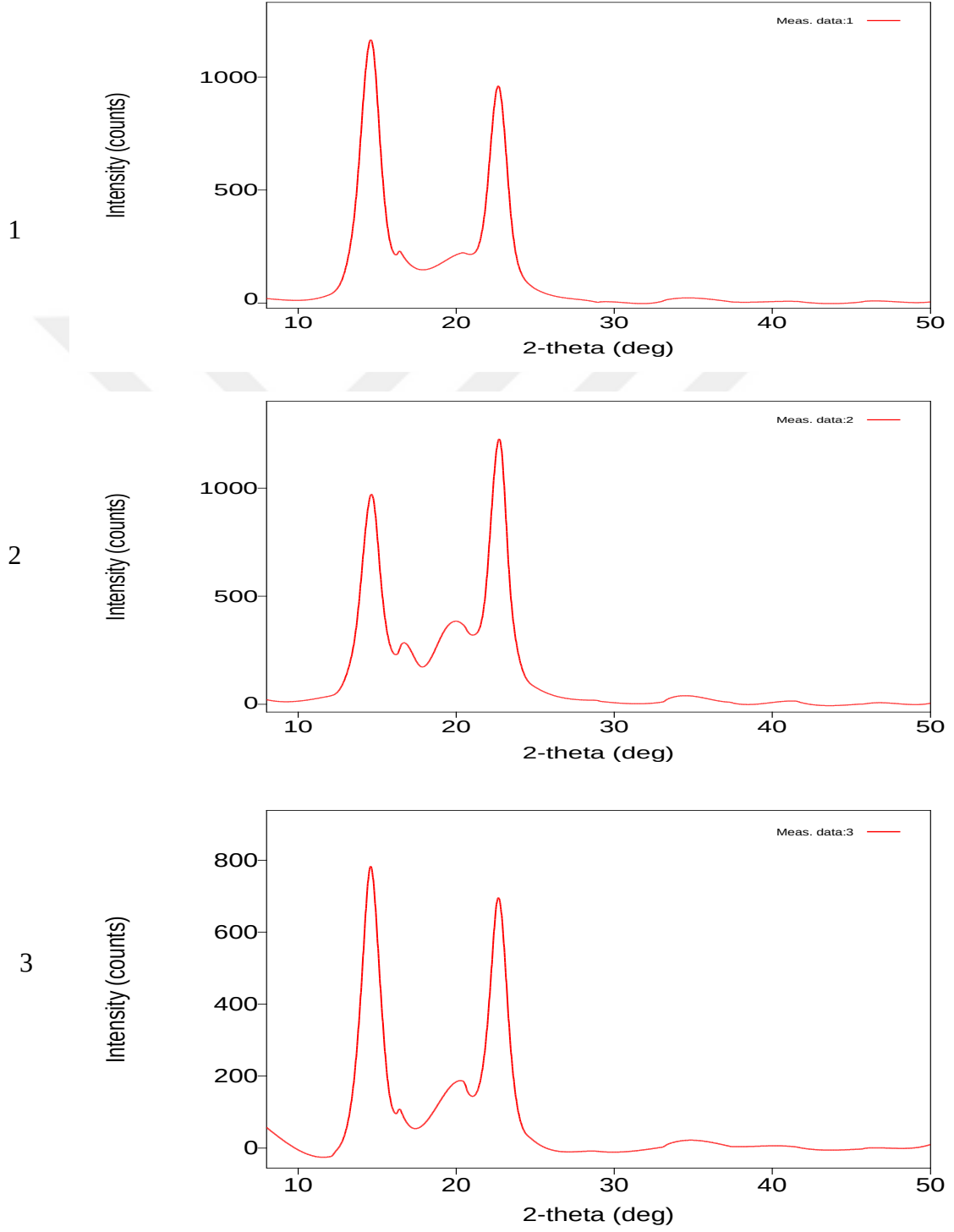
TGA malzemelerin termal stabilitesini artıran sıcaklığa karşı oluşan ağırlık değişimi ile ölçmektedir. BSF'lerin TGA eğrileri Şekil 4.4'te gösterilmiştir.



Şekil 4.4: BSF'lerin TGA eğrileri

4.2.5. Bakteriyel Selüloz Filmin X-Işınları Difraktometresi (XRD) Analiz Bulguları

XRD, malzemelerin kristal yapı özelliklerini düzenli pikler oluşturarak belirtmektedir. BSF'lerin XRD profilleri Şekil 4.5'te gösterilmiştir.



Şekil 4.5: BSF'lerin X-RD profilleri

4.2.6. Bakteriyel Selüloz Filmin Toprakta Bozunma Bulguları

BSF'in biyobozunur özelliği toprağa gömme testiyle ağırlık esasına göre belirlenmiştir. Bu test ile 3 tekrarlı olarak hazırlanan filmlerde 7. gün sonunda % 34 bozulma gözlemlenmiştir.

4.3. Kaşar Peynir Analiz Bulguları

Kaşar peynirler hazırlanan BS ve PE ile sarılarak ısıt kapatıcıyla kapatılmıştır. PE ile sarılan kaşar peynirleri 60. günde tüketilemeyecek duruma gelmesiyle 90. gün analizlerine devam edilmemiştir. 60. gün fotoğrafları Şekil 4.6'da gösterilmiştir.



Şekil 4.6: PE ile sarılmış kaşar peynirlerin 60. gün fotoğrafları

4.3.1. Mikrobiyolojik Analiz Bulguları

BSF ve PE ile sarılan kaşar peynir örneklerinin 90 günlük depolama süresince *S.aureus* ve koliform grubu bakteri sayıları 10^1 kob/g'ın altında olduğu belirlenmiştir.

Araştırmada kullanılan "TAMB, LAB, laktik streptokok ve maya - küf" değerlerine ait 1, 7, 30 ve 60. günlerde ki ölçümlerinin karşılaştırılmasında Friedman analizi, farklılıkların hangi günden kaynaklandığının belirlenmesi için Wilcoxon testi yapılmıştır. Mikrobiyolojik değerlerin gruplara göre farkının belirlenmesi için Mann Whitney U testi yapılmıştır.

4.3.1.1. Toplam Aerobik Bakterilere Ait Analiz Bulguları

BSF ve PE ile sarılan kaşar peynirinin 90 gün süreyle TAMB sayısındaki değişimler Tablo 4.5'te ve Şekil 4.7'de; BSF filmlerle kaplı peynirlerin 1., 7., 30. ve 60. günlerdeki TAMB sayısındaki değişimleri Tablo 4.6 ile Tablo 4.8'de; PE filmlerle kaplı peynirlerin 1., 7., 30. ve 60. günlerdeki TAMB sayısındaki değişimler ise Tablo 4.7 ile Tablo 4.9'da gösterilmiştir.

Tablo 4.5: Kaşar peynirlerin Toplam Aerobik Bakteri sayılarındaki değişimler (Log kob/g)

TAMB (Log kob/g)					
Ort ± SE					
	1.Gün	7.Gün	30.Gün	60.Gün	90.Gün
1BSF	7,239±0,06	6,725±0,05	6,558±0,03	6,217±0,01	5,839±0,01
2BSF	7,243±0,04	6,578±0,16	6,436±0,16	6,338±0,06	6,021±0,02
3BSF	7,251±0,03	6,770±0,12	6,387±0,03	6,296±0,07	5,841±0,08
1PE	7,297±0,03	7,449±0,15	8,135±0,00	8,135±0,00	
2PE	7,054±0,03	7,478±0,01	8,092±0,01	8,414±0,03	NA
3PE	7,217±0,08	7,596±0,02	8,488±0,06	8,332±0,01	
Ort ± SE					
	1.Gün	7.Gün	30.Gün	60.Gün	90.Gün
BSF	7,245±0,01	6,747±0,10	6,460±0,09	6,283±0,06	5,900±0,10
PE	7,189±0,12	7,507±0,08	8,238±0,22	8,293±0,14	NA
1,2,3 Deneysel üretimi ifade eder.			NA: not analysis		

Tablo 4.6: BSF ile kaplı peynirlerin Toplam Aerobik Bakteri sayılarına ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin karşılaştırılması

Mikroorganizma	Muhafaza Süresi	Sıra Ort.	Ort.	S.s	X ²	p
TAMB	1. gün	4,00	7,24	0,01	9,000	0,029*
	7. gün	3,00	6,69	0,10		
	30. gün	2,00	6,46	0,09		
	60. gün	1,00	6,28	0,06		
*p<0.05; Friedman Testi Yapılmıştır.	S.s: Standart sapma	X ² : Friedman Testi değeri		P: Ölçümler arasındaki değişim		

Tablo 4.7: PE ile kaplı peynirlerin Toplam Aerobik Bakteri sayılarına ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin karşılaştırılması

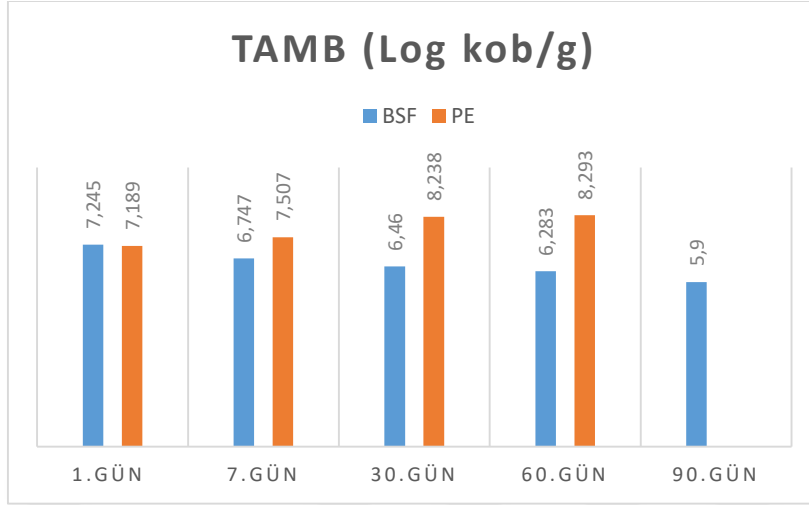
Mikroorganizma	Muhafaza Süresi	Sıra Ort.	Ort.	S.s	X ²	p
TAMB	1. gün	1,00	7,19	0,12	8,379	0,039*
	7. gün	2,00	7,51	0,08		
	30. gün	3,50	8,24	0,22		
	60. gün	3,50	8,29	0,14		
*p<0.05; Friedman Testi Yapılmıştır.	S.s: Standart sapma	X ² : Friedman Testi değeri		P: Ölçümler arasındaki değişim		

Tablo 4.8: BSF ile kaplı peynirlerin Toplam Aerobik Bakteri sayılarına ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin ikili karşılaştırılması

Ölçüm	Değişim	n	Sıra Ort.	Sıra Top.	Z	p
7 Gün (TAMB) - 1 Gün(TAMB)	Negatif (a)	3	2,00	6,00	9,769	0,010*
	Pozitif (b)	0	0,00	0,00		
	Eşit (c)	0				
30 Gün(TAMB) - 1 Gün(TAMB)	Negatif (a)	3	2,00	6,00	14,501	0,005*
	Pozitif (b)	0	0,00	0,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(TAMB) - 1 Gün(TAMB)	Negatif (a)	3	2,00	6,00	28,344	0,001*
	Pozitif (b)	0	0,00	0,00		
	Eşit (c)	0				
30 Gün(TAMB) - 7 Gün(TAMB)	Negatif (a)	3	2,00	6,00	3,015	0,095
	Pozitif (b)	0	0,00	0,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(TAMB) - 7 Gün(TAMB)	Negatif (a)	3	2,00	6,00	4,835	0,040*
	Pozitif (b)	0	0,00	0,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(TAMB) - 30 Gün(TAMB)	Negatif (a)	3	2,00	6,00	2,149	0,165
	Pozitif (b)	0	0,00	0,00		
	Eşit (c)	0				
(a): Azalışı; (b): Artışı ve (c): Eşit kalmayı temsil eder. *p<0.05; Wilcoxon testi yapılmıştır.						
Z: Wilcoxon testi değeri			P: Ölçümler arasındaki değişim			

Tablo 4.9: PE ile kaplı peynirlerin Toplam Aerobik Bakteri sayılarına ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin ikili karşılaştırılması

Ölçüm	Değişim	n	Sıra Ort.	Sıra Top.	Z	p
7 Gün(TAMB) - 1 Gün(TAMB)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-3,782	0,063
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
30 Gün(TAMB) - 1 Gün(TAMB)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-8,384	0,014*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(TAMB) - 1 Gün(TAMB)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-7,324	0,018*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
30 Gün(TAMB) - 7 Gün(TAMB)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-8,771	0,013*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(TAMB) - 7 Gün(TAMB)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-10,291	0,009*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(TAMB) - 30 Gün(TAMB)	Negatif (a)	1	1,00	1,00	-0,393	0,732
	Pozitif (b)	1	2,00	2,00		
	Eşit (c)	1				
(a): Azalışı; (b): Artışı ve (c): Eşit kalmayı temsil eder. *p<0.05; Wilcoxon testi yapılmıştır.						
Z: Wilcoxon testi değeri			P: Ölçümler arasındaki değişim			



Şekil 4.7: Kaşar peynirlerin Toplam Aerobik Bakteri sayılarındaki değişimler (Log kob/g)

4.3.1.2. Laktik Asit Bakteri Sayılarına Ait Analiz Bulguları

BSF ve PE ile sarılan kaşar peynirinin 90 gün süreyle LAB sayısındaki değişimler Tablo 4.10'da ve Şekil 4.8'de; BSF filmlerle kaplı peynirlerin 1., 7., 30. ve 60. günlerdeki LAB sayısındaki değişimler Tablo 4.11 ile Tablo 4.13'te; PE filmlerle kaplı peynirlerin 1., 7., 30. ve 60. günlerdeki LAB sayısındaki değişimler ise Tablo 4.12 ile Tablo 4.14'de gösterilmiştir.

Tablo 4.10: Kaşar peynirlerin LAB sayısındaki değişimler (Log kob/g)

LAB sayısı (Log kob/g)					
Ort ± SE					
	1.Gün	7.Gün	30.Gün	60.Gün	90.Gün
1BSF	7,207±0,21	6,862±0,03	6,667±0,01	5,556±0,01	5,374±0,07
2BSF	7,731±0,03	6,616±0,04	6,340±0,01	5,961±0,03	5,472±0,27
3BSF	7,555±0,04	6,822±0,03	6,885±0,03	6,250±0,01	5,883±0,01
1PE	7,377±0,05	7,046±0,03	8,362±0,00	8,410±0,07	
2PE	7,542±0,04	7,545±0,45	8,434±0,01	8,601±0,03	NA
3PE	7,498±0,02	7,503±0,09	8,124±0,01	8,201±0,04	
Ort ± SE					
	1.Gün	7.Gün	30.Gün	60.Gün	90.Gün
BSF	7,497±0,27	6,766±0,13	6,630±0,27	5,922±0,35	5,576±0,27
PE	7,472±0,09	7,364±0,28	8,306±0,16	8,404±0,20	NA

1,2,3 Deneyisel üretimi ifade eder.

NA: not analysis

Tablo 4.11: BSF ile kaplı peynirlerin LAB sayısındaki değişimlere ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin karşılaştırılması

Mikroorganizma	Muhafaza Süresi	Sıra Ort.	Ort.	S.s	X ²	p
LAB	1. gün	4,00	7,50	0,27	8,200	0,042*
	7. gün	2,67	6,77	0,13		
	30. gün	2,33	6,63	0,27		
	60. gün	1,00	5,92	0,35		
*p<0.05; Friedman Testi Yapılmıştır.	S.s: Standart sapma	X ² : Friedman Testi değeri		P: Ölçümler arasındaki değişim		

Tablo 4.12: PE ile kaplı peynirlerin LAB sayısındaki değişimlere ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin karşılaştırılması

Mikroorganizma	Muhafaza Süresi	Sıra Ort.	Ort.	S.s	X ²	p
LAB	1. gün	1,33	7,47	0,09	8,200	0,042*
	7. gün	1,67	7,36	0,28		
	30. gün	3,00	8,31	0,16		
	60. gün	4,00	8,40	0,20		
*p<0.05; Friedman Testi Yapılmıştır.		S.s: Standart sapma	X ² : Friedman Testi değeri		P: Ölçümler arasındaki değişim	

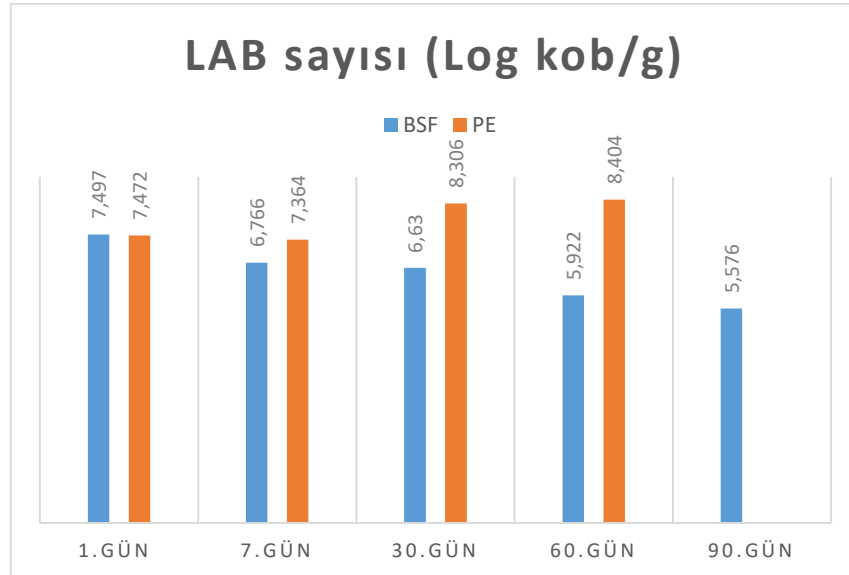
Tablo 4.13: PE ile kaplı peynirlerin LAB sayısındaki değişimlere ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin ikili karşılaştırılması

Ölçüm	Değişim	n	Sıra Ort.	Sıra Top.	Z	P
7 Gün(LAB) - 1 Gün(LAB)	Negatif (a)	3	2,00	6,00	3,289	0,081
	Pozitif (b)	0	0,00	0,00		
	Eşit (c)	0				
30 Gün(LAB) - 1 Gün(LAB)	Negatif (a)	3	2,00	6,00	3,276	0,082
	Pozitif (b)	0	0,00	0,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(LAB) - 1 Gün(LAB)	Negatif (a)	3	2,00	6,00	11,296	0,008*
	Pozitif (b)	0	0,00	0,00		
	Eşit (c)	0				
30 Gün(LAB) - 7 Gün(LAB)	Negatif (a)	2	2,50	5,00	1,331	0,315
	Pozitif (b)	1	1,00	1,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(LAB) - 7 Gün(LAB)	Negatif (a)	3	2,00	6,00	3,638	0,068
	Pozitif (b)	0	0,00	0,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(LAB) - 30 Gün(LAB)	Negatif (a)	3	2,00	6,00	3,303	0,081
	Pozitif (b)	0	0,00	0,00		
	Eşit (c)	0				
(a): Azalış; (b): Artışı ve (c): Eşit kalmayı temsil eder. *p<0.05; Wilcoxon testi yapılmıştır.						
Z: Wilcoxon testi değeri			P: Ölçümler arasındaki değişim			

Tablo 4.14: PE ile kaplı peynirlerin LAB sayısındaki değişimlere ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin ikili karşılaştırılması

Ölçüm	Değişim	n	Sıra Ort.	Sıra Top.	Z	P
7 Gün(LAB) - 1 Gün(LAB)	Negatif (a)	1	3,00	3,00	0,964	0,437
	Pozitif (b)	2	1,50	3,00		
	Eşit (c)	0				
30 Gün(LAB) - 1 Gün(LAB)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-7,756	0,016*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0	0,00	0,00		
60 Gün(LAB) - 1 Gün(LAB)	Negatif (a)	0	2,00	6,00	-8,131	0,015*
	Pozitif (b)	3	0,00	0,00		
	Eşit (c)	0	2,00	6,00		
30 Gün(LAB) - 7 Gün(LAB)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-4,655	0,043*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0	0,00	0,00		
60 Gün(LAB) - 7 Gün(LAB)	Negatif (a)	0	2,00	6,00	-5,401	0,033*
	Pozitif (b)	3	0,00	0,00		
	Eşit (c)	0	2,00	6,00		
60 Gün(LAB) - 30 Gün(LAB)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-2,717	0,113
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				

(a): Azalış; (b): Artış ve (c): Eşit kalmayı temsil eder. *p<0.05; Wilcoxon testi yapılmıştır.
Z: Wilcoxon testi değeri P: Ölçümler arasındaki değişim



Şekil 4.8: Kaşar peynirlerin LAB sayısındaki değişimler (Log kob/g)

4.3.1.3. Laktik Streptokok Bakteri Sayılarına Ait Analiz Bulguları

BSF ve PE ile sarılan kaşar peynirinin 90 gün süreyle laktik streptokok bakteri sayısındaki değişimler Tablo 4.15'te ve Şekil 4.9'da; BSF ve PE filmlerle kaplı peynirlerin 1., 7., 30. ve 60. günlerdeki laktik streptokok bakteri sayısındaki değişimler sırasıyla Tablo 4.16 ve Tablo 4.17'de gösterilmiştir.

Tablo 4.15: Kaşar peynirlerin laktik streptokok bakteri sayısındaki değişimler (Log kob/g)

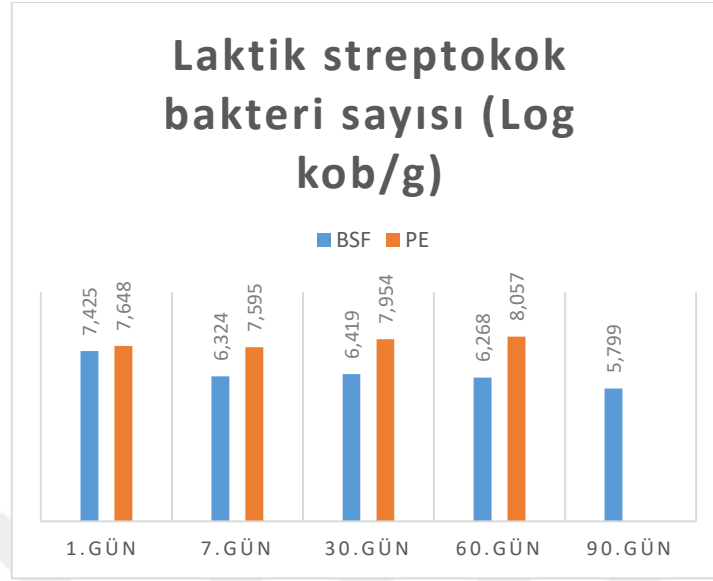
Laktik streptokok bakteri sayısı (Log kob/g)					
Ort ± SE					
	1.Gün	7.Gün	30.Gün	60.Gün	90.Gün
1BSF	7,243±0,01	6,760±0,01	6,506±0,07	6,235±0,16	5,926±0,03
2BSF	7,503±0,14	6,160±0,12	6,355±0,12	6,252±0,02	5,688±0,04
3BSF	7,530±0,04	6,052±0,02	6,397±0,17	6,318±0,16	5,783±0,04
1PE	7,410±0,37	7,410±0,11	8,170±0,07	8,135±0,02	
2PE	7,805±0,18	7,831±0,04	8,151±0,01	8,172±0,11	NA
3PE	7,730±0,15	7,544±0,01	7,543±0,02	7,864±0,04	
Ort ± SE					
	1.Gün	7.Gün	30.Gün	60.Gün	90.Gün
BSF	7,425±0,16	6,324±0,38	6,419±0,08	6,268±0,04	5,799±0,11
PE	7,648±0,21	7,595±0,22	7,954±0,36	8,057±0,17	NA
1,2,3 Deneyisel üretimi ifade eder.			NA: not analysis		

Tablo 4.16: BSF ile kaplı peynirlerin laktik streptokok bakteri sayısındaki değişimlere ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin karşılaştırılması

Mikroorganizma	Muhafaza Süresi	Sıra Ort.	Ort.	S.s	X ²	p
Laktik streptokok	1. gün	4,00	7,43	0,16	6,600	0,086
	7. gün	1,67	6,32	0,38		
	30. gün	2,67	6,42	0,08		
	60. gün	1,67	6,27	0,04		
*p<0.05; Friedman Testi Yapılmıştır.	S.s: Standart sapma	X ² : Friedman Testi değeri		P: Ölçümler arasındaki değişim		

Tablo 4.17: PE ile kaplı peynirlerin laktik streptokok bakteri sayısındaki değişimlere ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin karşılaştırılması

Mikroorganizma	Muhafaza Süresi	Sıra Ort.	Ort.	S.s	X ²	p
Laktik streptokok	1. gün	1,83	7,65	0,21	4,241	0,237
	7. gün	1,83	7,60	0,22		
	30. gün	2,67	7,95	0,36		
	60. gün	3,67	8,06	0,17		
*p<0.05; Friedman Testi Yapılmıştır.	S.s: Standart sapma	X ² : Friedman Testi değeri		P: Ölçümler arasındaki değişim		



Şekil 4.9: Kaşar peynirlerin laktik streptokok bakteri sayısındaki değişimler (Log kob/g)

4.3.1.4. Maya ve Küf Sayılarına Ait Analiz Bulguları

BSF ve PE ile sarılan kaşar peynirinin 90 gün süreyle maya - küf sayısındaki değişimler Tablo 4.18’de ve Şekil 4.10’da; BSF filmlerle kaplı peynirlerin 1., 7., 30. ve 60. günlerdeki maya - küf sayısındaki değişimler Tablo 4.19 ile Tablo 4.21’de; PE filmlerle kaplı peynirlerin 1., 7., 30. ve 60. günlerdeki maya - küf sayısındaki değişimler ise Tablo 4.20 ile Tablo 4.22’de gösterilmiştir.

Tablo 4.18: Kaşar peynirlerin maya - küf sayısındaki değişimler (Log kob/g)

Maya - küf sayısı (Log kob/g)					
	Ort±SE				
	1.Gün	7.Gün	30.Gün	60.Gün	90.Gün
1BSF	3,725±0,26	4,040±0,04	4,536±0,04	3,830±0,04	2,407±0,08
2BSF	3,949±0,05	4,239±0,24	4,839±0,05	3,889±0,05	2,167±0,09
3BSF	3,190±0,08	4,857±0,01	4,861±0,11	3,620±0,09	2,240±0,01
1PE	3,975±0,01	5,352±0,01	6,616±0,04	7,123±0,03	
2PE	3,973±0,02	5,579±0,10	6,552±0,12	7,291±0,03	NA
3PE	3,933±0,01	5,445±0,08	6,434±0,02	7,130±0,02	
	Ort±SE				
	1.Gün	7.Gün	30.Gün	60.Gün	90.Gün
BSF	3,621±0,39	4,378±0,43	4,745±0,18	3,779±0,14	2,271±0,12
PE	3,960±0,01	5,458±0,11	6,534±0,09	7,181±0,10	NA

1,2,3 Deneysel üretimi ifade eder.

NA: not analysis

Tablo 4.19: BSF ile kaplı peynirlerin maya - küf sayısındaki değişimlere ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin karşılaştırılması

Mikroorganizma	Muhafaza Süresi	Sıra Ort.	Ort.	S.s	X ²	p
Maya - küf	1. gün	1,33	3,62	0,39	8,200	0,042*
	7. gün	3,00	4,38	0,43		
	30. gün	4,00	4,75	0,18		
	60. gün	1,67	3,78	0,14		
*p<0.05; Friedman Testi Yapılmıştır.	S.s: Standart sapma	X ² : Friedman Testi değeri		P: Ölçümler arasındaki değişim		

Tablo 4.20: PE ile kaplı peynirlerin maya - küf sayısındaki değişimlere ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin karşılaştırılması

Mikroorganizma	Muhafaza Süresi	Sıra Ort.	Ort.	S.s	X ²	p
Maya - küf	1. gün	1,00	3,96	0,02	9,000	0,029*
	7. gün	2,00	5,46	0,11		
	30. gün	3,00	6,53	0,09		
	60. gün	4,00	7,18	0,10		
*p<0.05; Friedman Testi Yapılmıştır.	S.s: Standart sapma	X ² : Friedman Testi değeri		P: Ölçümler arasındaki değişim		

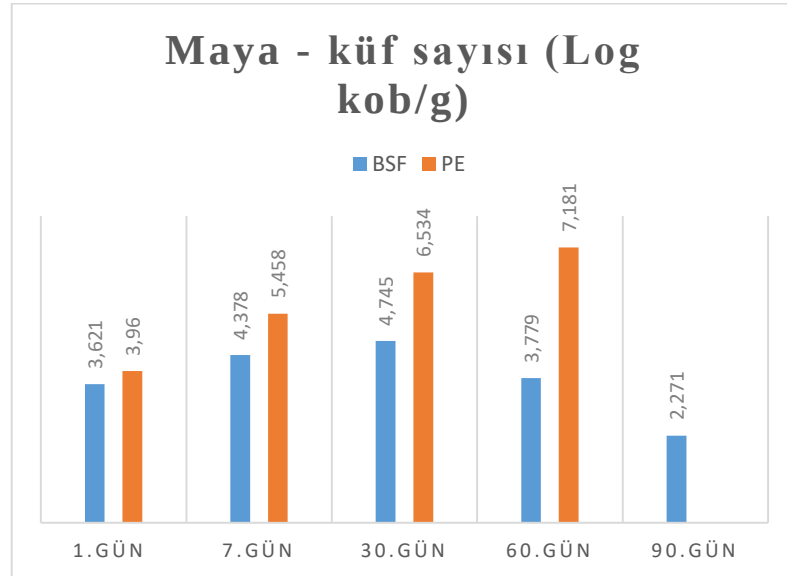
Tablo 4.21: BSF ile kaplı peynirlerin maya - küf sayısındaki değişimlere ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin ikili karşılaştırılması

Ölçüm	Değişim	n	Sıra Ort.	Sıra Top.	Z	p
7 Gün(maya - küf) - 1 Gün(maya - küf)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-1,665	0,238
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
30 Gün(maya - küf) - 1 Gün(maya - küf)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-4,095	0,055
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(maya - küf) - 1 Gün(maya - küf)	Negatif (a)	1	1,00	1,00	-1,100	0,386
	Pozitif (b)	2	2,50	5,00		
	Eşit (c)	0				
30 Gün(maya - küf) - 7 Gün(maya - küf)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-1,995	0,184
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(maya - küf) - 7 Gün(maya - küf)	Negatif (a)	3	2,00	6,00	1,863	0,204
	Pozitif (b)	0	0,00	0,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(maya - küf) - 30 Gün(maya - küf)	Negatif (a)	3	2,00	6,00	6,245	0,025*
	Pozitif (b)	0	0,00	0,00		
	Eşit (c)	0				
(a): Azalış; (b): Artışı ve (c): Eşit kalmayı temsil eder. *p<0.05; Wilcoxon testi yapılmıştır.						
Z: Wilcoxon testi değeri			P: Ölçümler arasındaki değişim			

Tablo 4.22: PE ile kaplı peynirlerin maya - küf sayısındaki değişimlere ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin ikili karşılaştırılması

Ölçüm	Değişim	n	Sıra Ort.	Sıra Top.	Z	p
7 Gün(maya - küf) - 1 Gün(maya - küf)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-22,545	0,002*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
30 Gün(maya - küf) - 1 Gün(maya - küf)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-63,544	0,001*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(maya - küf) - 1 Gün(maya - küf)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-63,756	0,001*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
30 Gün(maya - küf) - 7 Gün(maya - küf)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-11,386	0,008*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(maya - küf) - 7 Gün(maya - küf)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-67,842	0,001*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(maya - küf) - 30 Gün(maya - küf)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-9,085	0,012*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				

(a): Azalışı; (b): Artışı ve (c): Eşit kalmayı temsil eder. *p<0.05; Wilcoxon testi yapılmıştır.
Z: Wilcoxon testi değeri P: Ölçümler arasındaki değişim



Şekil 4.10: Kaşar peynirlerin maya - küf sayısındaki değişimler (Log kob/g)

4.3.2. Fiziksel ve Kimyasal Analizler Bulguları

4.3.2.1. Kuru Madde Miktarı Bulguları

BSF ve PE ile sarılan kaşar peynirinin 90 gün süreyle kuru madde değerindeki değişimler Tablo 4.23'te ve Şekil 4.11'de; BSF filmlerle kaplı peynirlerin 1., 7., 30. ve 60. günlerdeki kuru madde değerindeki değişimler Tablo 4.24 ile Tablo 4.26'da; PE filmlerle kaplı peynirlerin 1., 7., 30. ve 60. günlerdeki kuru madde değerindeki değişimler ise Tablo 4.25'te gösterilmiştir.

Tablo 4.23: Kaşar peynirlerin % kuru madde değişimleri

% Kuru madde					
Ort ± SE					
	1.Gün	7.Gün	30.Gün	60.Gün	90.Gün
1BSF	56,69±0,04	67,51±0,09	73,39±0,26	75,57±0,06	79,15±0,47
2BSF	55,65±0,61	64,44±0,12	74,84±0,57	77,37±0,74	78,98±0,52
3BSF	57,10±0,21	65,00±0,27	73,61±0,22	77,37±0,33	79,38±0,31
1PE	57,18±0,47	57,42±0,29	57,86±0,48	58,23±0,60	
2PE	56,86±0,84	57,67±0,87	57,83±0,99	57,77±0,87	NA
3PE	56,04±0,75	57,63±0,04	57,71±0,43	57,31±0,67	
Ort ± SE					
	1.Gün	7.Gün	30.Gün	60.Gün	90.Gün
BSF	56,48±0,75	65,65±1,63	73,96±0,78	76,77±1,04	79,17±0,20
PE	56,69±0,59	57,57±0,13	57,80±0,08	57,77±0,46	NA

1,2,3: Deneyisel üretimleri ifade eder.

NA: not analysis

Tablo 4.24: BSF ile kaplı peynirlerin kuru madde değerlerine ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin karşılaştırılması

Ölçüm	Test	Sıra Ort.	Ort.	S.s	X ²	p
KM	1. gün	1,00	56,48	0,75	9,000	0,029*
	7. gün	2,00	65,65	1,63		
	30. gün	3,00	73,95	0,78		
	60. gün	4,00	76,77	1,04		
*p<0.05; Friedman Testi Yapılmıştır.		S.s: Standart sapma	X ² : Friedman Testi değeri		P: Ölçümler arasındaki değişim	

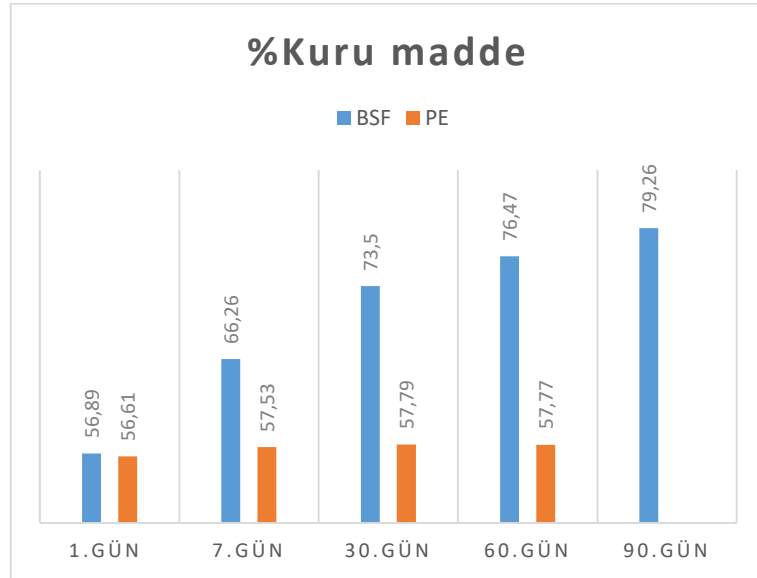
Tablo 4.25: PE ile kaplı peynirlerin kuru madde değerlerine ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin karşılaştırılması

Ölçüm	Test	Sıra Ort.	Ort.	S.s	X ²	p
KM	1. gün	1,00	56,69	0,59	7,000	0,072
	7. gün	2,33	57,57	0,13		
	30. gün	3,67	57,80	0,08		
	60. gün	3,00	57,77	0,46		
*p<0.05; Friedman Testi Yapılmıştır.		S.s: Standart sapma	X ² : Friedman Testi değeri	P: Ölçümler arasındaki değişim		

Tablo 4.26: BSF ile kaplı peynirlerin kuru madde değerlerine ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin ikili karşılaştırılması

Ölçüm	Değişim	n	Sıra Ort.	Sıra Top.	Z	p
7 Gün(KM) - 1 Gün(KM)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-10,612	0,009*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
30 Gün(KM) - 1 Gün(KM)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-20,230	0,002*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(KM) - 1 Gün(KM)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-24,747	0,002*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
30 Gün(KM) - 7 Gün(KM)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-6,313	0,024*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(KM) - 7 Gün(KM)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-7,228	0,019*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(KM) - 30 Gün(KM)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-5,893	0,028*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				

(a): Azalış; (b): Artış ve (c): Eşit kalmayı temsil eder. *p<0.05; Wilcoxon testi yapılmıştır.
Z: Wilcoxon testi değeri P: Ölçümler arasındaki değişim



Şekil 4.11: Kaşar peynirlerin % kuru madde değişimleri

4.3.2.2. Yağ Miktarı Bulguları

BSF ve PE ile sarılan kaşar peynirinin 90 gün süreyle yağ miktarındaki değişimler Tablo 4.27’de ve Şekil 4.12’de; BSF filmlerle kaplı peynirlerin 1., 7., 30. ve 60. günlerdeki yağ miktarı değişimleri Tablo 4.28 ile Tablo 4.30’da; PE filmlerle kaplı peynirlerin 1., 7., 30. ve 60. günlerdeki yağ miktarı değişimleri ise Tablo 4.29 ile Tablo 4.31’de gösterilmiştir.

Tablo 4.27: Kaşar peynirlerin % yağ miktarı değişimleri

% Yağ Ort ± SE					
	1.Gün	7.Gün	30.Gün	60.Gün	90.Gün
1BSF	25,50±0,50	28,75±0,25	34,25±0,25	36,25±0,25	39,25±0,25
2BSF	26,00±0,50	28,75±0,25	34,50±0,50	36,00±0,50	39,25±0,25
3BSF	26,25±0,25	28,50±0,00	34,75±0,25	35,25±0,25	38,25±0,25
1PE	25,25±0,25	25,50±0,00	26,00±0,50	26,00±0,00	
2PE	25,75±0,25	26,50±0,00	28,00±0,50	27,75±0,25	NA
3PE	25,25±0,25	26,25±0,25	28,25±0,25	29,00±0,50	
Ort ± SE					
	1.Gün	7.Gün	30.Gün	60.Gün	90.Gün
BSF	25,92±0,38	28,67±0,14	34,50±0,25	35,83±0,52	38,92±0,58
PE	25,42±0,29	26,08±0,52	27,42±1,23	27,58±1,51	NA
1,2,3: Deneyisel üretimleri ifade eder.			NA: not analysis		

Tablo 4.28: BSF ile kaplı peynirlerin yağ miktarına ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin karşılaştırılması

Ölçüm	Test	Sıra Ort.	Ort.	S.s	X ²	P
Yağ	1. gün	1,00	25,92	0,38	9,000	0,029*
	7. gün	2,00	28,67	0,14		
	30. gün	3,00	34,50	0,25		
	60. gün	4,00	35,83	0,52		
*p<0.05; Friedman Testi Yapılmıştır.		S.s: Standart sapma	X ² : Friedman Testi değeri		P: Ölçümler arasındaki değişim	

Tablo 4.29: PE ile kaplı peynirlerin yağ miktarına ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin karşılaştırılması

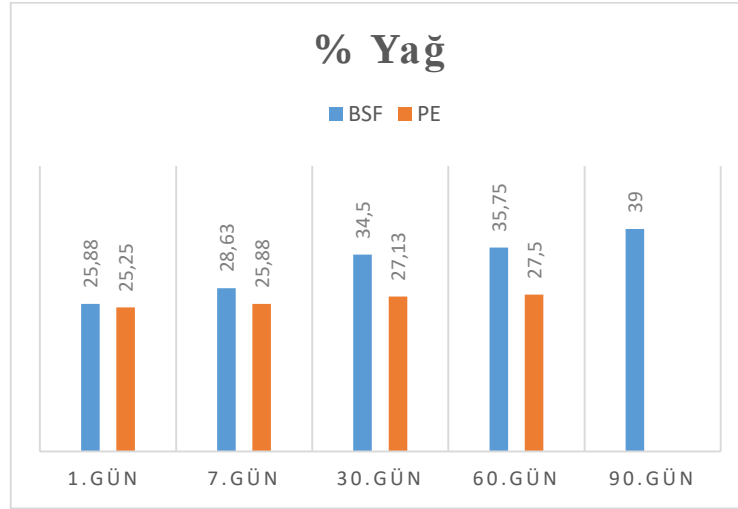
Ölçüm	Test	Sıra Ort.	Ort.	S.s	X ²	p
Yağ	1. gün	1,00	25,42	0,29	8,379	0,039*
	7. gün	2,00	26,08	0,52		
	30. gün	3,50	27,42	1,23		
	60. gün	3,50	27,58	1,51		
*p<0.05; Friedman Testi Yapılmıştır.		S.s: Standart sapma	X ² : Friedman Testi değeri		P: Ölçümler arasındaki değişim	

Tablo 4.30: BSF ile kaplı peynirlerin yağ miktarına ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin ikili karşılaştırılması

Ölçüm	Değişim	n	Sıra Ort.	Sıra Top.	Z	p
7 Gün(Yağ) - 1 Gün(Yağ)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-9,526	0,011*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
30 Gün(Yağ) - 1 Gün(Yağ)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-103,000	0,001*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(Yağ) - 1 Gün(Yağ)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-19,563	0,003*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
30 Gün(Yağ) - 7 Gün(Yağ)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-26,458	0,001*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(Yağ) - 7 Gün(Yağ)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-32,505	0,001*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(Yağ) - 30 Gün(Yağ)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-3,024	0,094
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
(a): Azalışı; (b): Artışı ve (c): Eşit kalmayı temsil eder. *p<0.05; Wilcoxon testi yapılmıştır.						
Z: Wilcoxon testi değeri			P: Ölçümler arasındaki değişim			

Tablo 4.31: PE ile kaplı peynirlerin yağ miktarına ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin ikili karşılaştırılması

Ölçüm	Değişim	n	Sıra Ort.	Sıra Top.	Z	p
7 Gün(Yağ) - 1 Gün(Yağ)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-3,024	0,094
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
30 Gün(Yağ) - 1 Gün(Yağ)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-9,976	0,015*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(Yağ) - 1 Gün(Yağ)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-10,236	0,010*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
30 Gün(Yağ) - 7 Gün(Yağ)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-3,024	0,094
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(Yağ) - 7 Gün(Yağ)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-2,268	0,151
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(Yağ) - 30 Gün(Yağ)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-0,555	0,635
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
(a): Azalışı; (b): Artışı ve (c): Eşit kalmayı temsil eder. *p<0.05; Wilcoxon testi yapılmıştır.						
Z: Wilcoxon testi değeri			P: Ölçümler arasındaki değişim			



Şekil 4.12: Kaşar peynirlerin % yağ miktarı değişimleri

4.3.2.3. Kuru Maddede Yağ Miktarı Bulguları

BSF ve PE ile sarılan kaşar peynirinin 90 gün süreyle kuru maddede yağ miktarındaki değişimler Tablo 4.32’de ve Şekil 4.13’te; BSF filmlerle kaplı peynirlerin 1., 7., 30. ve 60. günlerdeki kuru maddede yağ miktarı değişimleri Tablo 4.33’te; PE filmlerle kaplı peynirlerin 1., 7., 30. ve 60. günlerdeki kuru maddede yağ miktarı değişimleri ise Tablo 4.34 ile Tablo 4.35’te gösterilmiştir.

Tablo 4.32: Kaşar peynirlerin kuru maddede yağ miktarı değişimleri

Kuru maddede yağ					
Ort					
	1.Gün	7.Gün	30.Gün	60.Gün	90.Gün
1BSF	44,98	42,59	46,67	47,97	49,59
2BSF	46,72	44,62	46,1	46,53	49,7
3BSF	45,97	43,85	47,21	45,56	48,82
1PE	44,16	44,41	44,94	44,65	
2PE	45,29	45,95	48,42	48,04	NA
3PE	45,06	45,55	48,95	50,6	
Ort±SE					
	1.Gün	7.Gün	30.Gün	60.Gün	90.Gün
BSF	45,89 ±0,87	43,69±1,02	46,66±0,56	46,69±1,21	49,37±0,48
PE	44,84±0,60	45,30±0,80	47,44±2,18	47,76±2,98	NA

1,2,3 Deneysel üretimi ifade eder.

NA: not analysis

Tablo 4.33: BSF ile kaplı peynirlerin kuru maddede yağ değerlerine ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin karşılaştırılması

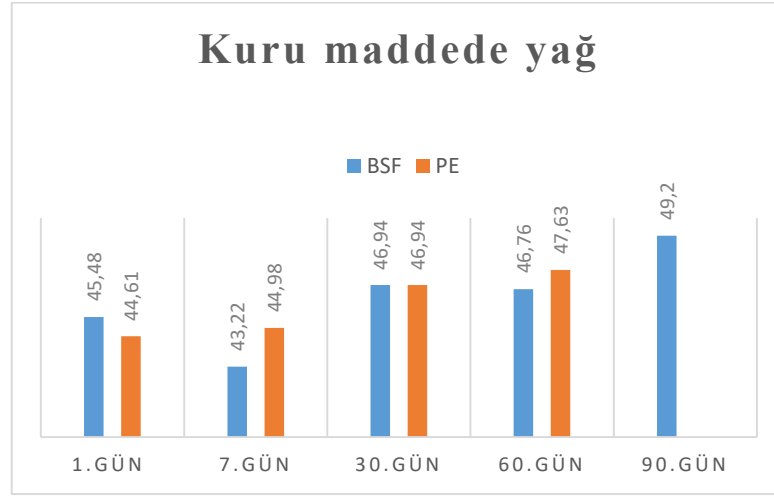
Ölçüm	Test	Sıra Ort.	Ort.	S.s	X ²	p
Kuru maddede yağ	1. gün	3,00	45,89	0,87	5,400	0,145
	7. gün	1,00	43,69	1,02		
	30. gün	3,00	46,66	0,56		
	60. gün	3,00	46,69	1,21		
*p<0.05; Friedman Testi Yapılmıştır.	S.s: Standart sapma	X ² : Friedman Testi değeri		P: Ölçümler arasındaki değişim		

Tablo 4.34: PE ile kaplı peynirlerin kuru maddede yağ değerlerine ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin karşılaştırılması

Ölçüm	Test	Sıra Ort.	Ort.	S.s	X ²	p
Kuru maddede yağ	1. gün	1,00	44,84	0,60	8,200	0,042*
	7. gün	2,00	45,30	0,80		
	30. gün	3,67	47,44	2,18		
	60. gün	3,33	47,76	2,98		
*p<0.05; Friedman Testi Yapılmıştır.	S.s: Standart sapma	X ² : Friedman Testi değeri		P: Ölçümler arasındaki değişim		

Tablo 4.35: PE ile kaplı peynirlerin kuru maddede yağ değerlerine ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin ikili karşılaştırılması

Ölçüm	Değişim	n	Sıra Ort.	Sıra Top.	Z	p
7 Gün(Kuru maddede yağ) - 1 Gün(Kuru maddede yağ)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-4,715	0,042*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
30 Gün(Kuru maddede yağ) - 1 Gün(Kuru maddede yağ)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-2,778	0,109
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(Kuru maddede yağ) - 1 Gün(Kuru maddede yağ)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-2,004	0,183
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
30 Gün(Kuru maddede yağ) - 7 Gün(Kuru maddede yağ)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-2,523	0,128
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(Kuru maddede yağ) - 7 Gün(Kuru maddede yağ)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-1,756	0,221
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(Kuru maddede yağ) - 30 Gün(Kuru maddede yağ)	Negatif (a)	2	1,50	3,00	-0,493	0,671
	Pozitif (b)	1	3,00	3,00		
	Eşit (c)	0				
(a): Azalışı; (b): Artışı ve (c): Eşit kalmayı temsil eder. *p<0.05; Wilcoxon testi yapılmıştır.						
Z: Wilcoxon testi değeri		P: Ölçümler arasındaki değişim				



Şekil 4.13: Kaşar peynirlerin kuru maddede yağ miktarı değişimleri

4.3.2.4. Tuz Miktarı Bulguları

BSF ve PE ile sarılan kaşar peynirinin 90 gün süreyle tuz miktarındaki değişimler Tablo 4.36’da ve Şekil 4.14’te; BSF filmlerle kaplı peynirlerin 1., 7., 30. ve 60. günlerdeki tuz miktarı değişimleri Tablo 4.37 ile Tablo 4.39’da; PE filmlerle kaplı peynirlerin 1., 7., 30. ve 60. günlerdeki tuz miktarı değişimleri ise Tablo 4.38 ile Tablo 4.40’da gösterilmiştir.

Tablo 4.36: Kaşar peynirlerin % tuz miktarı değişimleri

% Tuz					
Ort + SE					
	1.Gün	7.Gün	30.Gün	60.Gün	90.Gün
1BSF	1,97±0,02	2,51±0,02	2,90±0,03	3,36±0,03	3,51±0,06
2BSF	1,90±0,00	2,63±0,05	3,13±0,03	3,31±0,09	3,54±0,03
3BSF	1,95±0,05	2,61±0,02	2,98±0,00	3,33±0,06	3,54±0,03
1PE	1,80±0,00	2,05±0,00	2,08±0,03	2,19±0,03	
2PE	1,80±0,00	2,02±0,02	2,11±0,06	2,16±0,00	NA
3PE	1,80±0,00	2,02±0,02	2,19±0,03	2,25±0,03	
Ort ± SE					
	1.Gün	7.Gün	30.Gün	60.Gün	90.Gün
BSF	1,94±0,04	2,58±0,06	3,00±0,12	3,33±0,03	3,53±0,01
PE	1,80±0,01	2,03±0,02	2,13±0,06	2,20±0,05	NA
1,2,3 Deneysel üretimi ifade eder. NA: not analysis					

Tablo 4.37: BSF ile kaplı peynirlerin tuz değerlerine ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin karşılaştırılması

Ölçüm	Test	Sıra Ort.	Ort.	S.s	X ²	p
Tuz	1. gün	1,00	1,94	0,04	9,000	0,029*
	7. gün	2,00	2,58	0,06		
	30. gün	3,00	3,00	0,12		
	60. gün	4,00	3,33	0,03		
*p<0.05; Friedman Testi Yapılmıştır.		S.s: Standart sapma	X ² : Friedman Testi değeri	P: Ölçümler arasındaki değişim		

Tablo 4.38: PE ile kaplı peynirlerin tuz değerlerine ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin karşılaştırılması

Ölçüm	Test	Sıra Ort.	Ort.	S.s	X ²	p
Tuz	1. gün	1,00	1,80	0,01	9,000	0,029*
	7. gün	2,00	2,03	0,02		
	30. gün	3,00	2,13	0,06		
	60. gün	4,00	2,20	0,05		
*p<0.05; Friedman Testi Yapılmıştır.		S.s: Standart sapma	X ² : Friedman Testi değeri	P: Ölçümler arasındaki değişim		

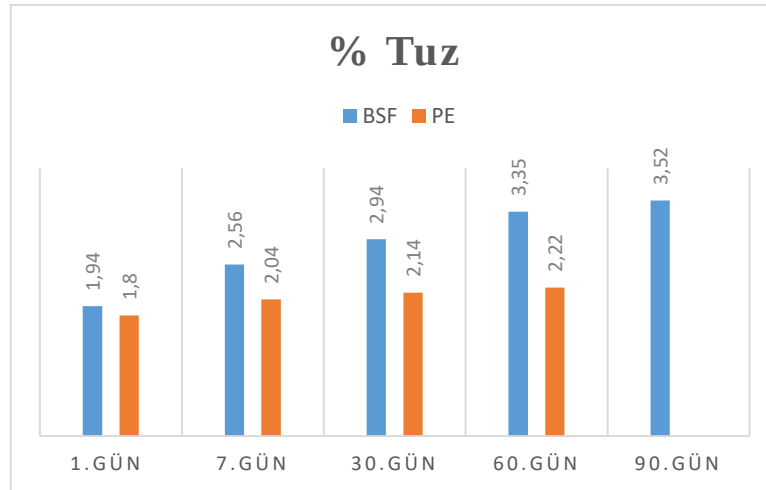
Tablo 4.39: BSF ile kaplı peynirlerin tuz değerlerine ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin ikili karşılaştırılması

Ölçüm	Değişim	n	Sıra Ort.	Sıra Top.	Z	p
7 Gün(Tuz) - 1 Gün(Tuz)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-11,596	0,007*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
30 Gün(Tuz) - 1 Gün(Tuz)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-12,057	0,007*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(Tuz) - 1 Gün(Tuz)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-157,989	0,001*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
30 Gün(Tuz) - 7 Gün(Tuz)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-10,392	0,009*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(Tuz) - 7 Gün(Tuz)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-14,615	0,005*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(Tuz) - 30 Gün(Tuz)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-4,052	0,056
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
(a): Azalışı; (b): Artışı ve (c): Eşit kalmayı temsil eder. *p<0.05; Wilcoxon testi yapılmıştır.						
Z: Wilcoxon testi değeri		P: Ölçümler arasındaki değişim				

Tablo 4.40: PE ile kaplı peynirlerin tuz değerlerine ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin ikili karşılaştırılması

Ölçüm	Değişim	n	Sıra Ort.	Sıra Top.	Z	p
7 Gün(Tuz) - 1 Gün(Tuz)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-23,000	0,002*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
30 Gün(Tuz) - 1 Gün(Tuz)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-9,950	0,010*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(Tuz) - 1 Gün(Tuz)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-15,119	0,004*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
30 Gün(Tuz) - 7 Gün(Tuz)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-2,384	0,140
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(Tuz) - 7 Gün(Tuz)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-5,667	0,030*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(Tuz) - 30 Gün(Tuz)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-3,951	0,058
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				

(a): Azalışı; (b): Artışı ve (c): Eşit kalmayı temsil eder. *p<0.05; Wilcoxon testi yapılmıştır.
Z: Wilcoxon testi değeri P: Ölçümler arasındaki değişim



Şekil 4.14: Kaşar peynirlerin % tuz miktarı değişimleri

4.3.2.5. Kuru Maddede Tuz Miktarı Bulguları

BSF ve PE ile sarılan kaşar peynirinin 90 gün süreyle kuru maddede tuz miktarındaki değişimler Tablo 4.41’de ve Şekil 4.15’te; BSF filmlerle kaplı peynirlerin 1., 7., 30. ve 60. günlerdeki kuru maddede tuz miktarı değişimleri Tablo 4.42 ile Tablo 4.44’de; PE filmlerle kaplı peynirlerin 1., 7., 30. ve 60. günlerdeki kuru maddede tuz miktarı değişimleri ise Tablo 4.43 ile Tablo 4.45’te gösterilmiştir.

Tablo 4.41: Kaşar peynirlerin kuru maddede tuz miktarı değişimleri

Kuru maddede tuz					
Ort					
	1.Gün	7.Gün	30.Gün	60.Gün	90.Gün
1BSF	3,48	3,72	4,22	4,45	4,43
2BSF	3,41	4,08	4,18	4,28	4,48
3BSF	3,42	4,02	4,05	4,3	4,46
1PE	3,15	3,57	3,59	3,76	
2PE	3,17	3,5	3,65	3,74	NA
3PE	3,21	3,51	3,79	3,93	
Ort ± SE					
	1.Gün	7.Gün	30.Gün	60.Gün	90.Gün
BSF	3,44±0,04	3,94±0,19	4,15±0,09	4,34±0,09	4,46±0,03
PE	3,18±0,03	3,53±0,04	3,68±0,10	3,81±0,10	NA
1,2,3 Deneysel üretimi ifade eder.			NA: not analysis		

Tablo 4.42: BSF ile kaplı peynirlerin kuru maddede tuz değerlerine ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin karşılaştırılması

Ölçüm	Test	Sıra Ort.	Ort.	S.s	X ²	p
Kuru maddede tuz	1. gün	1,00	3,44	0,04	9,000	0,029*
	7. gün	2,00	3,94	0,19		
	30. gün	3,00	4,15	0,09		
	60. gün	4,00	4,34	0,09		
*p<0.05; Friedman Testi Yapılmıştır.	S.s: Standart sapma	X ² : Friedman Testi değeri		P: Ölçümler arasındaki değişim		

Tablo 4.43: PE ile kaplı peynirlerin kuru maddede tuz değerlerine ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin karşılaştırılması

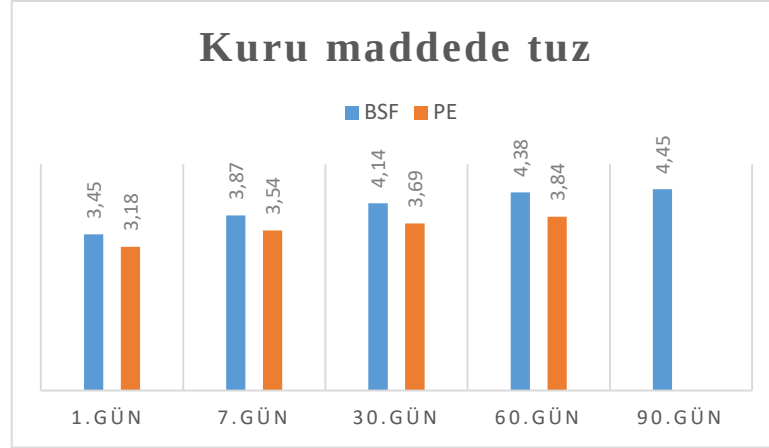
Ölçüm	Test	Sıra Ort.	Ort.	S.s	X ²	p
Kuru maddede tuz	1. gün	1,00	3,18	0,03	9,000	0,029*
	7. gün	2,00	3,53	0,04		
	30. gün	3,00	3,68	0,10		
	60. gün	4,00	3,81	0,10		
*p<0.05; Friedman Testi Yapılmıştır.	S.s: Standart sapma	X ² : Friedman Testi değeri		P: Ölçümler arasındaki değişim		

Tablo 4.44: BSF ile kaplı peynirlerin kuru maddede tuz değerlerine ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin ikili karşılaştırılması

Ölçüm	Değişim	n	Sıra Ort.	Sıra Top.	Z	p
7 Gün(Kuru maddede tuz) - 1 Gün(Kuru maddede tuz)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-3,779	0,063
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
30 Gün(Kuru maddede tuz) - 1 Gün(Kuru maddede tuz)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-16,762	0,004*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(Kuru maddede tuz) - 1 Gün(Kuru maddede tuz)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-28,513	0,001*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
30 Gün(Kuru maddede tuz) - 7 Gün(Kuru maddede tuz)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-1,434	0,288
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(Kuru maddede tuz) - 7 Gün(Kuru maddede tuz)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-2,445	0,134
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(Kuru maddede tuz) - 30 Gün(Kuru maddede tuz)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-4,112	0,054
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
(a): Azalışı; (b): Artışı ve (c): Eşit kalmayı temsil eder. *p<0.05; Wilcoxon testi yapılmıştır.						
Z: Wilcoxon testi değeri		P: Ölçümler arasındaki değişim				

Tablo 4.45: PE ile kaplı peynirlerin kuru maddede tuz değerlerine ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin ikili karşılaştırılması

Ölçüm	Değişim	n	Sıra Ort.	Sıra Top.	Z	p
7 Gün(Kuru maddede tuz) - 1 Gün(Kuru maddede tuz)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-9,707	0,010*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
30 Gün(Kuru maddede tuz) - 1 Gün(Kuru maddede tuz)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-12,010	0,007*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(Kuru maddede tuz) - 1 Gün(Kuru maddede tuz)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-14,123	0,005*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
30 Gün(Kuru maddede tuz) - 7 Gün(Kuru maddede tuz)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-1,999	0,184
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(Kuru maddede tuz) - 7 Gün(Kuru maddede tuz)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-4,057	0,056
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(Kuru maddede tuz) - 30 Gün(Kuru maddede tuz)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-5,714	0,029*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
(a): Azalışı; (b): Artışı ve (c): Eşit kalmayı temsil eder. *p<0.05; Wilcoxon testi yapılmıştır.						
Z: Wilcoxon testi değeri			P: Ölçümler arasındaki değişim			



Şekil 4.15: Kaşar peynirlerin kuru maddede tuz miktarı değişimleri

4.3.2.6. Titrasyon Asitliği Bulguları

BSF ve PE ile sarılan kaşar peynirinin 90 gün süreyle titrasyon asitliği bulgularında ki değişimler Tablo 4.46’da ve Şekil 4.16’da; BSF filmlerle kaplı peynirlerin 1., 7., 30. ve 60. günlerdeki titrasyon asitliği bulguları değişimleri Tablo 4.47 ile Tablo 4.49’ta; PE filmlerle kaplı peynirlerin 1., 7., 30. ve 60. günlerdeki titrasyon asitliği bulguları değişimleri ise Tablo 4.48 ile Tablo 4.50’de gösterilmiştir.

Tablo 4.46: Kaşar peynirlerin titrasyon asitliği (% LA) değişimleri

Titrasyon asitliği (% LA)					
Ort ± SE					
	1.Gün	7.Gün	30.Gün	60.Gün	90.Gün
1BSF	0,86±0,05	0,95±0,05	1,01±0,07	1,28±0,02	0,70±0,02
2BSF	0,88±0,02	0,89±0,01	0,95±0,05	1,22±0,04	0,68±0,05
3BSF	0,83±0,07	1,04±0,05	1,17±0,09	1,28±0,02	0,61±0,02
1PE	0,86±0,00	0,95±0,05	1,24±0,02	1,26±0,04	
2PE	0,92±0,07	1,19±0,02	1,28±0,02	1,35±0,05	NA
3PE	0,83±0,02	0,99±0,09	1,28±0,02	1,42±0,02	
Ort ± SE					
	1.Gün	7.Gün	30.Gün	60.Gün	90.Gün
BSF	0,86±0,03	0,96±0,08	1,04±0,11	1,26±0,03	0,66±0,05
PE	0,87±0,05	1,04±0,13	1,27±0,02	1,34±0,08	NA
1,2,3 Deneysel üretimi ifade eder.			NA: not analysis		

Tablo 4.47: BSF ile kaplı peynirlerin % LA değerlerine ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin karşılaştırılması

Ölçüm	Test	Sıra Ort.	Ort.	S.s	X ²	p
% LA	1. gün	1,00	0,86	0,03	9,000	0,029*
	7. gün	2,00	0,96	0,08		
	30. gün	3,00	1,04	0,11		
	60. gün	4,00	1,26	0,03		
*p<0.05; Friedman Testi Yapılmıştır.		S.s: Standart sapma	X ² : Friedman Testi değeri	P: Ölçümler arasındaki değişim		

Tablo 4.48: PE ile kaplı peynirlerin % LA değerlerine ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin karşılaştırılması

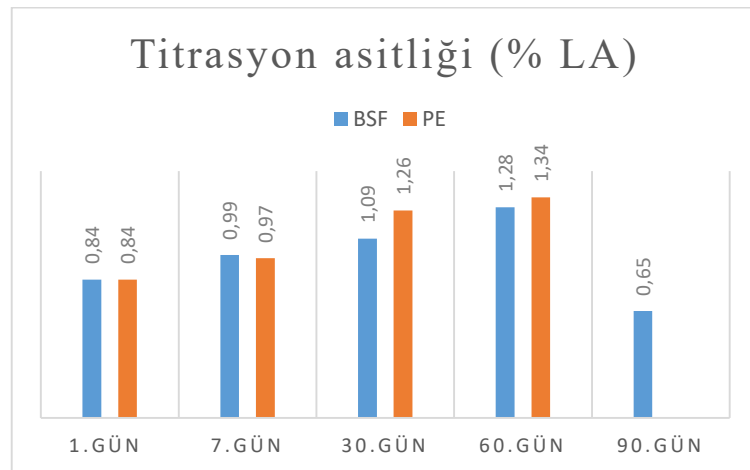
Ölçüm	Test	Sıra Ort.	Ort.	S.s	X ²	p
% LA	1. gün	1,00	0,87	0,05	9,000	0,029*
	7. gün	2,00	1,04	0,13		
	30. gün	3,00	1,27	0,02		
	60. gün	4,00	1,34	0,08		
*p<0.05; Friedman Testi Yapılmıştır.		S.s: Standart sapma	X ² : Friedman Testi değeri		P: Ölçümler arasındaki değişim	

Tablo 4.49: BSF ile kaplı peynirlerin % LA değerlerine ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin ikili karşılaştırılması

Ölçüm	Değişim	n	Sıra Ort.	Sıra Top.	Z	p
7 Gün(% LA) - 1 Gün(% LA)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-1,778	0,217
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
30 Gün(% LA) - 1 Gün(% LA)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-2,331	0,145
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(% LA) - 1 Gün(% LA)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-12,286	0,007*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
30 Gün(% LA) - 7 Gün(% LA)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-3,571	0,070
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(% LA) - 7 Gün(% LA)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-10,000	0,010*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(% LA) - 30 Gün(% LA)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-4,063	0,056
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
(a): Azalışı; (b): Artışı ve (c): Eşit kalmayı temsil eder. *p<0.05; Wilcoxon testi yapılmıştır.						
Z: Wilcoxon testi değeri			P: Ölçümler arasındaki değişim			

Tablo 4.50: BSF ile kaplı peynirlerin % LA değerlerine ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin ikili karşılaştırılması

Ölçüm	Değişim	n	Sıra Ort.	Sıra Top.	Z	p
7 Gün(% LA) - 1 Gün(% LA)	Negatif				-3,309	0,080
	(a)	0	0,00	0,00		
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
30 Gün(% LA) - 1 Gün(% LA)	Negatif				-14,538	0,005*
	(a)	0	0,00	0,00		
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(% LA) - 1 Gün(%LA)	Negatif				-8,026	0,015*
	(a)	0	0,00	0,00		
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
30 Gün(% LA) - 7 Gün (% LA)	Negatif				-3,350	0,079
	(a)	0	0,00	0,00		
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(%LA) - 7 Gün(% LA)	Negatif				-3,841	0,062
	(a)	0	0,00	0,00		
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(% LA) - 30 Gün(% LA)	Negatif				-2,203	0,158
	(a)	0	0,00	0,00		
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
(a): Azalışı; (b): Artışı ve (c): Eşit kalmayı temsil eder. *p<0.05; Wilcoxon testi yapılmıştır.						
Z: Wilcoxon testi değeri		P: Ölçümler arasındaki değişim				



Şekil 4.16: Kaşar peynirlerin titrasyon asitliği (% LA) değişimleri

4.3.2.7. pH Değeri Bulguları

BSF ve PE ile sarılan kaşar peynirinin 90 gün süreyle pH değeri bulgularında ki değişimler Tablo 4.51’de ve Şekil 4.17’de; BSF filmlerle kaplı peynirlerin 1., 7., 30. ve 60. günlerdeki pH değeri değişimleri Tablo 4.52 ile Tablo 4.54’de; PE filmlerle kaplı peynirlerin 1., 7., 30. ve 60. günlerdeki pH değeri değişimleri ise Tablo 4.53 ile Tablo 4.55’te gösterilmiştir.

Tablo 4.51: Kaşar peynirlerin pH değişimleri

pH Ort ± SE					
	1.Gün	7.Gün	30.Gün	60.Gün	90.Gün
1BSF	5,43±0,01	5,44±0,01	5,33±0,02	5,31±0,01	5,23±0,02
2BSF	5,42±0,01	5,45±0,02	5,31±0,02	5,29±0,02	5,27±0,02
3BSF	5,44±0,02	5,43±0,01	5,34±0,01	5,31±0,02	5,28±0,01
1PE	5,43±0,01	5,53±0,02	5,47±0,02	5,48±0,01	
2PE	5,44±0,03	5,54±0,00	5,46±0,04	5,50±0,01	NA
3PE	5,45±0,02	5,55±0,03	5,46±0,02	5,47±0,00	
Ort ± SE					
	1.Gün	7.Gün	30.Gün	60.Gün	90.Gün
BSF	5,43±0,01	5,44±0,01	5,33±0,02	5,30±0,01	5,26±0,04
PE	5,44±0,01	5,54±0,01	5,46±0,01	5,48±0,02	NA
1,2,3 Deneysel üretimi ifade eder.		NA: not analysis			

Tablo 4.52: BSF ile kaplı peynirlerin pH değerlerine ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin karşılaştırılması

Ölçüm	Test	Sıra Ort.	Ort.	S.s	X ²	p
pH	1. gün	3,33	5,43	0,01	8.200	0,042*
	7. gün	3,67	5,44	0,01		
	30. gün	2,00	5,33	0,02		
	60. gün	1,00	5,30	0,01		
*p<0.05; Friedman Testi Yapılmıştır.		S.s: Standart sapma	X ² : Friedman Testi değeri	P: Ölçümler arasındaki değişim		

Tablo 4.53: PE ile kaplı peynirlerin pH değerlerine ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin karşılaştırılması

Ölçüm	Test	Sıra Ort.	Ort.	S.s	X ²	p
pH	1. gün	1,00	5,44	0,01	9,000	0,029*
	7. gün	4,00	5,54	0,01		
	30. gün	2,00	5,46	0,01		
	60. gün	3,00	5,48	0,02		
*p<0.05; Friedman Testi Yapılmıştır.		S.s: Standart sapma	X ² : Friedman Testi değeri	P: Ölçümler arasındaki değişim		

Tablo 4.54: BSF ile kaplı peynirlerin pH değerlerine ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin ikili karşılaştırılması

Ölçüm	Değişim	n	Sıra Ort.	Sıra Top.	Z	p
7 Gün(pH) - 1 Gün(pH)	Negatif (a)	1	1,50	1,50	-0,866	0,478
	Pozitif (b)	2	2,25	4,50		
	Eşit (c)	0				
30 Gün(pH) - 1 Gün(pH)	Negatif (a)	3	2,00	6,00	31,000	0,001*
	Pozitif (b)	0	0,00	0,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(pH) - 1 Gün(pH)	Negatif (a)	3	2,00	6,00	38,000	0,001*
	Pozitif (b)	0	0,00	0,00		
	Eşit (c)	0				
30 Gün(pH) - 7 Gün(pH)	Negatif (a)	3	2,00	6,00	7,800	0,016*
	Pozitif (b)	0	0,00	0,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(pH) - 7 Gün(pH)	Negatif (a)	3	2,00	6,00	11,371	0,008*
	Pozitif (b)	0	0,00	0,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(pH) - 30 Gün(pH)	Negatif (a)	3	2,00	6,00	7,000	0,020*
	Pozitif (b)	0	0,00	0,00		
	Eşit (c)	0				

(a): Azalışı; (b): Artışı ve (c): Eşit kalmayı temsil eder. *p<0.05; Wilcoxon testi yapılmıştır.

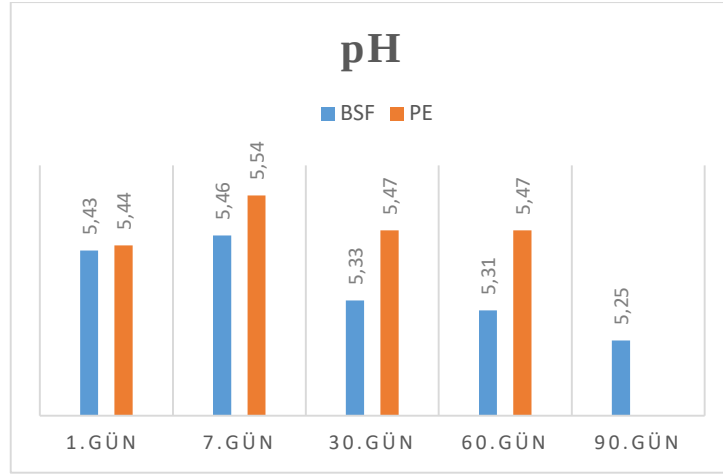
Z: Wilcoxon testi değeri P: Ölçümler arasındaki değişim

Tablo 4.55: PE ile kaplı peynirlerin pH değerlerine ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin ikili karşılaştırılması

Ölçüm	Değişim	n	Sıra Ort.	Sıra Top.	Z	p
7 Gün(pH) - 1 Gün(pH)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-0,786	0,510
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
30 Gün(pH) - 1 Gün(pH)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-2,646	0,118
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(pH) - 1 Gün(pH)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-3,606	0,069
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
30 Gün(pH) - 7 Gün(pH)	Negatif (a)	3	2,00	6,00	8,693	0,013*
	Pozitif (b)	0	0,00	0,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(pH) - 7 Gün(pH)	Negatif (a)	3	2,00	6,00	4,715	0,042*
	Pozitif (b)	0	0,00	0,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(pH) - 30 Gün(pH)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-2,000	0,184
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				

(a): Azalışı; (b): Artışı ve (c): Eşit kalmayı temsil eder. *p<0.05; Wilcoxon testi yapılmıştır.

Z: Wilcoxon testi değeri P: Ölçümler arasındaki değişim



Şekil 4.17: Kaşar peynirlerin pH değişimleri

4.3.2.8. Kül Analiz Bulguları

BSF ve PE ile sarılan kaşar peynirinin 90 gün süreyle kül miktarında ki değişimler Tablo 4-.56'da ve Şekil 4.18'de; BSF filmlerle kaplı peynirlerin 1., 7., 30. ve 60. günlerdeki kül miktarı değişimleri Tablo 4.57 ile Tablo 4.59'da; PE filmlerle kaplı peynirlerin 1., 7., 30. ve 60. günlerdeki kül miktarı değişimleri ise Tablo 4.58 ile Tablo 4.60'da gösterilmiştir.

Tablo 4.56: Kaşar peynirlerin % kül miktarı değişimleri

		Kül				
		Ort ± SE				
		1.Gün	7.Gün	30.Gün	60.Gün	90.Gün
1BSF		3,35±0,20	3,85±0,10	4,23±0,12	4,38±0,08	4,58±0,08
2BSF		3,38±0,08	3,95±0,05	4,28±0,07	4,58±0,02	4,75±0,02
3BSF		3,23±0,12	3,78±0,03	4,13±0,03	4,58±0,05	4,73±0,05
1PE		3,30±0,00	3,35±0,05	3,37±0,03	3,48±0,02	
2PE		3,15±0,05	3,23±0,12	3,32±0,07	3,40±0,10	NA
3PE		3,25±0,05	3,30±0,05	3,40±0,10	3,47±0,08	
		Ort ± SE				
		1.Gün	7.Gün	30.Gün	60.Gün	90.Gün
BSF		3,32±0,08	3,86±0,09	4,21±0,08	4,51±0,12	4,69±0,11
PE		3,23±0,08	3,29±0,06	3,36±0,04	3,45±0,04	NA
1,2,3 DeneySEL üretimi ifade eder.		NA: not analysis				

Tablo 4.57: BSF ile kaplı peynirlerin kül miktarlarına ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin karşılaştırılması

Ölçüm	Test	Sıra Ort.	Ort.	S.s	X ²	p
Kül	1. gün	1,00	3,32	0,08	9,000	0,029*
	7. gün	2,00	3,86	0,09		
	30. gün	3,00	4,21	0,08		
	60. gün	4,00	4,51	0,12		
*p<0.05; Friedman Testi Yapılmıştır.		S.s: Standart sapma	X ² : Friedman Testi değeri	P: Ölçümler arasındaki değişim		

Tablo 4.58: PE ile kaplı peynirlerin kül miktarına ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin karşılaştırılması

Ölçüm	Test	Sıra Ort.	Ort.	S.s	X ²	p
Kül	1. gün	1,00	3,23	0,08	9,000	0,029*
	7. gün	2,00	3,29	0,06		
	30. gün	3,00	3,36	0,04		
	60. gün	4,00	3,45	0,04		
*p<0.05; Friedman Testi Yapılmıştır.		S.s: Standart sapma	X ² : Friedman Testi değeri		P: Ölçümler arasındaki değişim	

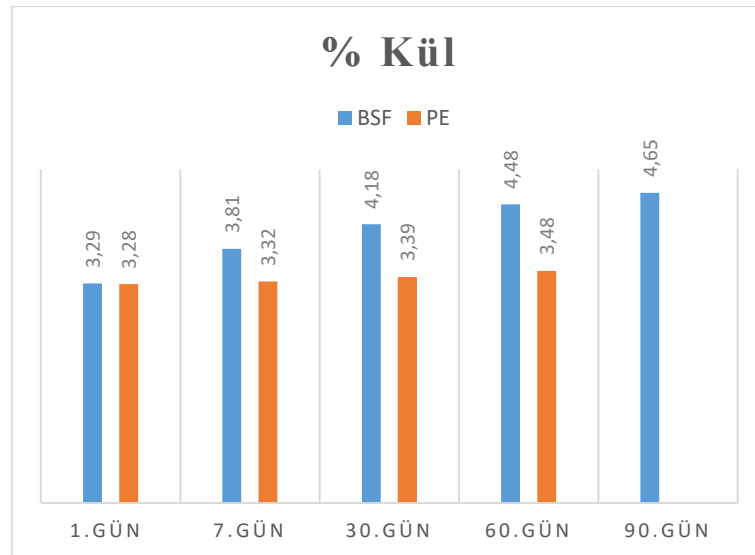
Tablo 4.59: BSF ile kaplı peynirlerin kül miktarına ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin ikili karşılaştırılması

Ölçüm	Değişim	n	Sıra Ort.	Sıra Top.	Z	p
7 Gün(Kül) - 1 Gün(Kül)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-25,941	0,001*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
30 Gün(Kül) - 1 Gün(Kül)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-134,000	0,001*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(Kül) - 1 Gün(Kül)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-12,910	0,006*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
30 Gün(Kül) - 7 Gün(Kül)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-24,318	0,002*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(Kül) - 7 Gün(Kül)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-8,290	0,014*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(Kül) - 30 Gün(Kül)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-3,464	0,074
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
(a): Azalışı; (b): Artışı ve (c): Eşit kalmayı temsil eder. *p<0.05; Wilcoxon testi yapılmıştır.						
Z: Wilcoxon testi değeri			P: Ölçümler arasındaki değişim			

Tablo 4.60: PE ile kaplı peynirlerin kül miktarına ait 1, 7, 30 ve 60. günlerdeki değerlerin ikili larşılaştırılması

Ölçüm	Değişim	n	Sıra Ort.	Sıra Top.	Z	p
7 Gün(Kül) - 1 Gün(Kül)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-6,000	0,027*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
30 Gün(Kül) - 1 Gün(Kül)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-4,255	0,051
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(Kül) - 1 Gün(Kül)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-10,686	0,009*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
30 Gün(Kül) - 7 Gün(Kül)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-2,782	0,109
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(Kül) - 7 Gün(Kül)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-11,750	0,007*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				
60 Gün(Kül) - 30 Gün(Kül)	Negatif (a)	0	0,00	0,00	-7,211	0,019*
	Pozitif (b)	3	2,00	6,00		
	Eşit (c)	0				

(a): Azalış; (b): Artış; ve (c): Eşit kalmayı temsil eder. *p<0.05; Wilcoxon testi yapılmıştır.
Z: Wilcoxon testi değeri P: Ölçümler arasındaki değişim



Şekil 4.18: Kaşar peynirlerin % kül miktarı değişimleri

Araştırmada kullanılan “pH, % LA, kuru madde, tuz, kuru maddede tuz, yağ, kuru maddede yağ, kül, TAMB, laktik streptokok, LAB ve maya - küf” değerlerinin gruplara göre farkının belirlenmesi için Mann Whitney U testi yapılmıştır (Tablo 6.41).

Tablo 4.61: Gruplar ile pH, % LA, kuru madde, tuz, kuru maddede tuz, yağ, kuru maddede yağ, kül, TAMB, laktik streptokok, LAB ve maya - küf değerlerinin karşılaştırılması

Ölçümler	Grup	Sıra Ort.	U	p
pH	BSF	84,50	6,500	0,001*
	PE	215,50		
% LA	BSF	130,00	52,000	0,247
	PE	170,00		
Kuru madde	BSF	189,00	33,000	0,024*
	PE	111,00		
Tuz	BSF	195,00	27,000	0,009*
	PE	105,00		
Kuru maddede tuz	BSF	191,00	31,000	0,018*
	PE	109,00		
Yağ	BSF	197,00	25,000	0,007*
	PE	103,00		
Kuru maddede yağ	BSF	147,00	69,000	0,862
	PE	153,00		
Kül	BSF	202,00	20,000	0,003*
	PE	98,00		
TAMB	BSF	84,00	6,000	0,001*
	PE	216,00		
Laktik streptokok	BSF	82,00	4,000	0,001*
	PE	218,00		
LAB	BSF	91,00	13,000	0,001*
	PE	209,00		
Maya - küf	BSF	97,00	19,000	0,002*
	PE	203,00		
*p<0.05; Mann Whitney U	U: Mann Whitney U testi	P: Ölçümler arasındaki değişim		

4.3.3. Duyusal Analiz Bulguları

BSF ile sarılan kaşar peynirinin 90. günde yapılan duyusal analiz puanları Tablo 4.62’de gösterilmiştir.

Tablo 4.62: BSF ile sarılan kaşar peynirlerin 90. günde ki duyusal analiz puanları

Duyusal Analiz (Ort + SE)	
Özellik	Puan
Renk	3,95 ± 0,41
Doku	3,26 ± 0,49
Tat - Aroma	3,51 ± 0,43
Koku	4,11 ± 0,13

5. TARTIŞMA

5.1. Bakteriyel Selüloz Üreten Mikroorganizmaların Değerlendirilmesi

Kombu çayından izole edilen 35 bakteri suşundan 8 adedinin bakteriyel selüloz ürettiği ve identifikasyon için gönderilen izolatın *Komagataibacter xylinus* olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda inkübasyon koşulları boyunca selüloz üretmediği gözlenen 2 izolatın ise *Gluconacetobacter oxydans* olduğu belirlenmiştir. Tiryaki (2021) çalışmasında kombu çayı ve sirke örneklerinden bakteriyel selüloz üreten 13 bakteri suşu elde etmiştir. Elde ettiği izolatların dördünün *Gluconacetobacter xylinus*, üçünün *Gluconacetobacter hansenii*, ikisinin *Gluconacetobacter oxydans*, ikisinin *Gluconacetobacter sucrofermentans* ve ikisinin *Acetobacter tropicalis* türü olduğunu bildirmiştir. Ev yapımı sirkelerden ise elde ettiği 5 izolattan ikisinin *Gluconacetobacter xylinus* ve geri kalanlarının ise *Gluconacetobacter hansenii* olduğu belirlenmiştir. Güzel ve Akpınar (2017) çalışmasında evsel elma sirkesinden izole edilen suşun *Komagataeibacter hansenii* olarak tanımlamıştır. Aydın ve Aksoy (2013) çalışmasında çürük meyve ile organik sirkelerden izole ettikleri asetik asidi oksiden eden 35 izolattan 6 adedinin bakteriyel selüloz ürettiği, bu izolatların *Gluconacetobacter* türüne ait olduğu ve dirençli selüloz üreten izolatın ise çürük erikten izole edilen *Gluconacetobacter hansenii* P2A olduğunu belirlemişlerdir.

Büyükduman ve diğ. (2022) taze kayısı ve sirkelerden asetik asetik bakteri izolasyonu amacıyla yaptıkları çalışmada elde ettikleri izolatların selüloz üretimine bakılmış ve sadece bir izolatın selüloz ürettiği gözlenmiştir. Bu izolatın ise *Komagataeibacter sp. GU23* olduğu tespit edilmiştir. Top (2018) çalışmasında ise üzüm sirkesinden izole edilen 12 izolattan dördünün selüloz ürettiği en yüksek selüloz verimini *Komagataibacter xylinus S4* suşunun sağladığı belirlenmiştir. Kim ve diğ. (2017) tarafından yapılan çalışmada, narenciye suyundan *Gluconacetobacter sp. gel_SEA623-2* suşu izole edilmiştir. Bu suşun *Gluconacetobacter hansenii* ile oldukça benzerlik taşıdıkları gözlenmiştir. Lin ve diğ. (2016), ananas, elma ve guava meyvelerinden hazırlanan meyve suyundan *Komagataeibacter intermedius FST 213-1* suşunu izole etmiştir. Du ve diğ. (2018)'nin çalışmasında Çin hurması sirkesinden *Gluconacetobacter xylinus TJU-S8* suşu izole edilmiştir. Gupte ve diğ. (2021) kombu çayından

selüloz üreten bakteri izole etmişlerdir. Bu izolat *Komagataeibacter rhaeticus* DSM 16663^T ile % 99 oranında benzerlik göstermiştir.

Dellaglio ve diğ. (2005) tarafından yapılan başka bir araştırmada, elma suyundan *Gluconacetobacter swingsii* ve *Gluconacetobacter rhaeticus* suşları izole edilmiştir. Yang ve diğ. (2013)'nin çalışmasında çürük mandalina meyvesinden *Gluconacetobacter indermedius* Cıs26 suşu izole edilmiştir. Machado ve diğ. (2016)'nin kombu çayından bakteriyel selüloz üreten bakteri izole etmek için yaptığı bir çalışmada, *Komagataeibacter rhaeticus* suşu izole edilmiş ve ilgili suşun *Gluconacetobacter xylinus* ile benzer özelliklere sahip selüloz ürettiği tespit edilmiştir. Jacek ve diğ. (2021) tarafından yapılan araştırmada da kombu çayından *Komagataeibacter rhaeticus* K3 suşu elde edilmiştir. He ve diğ. (2020) tarafından yapılan bir diğer çalışmada çürük portakal kabuğundan *Komagataeibacter rhaeticus* TJPU03 suşu izole edilmiştir. Du ve diğ. (2018), Çin hurma sirkesinden elde ettikleri 15 izolatının birinin glikozdan selüloz üretme kabiliyetine sahip olan *Gluconacetobacter xylinus* TJU-S8 suşu olduğunu tespit etmişlerdir.

Çalışmamızda bakteriyel selüloz üreten suşların selüloz veriminin yaş ağırlıkları 2,026 ile 13,113 g, kuru ağırlıklarının ise 0,024 ile 0,082 g aralıkta olduğu gözlenmiştir. İdentifiye edilen *Komagataeibacter* sp. selüloz veriminin yaş ve kuru ağırlıklarının sırasıyla 13,113 ve 0,082 g olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda bakteriyel selüloz veriminin bakteri türü (Machado ve diğ. 2016; Lin ve diğ. 2016), kültür ortamının bileşiminde yer alan karbon (Keshk ve Sameshima 2005; Çoban ve Biyik, 2011), azot (Çoban ve Biyik, 2011), organik asit, fenolik bileşik, vitamin, ekstrakt varlığının (Adamopoulou ve diğ. 2024; Keshk, 2014), inkübasyon koşulları, sıcaklık, süre, statik / çalkalamalı, yüzey alanı ile hacim oranına (Ruka ve diğ. 2012) göre değişiklik gösterdiği belirlenmiştir.

Keshk (2014) çalışmasında 4 farklı *Gluconacetobacter xylinus* suşunun HS ortamına eklenen C vitamini varlığında selüloz verimi üzerindeki etkisini araştırmıştır. Çalışma sonucunda ortalama selüloz veriminin C vitamini yokluğunda 0,25 g/30 ml iken C vitamini varlığında 0,47 g/30 ml'ye ulaştığını gözlemlemiştir.

Ruka ve diğ. (2012) araştırmalarında *Gluconacetobacter xylinus* suşu ile geniş yüzey alanı ve ortam hacmi koşulları altında 14 günlük inkübasyon süresince ortalama 10 g selüloz verimi elde etmişlerdir.

Top (2018) çalışmasında izole ettiği *Komagataeibacter xylinus* S4 suşunun HS besiyerinde 3 günlük inkübasyonda elde edilen selüloz kuru ve yaş ağırlıklarını sırasıyla 57,45; 0,3154 g/l olarak ölçmüştür.

Çalışmamızda izole edilen *Komagataeibacter* sp. suşu kullanılarak içerisinde HS ortamı bulunan 72 x 38 x 18 cm küvette statik koşullarda 17 günde elde edilen selüloz ağırlıkları sırasıyla yaş ve kuru olmak üzere sırasıyla 73,491 - 78,690 - 75,526 g; 2,442 - 2,567 - 2,442 g olarak ölçülmüştür.

Bakteriyel selüloz veriminin ortam bileşimiyle birlikte üretildiği yüzey alanı ve hacmin paralel artmasıyla pozitif yönde etkilediğine yönelik çalışmalar mevcuttur. Ruka ve diğ. (2012) *Gluconacetobacter xylinus* suşunun kullanıldığı çalışmada bakteriyel selüloz eldesi için farklı büyüme koşulları araştırmışlardır. Çalışma sonucunda kullanılan 50 ml beherlerde üretilen BS'un çok ince olduğu gözlenmiştir. Bu durumun kültür ortamının behere ince bir şekilde yayıldığı ve BS üretimi için yeterli derinlik oluşturmadığı aynı zamanda kısa sürede kuruduğu belirtilmiştir. Kullanılan ortamın yüzey alanıyla birlikte hacminin artmasının BS verimini arttırdığı gözlenmiştir.

5.2. Bakteriyel Selüloz Film Karakterizasyon Bulgularının Değerlendirilmesi

Çalışmamızda 67 × 31,69 × 31 ve 67 × 31 ölçülerinde şeffaf bakteriyel selüloz filmler elde edilmiştir.

- Kalınlık

Film kalınlığı inkübasyon sonunda elde edilen selüloz verimi, ex-situ ortam bileşenleri; plastikleştirici, ekstrakt, yağ vb. maddeler ile ilişkilidir. Kalınlık filmin su buharı geçirgenliğini, optik ve mekanik özelliklerini etkileyen bir faktördür. Çalışmamızda 0,03 - 0,04 - 0,03 mm kalınlığında BSF elde edildi. Cazón ve diğ. (2020a) çalışmamıza benzer şekilde gliserol ve polivinil alkol ilaveli bakteriyel selüloz filmlerin kalınlığının 0,02 - 0,11 mm olarak değiştiğini ve bu değişimin plastikleştirici konsantrasyonunu ile paralel artış gösterdiğini belirtmiştir.

- SEM

BS film SEM görüntülerinde gözenek olmayan homojen bir yapı gözlenmesine rağmen yer yer çatlaklara rastlanılmıştır. Mikroyapısal incelemede görülen çatlakların film yapısının artan yoğunluğuna; beyaz noktaların ise filmde bulunan gliserol - PVA birleşiminin bir sonucu olan güçlü hidrojen bağı ağına bağlı olduğu bildirilmektedir (Chen ve diğ. 2024).

- FT-IR

BS filmlerin FT-IR spektrumu filmi oluşturan BS, gliserol ve PVA'nın karakteristik pikleri taşıdığı belirlenmiştir. Spektrumun 3000 - 3700 cm⁻¹ bölgesindeki absorpsiyon bandı,

molekül içi ve moleküller arası hidrojen bağlarını ve hidroksil gruplarının varlığını göstermektedir (Cazón ve diğ. 2020a). 2900 cm^{-1} civarındaki bantlar kullanılan plastikleştiriciler sayesinde artış gösteren alkil gruplarından uzanan alifrik - CH gerilmesinden kaynaklanmaktadır (Hidayati ve diğ. 2021). 1734 cm^{-1} civarında görülen pikler PVA'nın C-O uzamasına, 1650 cm^{-1} civarında gözlenen pikler ise absorbe edilen suyun O-H-O bükülmesine atfedilmektedir (Roy ve Rhim, 2011a; Khan ve diğ. 2023). $800 - 1200\text{ cm}^{-1}$ civarındaki bantlar gliserol ve polivinil alkolün C-O, C-C titreşimi ile alakalıdır (Boura-Theodoridou ve diğ. 2020). Bu durumda sonuçlarımız literatürlerde bildirilen bulgularla benzerlik göstermektedir.

- TGA

BS filmin termal stabilitesini değerlendirmek amacıyla TGA analizi yapılmıştır. TGA eğrisinde yaklaşık 150 dereceye kadar olan ağırlık kaybı, filmin içerdiği absorbe suyun buharlaşmasıyla meydana gelmektedir (Khan ve diğ. 2023). Eğride yer alan ortalama $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'lerde gerçekleşen ağırlık kaybı BS'un bozunmasıyla beraber gliserolün de bozunma başlangıcını ifade ederken, $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'lerde görülen ağırlık kaybı PVA'nın dehidrasyonuna karşılık gelmektedir (Cazón ve diğ. 2020a; Roy ve Rhim, 2021a). En yüksek ağırlık kaybı 270° 'ten 400° 'e kadar olan aşamada selüloz ve plastikleştiricilerin aynı anda bozunarak yüksek ağırlık kaybıyla sonuçlanmıştır (Zhou ve diğ. 2022).

- XRD

XRD filmlerin kristal yapısı hakkında bilgi vermektedir. Buna göre bakteriyel selülozun XRD'de 3 karakteristik piki görülmektedir. Bunlar: $14,5^{\circ}$; $16,4^{\circ}$ ve $22,7^{\circ}$ 'dir (Muhammed ve diğ. 2024). Bulgularımızda, $14,5^{\circ}$ ve $22,7^{\circ}$ kristalizasyon zirvesi görülürken, $16,4^{\circ}$ piki görülmemiştir. Ancak çalışmamızda BS filmin XRD'sinin 20° 'ye yükseldiği, böylelikle kristalliliğin artış gösterdiği belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar, artan kristalleşme sonucu filmlerin mekanik özelliklerinde de iyileştiğini göstermiştir (Chen ve diğ. 2024).

- Toprak Bozunma Testi

Plastiklerin yerini alabilecek materyallerin kısa sürede doğada bozunması son derece önemlidir. Polimerlerin bozunmasıyla yapısındaki güçlü bağlar kırılır ve birtakım kimyasal olaylar gelişir. Bozunmayı başlatıcı birçok faktör bulunurken çeşitli film kompozisyonunun bozunma zamanı üzerinde etkisi bulunmaktadır (Silva ve diğ. 2023a). Çalışmamızda üretilen BS filmlerin toprakta 7 gün bekletme sonucunda bozunma değeri % 34 olarak belirlenmiştir. Wan ve diğ. (2009) yaptığı çalışmada BS ve nişastadan oluşan kompozitlerin ortalama bozunma

oranını % 0,9/gün olarak bulmuştur. Bueno ve diğ. (2023) naylon membran filtreleri ile bakteriyel selülozun 8 hafta boyunca toprakta bozunmasını incelemiştir. Bu süre sonunda polimerin % 75 oranında bozulduğunu tespit etmişlerdir. Ruka ve diğ. (2015) ise poli-3-hidroksibütirat (PHB), BS ve PHB/BS bozunma süresini incelemiştir. PHB/BS kompozitinin sadece PHB'nin bozunma oranlarına göre daha hızlı gerçekleştiği ve 30 günü sonunda % 80 oranında bozulduğu tespit etmişlerdir.

5.3. Kaşar Peyniri Örneklerinin Analiz Bulgularının Değerlendirilmesi

5.3.1. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

Toplam Aerobik Bakteri Sayısı

Toplam aerobik bakteri sayısı gıda ürünlerinde meydana gelebilecek kontaminasyonun değerlendirilmesini sağlayan bir kalite ölçütüdür (Sabbah ve diğ. 2019).

BSF ile kaplı peynirlerde TAMB sayısının 1. gün 7.24 ± 0.01 log kob/g, 7. gün 6.69 ± 0.10 log kob/g, 30. gün 6.46 ± 0.09 log kob/g ve 60. günde 6.28 ± 0.06 log kob/g olduğu belirlenmiş ve bu ölçümler arasındaki farkın anlamlı olduğu görülmüştür (X^2 : 9.000; $p=0.029$) (Tablo 4.6). Günler arasındaki farkın detaylandırılması için yapılan Wilcoxon testine göre TAMB sayısının 1. gün ile 7, 30 ve 60. gün sayısı ve 7. gün ile 60. gün sayısı arasındaki farkın anlamlı olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir. Buna göre TAMB sayısının 30 ve 60. gün değerleri arasında bir fark olmadığı ve 1. gün TAMB sayısının 30 ve 60. günlere, 7. gün TAMB sayısının 60. güne göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.8).

PE ile kaplı peynirlerde TAMB sayısının 1. gün 7.19 ± 0.12 log kob/g, 7. gün 7.51 ± 0.08 log kob/g, 30. gün 8.24 ± 0.22 log kob/g ve 60. günde 8.29 ± 0.14 log kob/g olduğu belirlenmiş ve ölçümler arasındaki farkın anlamlı olduğu görülmüştür (X^2 : 8.379; $p=0.039$) (Tablo 4.7). TAMB sayısının 1. gün 30 ve 60. gün ve 7. gün ile 30 ve 60. gün değerleri arasındaki farkın anlamlı olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir. Buna göre TAMB sayısının 1. gün değerleri ile 7. gün değerleri, 30. gün değerleri ve 60. gün değerleri arasında bir fark olmadığı ve 1. gün değerlerinin 30 ve 60. güne göre ve 7. gün değerlerinin 30 ve 60. güne göre daha düşük olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.9).

Yapılan Mann Whitney U testine göre TAMB sayısında gruplar arası bir farklılaşma olduğu belirlenmiştir ($p=0.001$). Sıra ortalamaları incelendiğinde BSF grubundaki TAMB sayısının PE grubundaki sayımlara göre daha düşük olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.61). Deney

grubu peynir örneklerimizde TAMB sayısında meydana gelen azalma, depolama süresince peynirlerde gerçekleşen nem kaybı ve proteoliz ile ilişkili olabilir (El-Sayed ve diğ. 2020).

Płoska ve diğ. (2024) tarafından bakteriyel selüloz ile kaplı peynir örneklerinde 30 günlük depolama süresi boyunca toplam bakteri sayısında artış olduğunu tespit etmişlerdir.

Öründü (2023), üzüksü meyvelerden ürettiği filmler ile kapladığı kaşar peyniri örneklerinde TMAB sayılarının depolama boyunca önemli derecede artarken ($p<0,05$); kekik uçucu yağı içeren filmle kaplı örneklerde artışın daha düşük olduğu ve natamisin artışı etkili olmadığını belirtmiştir.

Azhadari ve Moradi (2022), natamisin ilaveli ve ilavesiz CMC bazlı filmler ile kapladığı yüksek nemli mozzarella peynirinde, toplam mezofil bakteri sayısının kontrol grubu peynirlere kıyasla 4. ve 8. günlerde düşüş gösterdiğini; ancak depolamanın 8. gününde kabul edilebilir sınır olan 10^7 log CFU/g'a ulaştığını belirtmişlerdir.

Kirci (2020), % 4 palmorasa yağı ilaveli filmler ile kapladığı kaşar peyniri örneklerinin kontrol grubu örneklerle arasında anlamlı bir fark bulunmadığını ($p<0,05$) tespit etmiştir.

El- Sayed ve diğ. (2020) riosella kaliks ekstrakt - çinko oksit nanopartikülü kitosan - guar gam filmlerini Ras peynirinde uygulamışlardır. Depolama süresi boyunca toplam bakteri sayısında çalışmamıza benzer şekilde kademeli olarak azalma olmuştur. Bunun sebebini peynirlerde gerçekleşen nem kaybı ve proteolize bağlamışlar ve aynı zamanda filmde var olan antimikrobiyal bileşenlerin etkili olabileceğini de vurgulamışlardır.

Ilguz (2019), % 4 niaouli uçucu yağı ilaveli filmler ile kaplandığı kaşar peyniri örneklerinin kontrol grubu örneklerle arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ($p<0,05$), ancak depolama süresinin toplam bakteri sayısı üzerinde etkili olduğunu belirtmiştir.

Mei ve diğ. (2015) tarafından yapılan bir diğer araştırmada, Bod ljong peyniri çeşitli antimikrobiyal madde içeren kitosan + su kestanesi nişasta bazlı filmler ile kaplanmış, filmlere göre toplam canlı sayısının değiştiğini tespit etmişlerdir. Kontrol grubu peynirlerde 25 günün sonunda toplam canlı sayısının 7 log CFU/g'ı aştığı, diğer gruplarda ise giderek azaldığını belirtmişlerdir.

Mei ve diğ. (2013) çalışmalarında, gliserol ve perilla yağı ilaveli farklı amiloz içeriğine sahip nişasta - kitosan filmler ile kaplı Moğol peyniri üzerinde toplam bakteri sayısının depolamanın 15. ve 30. günlerinde kaplanmayan kontrol grubuna göre daha düşük olduğunu belirtmişlerdir.

Yılmaz (2011) balmumu ile kapladığı peynirlerde TMAB sayısının olgunlaşma süresi üzerine etkisinin $p<0,01$ düzeyinde önemli, bal mumu kaplı ve vakum ambalajlı peynir örneklerinin arasındaki farklılığın ise istatistiksel olarak önemsiz olduğunu belirtmiştir.

Laktik Streptokok Sayısı

BSF ile kaplı peynirlerde laktik streptokok sayısının 1. gün 7.43 ± 0.16 log kob/g, 7. gün 6.32 ± 0.38 log kob/g, 30. gün 6.42 ± 0.08 log kob/g ve 60. gün 6.27 ± 0.04 olduğu belirlenmiş olup; ölçümler arasındaki farkın anlamlı olmadığı görülmüştür (X^2 : 6.600; $p=0.086$) (Tablo 4.16).

PE ile kaplı peynirlerde de laktik streptokok sayısının 1. gün 7.65 ± 0.21 log kob/g olduğu belirlenirken, 7. gün 7.60 ± 0.22 log kob/g, 30. gün 7.95 ± 0.36 log kob/g ve 60. gün 8.06 ± 0.17 log kob/g olduğu belirlenmiş ve ölçümler arasındaki farkın anlamlı olmadığı görülmüştür (X^2 : 4.241; $p=0.237$) (Tablo 4.17). Laktik streptokok sayısında gruplar arası bir farklılaşma olduğu belirlenmiştir ($p=0.001$). Sıra ortalamaları incelendiğinde BSF grubu ile kaplı peynirlerde laktik streptokok sayısının PE ile kaplı peynirlere göre daha düşük olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.61).

El- Sayed ve diğ. (2020), depolamanın 120. gününde *Streptokok* sayısında Ras peynirine uyguladığı filmlerde kontrol grubuna göre düzenli olarak azalma tespit etmiştir. Bu açıdan çalışmamızla benzerlik göstermiştir.

Yılmaz (2011) çalışmasında M-17 agar'da gelişen LAB sayısı üzerinde bal mumu ve vakum ambalaj materyalinin etkisinin önemsiz olduğunu, olgunlaşma süresinin ise istatistiksel olarak önemsiz bulurken, olgunlaşma süresi etkisinin önemli olduğunu ($p<0,01$) bildirmiştir.

Laktik Asit Bakteri Sayısı

Peynirlerde tat ve aroma gelişiminde olumlu etkisi bulunan *Lactobacillus* cinsi bakteriler, peynir yüzeylerinde kalsiyum laktat kristalleri oluşturarak istenmeyen görüntülere ayrıca biyogen amin oluşumuna sebep olarak sağlık problemlerine neden olabilirler (Khalih ve Marth, 1990).

BSF ile kaplı peynirlerde LAB sayısının 1. gün 7.50 ± 0.27 log kob/g, 7. gün 6.77 ± 0.13 log kob/g, 30. gün 6.63 ± 0.27 log kob/g ve 60. günde 5.92 ± 0.35 log kob/g olduğu belirlenmiş olup; ölçümler arasındaki farkın anlamlı olduğu görülmüştür (X^2 : 8.200; $p=0.042$) (Tablo 4.11). LAB sayısının 1. gün ile 7, 30 ve 60. gün sayısı ve 7. gün ile 60. gün sayısı arasındaki farkın anlamlı olduğu ($p<0.05$); 30 ve 60. gün değerleri arasında bir fark olmadığı

ve 1. gün LAB sayısının 30 ve 60. günlere, 7. gün LAB sayısının 60. güne göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.13).

PE ile kaplı peynirlerde LAB sayısının 1. gün 7.47 ± 0.09 log kob/g, 7. gün 7.36 ± 0.28 log kob/g, 30. gün 8.31 ± 0.16 log kob/g ve 60. günde 8.40 ± 0.20 olduğu belirlenmiş olup; ölçümler arasındaki farkın anlamlı olduğu görülmüştür (X^2 : 8.200; $p=0.042$) (Tablo 4.12). LAB sayısının 1. gün 30 ve 60. gün ve 7. gün ile 30 ve 60. gün değerleri arasındaki farkın anlamlı olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir. Buna göre, LAB sayısının 1. gün - 7. gün değerleri ve 30. gün - 60. gün değerleri arasında bir fark olmadığı ve 1. gün LAB sayısının 30 ve 60. güne göre ve 7. gün LAB sayısının 30 ve 60. güne göre daha düşük olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.14).

LAB sayısının gruplar arası bir farklılaşma olduğu belirlenmiştir ($p=0.001<0.05$). Sıra ortalamaları incelendiğinde BSF grubundaki LAB sayısının PE grubundaki değerlere göre daha düşük olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.61).

Azhadari ve Moradi (2022)'nin yaptıkları çalışmada 8 gün depolama süresi boyunca *Laktobasil* sayılarında önemli bir değişiklik tespit etmemişlerdir.

El- Sayed ve diğ. (2020), depolama süresince Ras peynirini kapladığı deney gruplarında *Laktobasillus* sayısının 4,5 log kob/g, kontrol grubu peynir örneklerinde ise 2,5 log kob/g azalma görüldüğünü bildirmiştir. *Laktobasillus* sayısında meydana gelen azalma bakımından bu sonuç çalışmamızla benzerlik göstermektedir.

Berti ve diğ. (2019), Goudo peynirini natamisin ve nisin ilaveli sulu çözeltiler ile tapyoka nişastası bazlı filmlerle kaplamışlardır. *Laktobasil* sayılarında olgunlaşmanın 8. gününe kadar hızla artış görülürken, sonrasında kademeli olarak artmış ve 10^7 CFU/g'a ulaştığını tespit etmişlerdir. *Laktobasil* sayılarında depolama süresi boyunca peynir grupları arasında önemli bir fark görülmediğini vurgulamışlardır.

Civelek (2019) hazırladığı *W. saturnus* var. *saturnus* maya kültürü ilaveli peynir altı suyu proteini (PASP) bazlı kaplama çözeltisini kaşar peyniri üzerine uygulamıştır. *Laktobasillus* sayısında depolamanın 0. ve 14. günlerinde tüm deney gruplarında istatistiki olarak önemli bir fark görülmediğini belirtmiştir. *Laktobasillus* sayısı *W. saturnus* ilaveli saf su ve PASP ile kaplanmış kaşar peyniri örneklerinde 0. ve 56. günler arasında değişmediğini vurgulamıştır ($p<0,05$).

Yılmaz (2011), MRS agar'da gelişen LAB sayılarını en düşük kontrol grubu peynirde, en yüksek ise çift kat balmumu kapladığı kaşar peynirinde tespit etmiştir.

Maya - Küf Sayısı

BSF ile kaplı peynirlerde maya - küf sayısının 1. gün 3.62 ± 0.39 log kob/g olduğu belirlenirken, 7. gün 4.38 ± 0.43 log kob/g, 30. gün 4.75 ± 0.18 log kob/g ve 60. günde 3.78 ± 0.14 log kob/g olduğu tespit edilmiş ve ölçümler arasındaki farkın anlamlı olduğu görülmüştür (X^2 : 8.200; $p=0.042$) (Tablo 4.19). Yapılan Wilcoxon testine göre ise maya - küf değerlerinin 30. gün ile 60. gün arasındaki farkın anlamlı olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir. Buna göre maya-küf sayısının 1., 7. ve 60. gün değerleri arasında bir fark olmadığı ve 30. gün maya - küf sayısının 60. güne göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.21).

PE ile kaplı peynirlerde maya - küf sayısının 1. gün 3.96 ± 0.01 log kob/g olduğu belirlenirken, 7. gün 5.46 ± 0.11 log kob/g, 30. gün 6.53 ± 0.09 log kob/g ve 60. günde 7.18 ± 0.10 log kob/g olduğu gözlemlenmiş ve ölçümler arasındaki farkın anlamlı olduğu görülmüştür. (X^2 : 9.000; $p=0.029$) (Tablo 4.20). Wilcoxon testine göre maya - küf değerlerinin 1., 7., 30. ve 60. gün değerleri arasındaki farkın anlamlı olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir. Buna göre maya - küf sayılarının giderek yükseldiği saptanmıştır (Tablo 4.22).

Maya - küf sayısında gruplar arası bir farklılaşma olduğu ($p=0.002$), sıra ortalamaları incelendiğinde BSF grubundaki sayıların PE grubundaki değerlere göre daha düşük olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.61).

Płoska ve diğ. (2024) tarafından, bakteriyel selüloz ile kaplı peynirlerde depolama süresi boyunca maya - küf varlığı tespit etmediklerini; kontrol grubu peynirlerde ise 30.günde küf varlığına rastlanıldığı belirtmişlerdir.

Azhadari ve Moradi (2022), depolamanın 4. gününde % 0,05 ve % 0,5 natamisin içeren karboksimetilselüloz kaplı peynirlerde kontrol grubuna göre maya - küf sayısında azalma olduğu, natamisinin bu etkisinin 8. güne kadar devam ettiğini belirtmişlerdir.

Kirci (2020), palmorasa yağı ilaveli filmler ile kaplamanın, maya - küf gelişimini engellediğini belirtmiştir. Depolama süresinin 8. gününde deney grubu peynirlerin kontrol grubu peynirlere kıyasla yaklaşık 1 log kob/ml; 29. gününde ise 2,2 log kob/ml daha düşük olduğunu rapor etmiştir.

Civelek (2019) çalışmasında, maya sayısında depolamanın günleri ile deney grupları arasında istatistiksel olarak fark görülmediğini ($p>0,05$), kaplamalar ile vakum uygulamasının maya üremesini etkilemediğini belirtmiştir ($p>0,05$). Aynı çalışmada küf sayısının *W. saturnus* ilaveli saf su ile kaplı peynir örneklerinde değişme göstermediği; *W. saturnus* ilaveli film ile kaplı vakum uygulamasının küf sayısını azalttığı ($p<0,05$) bildirilmiştir.

Ilguz (2019) niaouli uçucu yağı ilaveli filmler ile kaplandığı kaşar peyniri örneklerinde 8. gününe kadar maya - küf gözlenmediği, en yüksek maya - küf sayısının depolamanın 22. gününde kontrol grubu peynir örneklerinde bulunduğunu belirtmiş; % 4 niaouli yağı katkılı örneklerde maya ve küf üremesinin diğer gruplara göre daha düşük olduğunu gözlemlemiştir.

Mei ve diğ. (2013) çalışmalarında toplam mantar sayısının depolamanın 15. ve 30. gününde kaplama yapılmayan Moğol peynirine göre daha düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Yılmaz (2011) yaptığı çalışmada, hazırladığı tek katlı bal mumu ile kapladığı kaşar peynirlerde olgunlaşmanın 60. gününde en düşük küf sayısının, kontrol grubu peynirlerde ise 90. günde en yüksek küf sayısının tespit edildiğini rapor etmiştir.

5.3.2. Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

Kuru madde miktarı

Peynirlerde nem kaybının artması kuru madde oranını arttırmaktadır. Nem kaybını peynire uygulanan polimerlerin hidrofilik özelliğe sahip olması arttırırken, film kalınlığı da etkili olmaktadır. Aynı zamanda peynirde meydana gelen proteoliz de nem kaybı ile sonuçlanmaktadır.

BSF ile kaplı peynirlerde KM değerlerinin 1. gün 56.48 ± 0.75 , 7. gün 65.65 ± 1.63 , 30. gün 73.95 ± 0.78 ve 60. günde 76.77 ± 1.04 olduğu belirlenmiş ve ölçümler arasındaki farkın anlamlı olduğu görülmüştür (X^2 : 9.000; $p=0.029$) (Tablo 4.24). Günler arasındaki farkın detaylandırılması için yapılan Wilcoxon testi sonucuna göre KM değerlerinin bütün ölçüm değerleri arasındaki farkın anlamlı olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir. Buna göre KM değerlerinin 1,7, 30 ve 60. gün değerleri arasında anlamlı bir fark olduğu ve KM değerlerinin giderek arttığı belirlenmiştir (Tablo 4.26).

PE ile kaplı peynirlerde KM değerlerinin 1. gün 56.69 ± 0.59 olduğu, 7. gün 57.57 ± 0.13 , 30. gün 57.80 ± 0.08 ve 60. günde 57.77 ± 0.46 olduğu belirlenmiş ve ölçümler arasındaki farkın anlamlı olmadığı belirlenmiştir (X^2 :7.000; $p=0.072$) (Tablo 4.25).

KM değerlerinin gruplara göre farkının belirlenmesi için Mann Whitney U testi yapılmıştır. Bu değerlendirme sonucuna göre, KM değerleri ile gruplar arası bir farklılaşma olduğu belirlenmiştir ($p=0.024$). Sıra ortalamaları incelendiğinde, BSF grubundaki KM ölçümlerinin PE grubundaki değerlere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.61).

BSF üretilmesinde kullanılan gliserol ve PVA'nın hidrofilik yapısı filmlerde nemin artmasına ve su buharı geçirgenliğinin yükselmesine sebep olmuştur. Bu durum peynirlerin nemini kaybedip kuru madde de artış göstermiştir. Depolama süresince gerçekleşen nem

kaybından dolayı peynir ağırlığında düşme ve yapısında sertleşme gerçekleşmiştir. PE ile kaplı peynir örneklerinde ise polietilen malzemelerin yüksek nem bariyeri sayesinde kuru madde artışına önemli bir fark olmadığı belirlenmiştir.

Płoska ve diğ. (2024) BS ile kaplı peynirlerdeki nem oranının % 38,44 - % 40,48 arasında değiştiğini ve kontrol grubu peynirlerde ise % 36,32 olduğunu belirtmiştir. YPM-BCNG ile kaplı peynirdeki nem (% 40,48) kontrol peynirinden (% 36,32) önemli ölçüde farklıydı ($p<0,05$). Peynirlerde görülen nem kaybı ağırlıkta düşüşe sebep olmuştur. Depolamanın 20. gününe kadar peynirlerde gerçekleşen ağırlık kayıpları önemli olmadığı ($p>0,05$) görülürken; 20.günden depolama sonuna kadar YPM ortamında oluşturulan filmlerin AW ortamında oluşturulan filmlere göre daha düşük olduğu; bunun sebebinin YPM’li filmlerin su buharı geçirgenliğinin daha yüksek olduğunu vurgulamışlardır.

Öründü (2023), peynir örneklerinin % KM oranlarının genel olarak arttığını, bu artışın K,V ve C grupları için önemsiz, diğer peynir örnekleri için önemli bulunduğunu belirtmiştir. Depolamanın son gününde en yüksek % KM A, B ve C deney gruplarında görüldüğünü tespit etmiş ve bu durumun peynir yüzeyinden uçucu bileşenlerin ayrılmasına bağlamıştır.

Kirci (2020), KM değerlerini depolama süresi boyunca % 55 - % 60 olarak ölçmüştür. Depolama süresinin örnekler üzerinde etkili olduğunu ancak kontrol ve % 4 niaouli yağı ilaveli deney grubu arasında anlamlı bir fark görülmediğini bildirmiştir.

İlguz (2019) KM değerlerini depolama süresi boyunca % 55 - % 60 olarak ölçmüştür. Depolama süresinin örnekler üzerinde etkili olduğunu ancak kontrol ve % 4 palmorasa yağı ilaveli deney grubu arasında anlamlı bir fark görülmediğini belirtmiştir.

El- Sayed ve diğ. (2020) çalışmalarında CNANI ile hazırladıkları kaplamada peynir yüzeyinde oluşan kabuk sayesinde daha az nem kaybı gerçekleştiğini tespit etmişlerdir. GNANI ise peynir yüzeyinde kabuk oluşturmamış ve peynirden nem kaybına sebep olduğu belirtmişlerdir.

Yılmaz (2011) çalışmasında KM değerlerinin vakum ambalaj kaplı peynir örneklerinde en düşük, kaplanmamış peynirde ise en yüksek olduğunu tespit etmiştir. Bunun nedenini, kaplanmamış peynir örnekleri yüzeyinde su kaybının daha fazla olmasına bağlamıştır.

Sarioğlu ve Zübeyde (2006), çalışmasında sorbitol ilave ederek hazırladığı sodyum kazeinat çözeltisi ile kapladığı peynir örneklerinde KM değerlerinin depolamanın 30. gününden itibaren % 70 üzerine çıktığını belirtmiş ve bunun sebebinin uygun olmayan bağl neme bağlamıştır. Depolamanın 45. gününde ise KM değerlerinin filmle kaplı peynir örneklerinde

kaplanmamış peynirlere oranla daha yüksek olduğunu ve bu duruma filmde meydana gelen çatlamlar ve bozulmaların neden olabileceğini vurgulamıştır.

Yağ miktarı

Peynirlerde yağ miktarı tekstür ve aromaya katkıda bulunan önemli kalite parametrelerinden biridir (Dinkçi ve diğ. 2012).

BSF ile kaplı peynirlerde yağ değerlerinin 1. gün 25.92 ± 0.38 , 7. gün 28.67 ± 0.14 , 30. gün 34.50 ± 0.25 ve 60. günde 35.83 ± 0.52 olduğu belirlenmiş ve ölçümler arasındaki farkın anlamlı olduğu görülmüştür (X^2 : 9.000; $p=0.029$) (Tablo 4.28). Yapılan Wilcoxon testine göre yağ değerlerinin 1. gün ile 7, 30 ve 60. gün değerleri, 7. gün ile 30 ve 60. gün değerleri arasındaki farkın anlamlı olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir. Buna göre, yağ değerlerinin 30 ve 60. gün değerleri arasında bir fark olmadığı ve 1 ve 7. gün yağ değerlerinin 30 ve 60. günlere göre daha düşük olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.30).

PE ile kaplı peynirlerde yağ değerlerinin 1. gün 25.42 ± 0.29 olduğu belirlenirken, 7. gün 26.08 ± 0.52 , 30. gün 27.42 ± 1.23 ve 60. günde 27.58 ± 1.51 olduğu belirlenmiş ve ölçümler arasındaki farkın anlamlı olduğu görülmüştür (X^2 : 8.379; $p=0.039$) (Tablo 4.29). Yapılan Wilcoxon testine göre yağ değerlerinin 1. gün ile 30 ve 60. gün değerleri arasındaki farkın anlamlı olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir. Buna göre yağ değerlerinin 7. gün değerleri ile 30 ve 60. gün değerleri arasında bir fark olmadığı ve 1. gün yağ değerlerinin 30 ve 60. güne göre daha düşük olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.31).

Yağ değerleri ile gruplar arası bir farklılaşma olduğu belirlenmiştir ($p=0.007$). Sıra ortalamaları incelendiğinde BSF grubundaki yağ ölçümlerinin PE grubundaki değerlere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.61). Bunun nedeninin BSF'nin kuru madde miktarının fazla olmasıyla ilişkilendirilebilir.

Yılmaz (2011) çalışmasında en düşük yağ miktarının depolamanın 5. gününde vakum ambalajlı peynir örneklerinde, en yüksek yağ miktarının ise kontrol grubu peynirlerde depolamanın son gününde olduğunu tespit etmiştir. Depolama süresi boyunca en yüksek yağ miktarını kontrol grubu peynirde gözlemlerken, en düşük yağ miktarını çift kat balmumu kaplanmış peynir örneklerinde olduğunu vurgulamıştır. Bunun sebebini artan kuru madde miktarının yağ oranı ile bağdaştırmıştır.

Kuru maddede yağ miktarı

BSF ile kaplı peynirlerde kuru maddede yağ değerlerinin 1. gün 45.89 ± 0.87 , 7. gün 43.69 ± 1.02 , 30. gün 46.66 ± 0.56 ve 60. günde 46.69 ± 1.21 olduğu belirlenmiş olup ölçümler arasındaki farkın anlamlı olmadığı görülmüştür (X^2 : 5.400; $p=0.145$) (Tablo 4.33).

PE ile kaplı peynirlerde kuru maddede yağ değerlerinin 1. gün 44.84 ± 0.60 , 7. gün 45.30 ± 0.80 , 30. gün 47.44 ± 2.18 ve 60. günde 47.76 ± 2.98 olduğu belirlenmiş olup ölçümler arasındaki farkın anlamlı olduğu görülmüştür (X^2 : 8.200; $p=0.042$) (Tablo 4.34). Günler arasındaki ölçüm farkının detaylandırılması için yapılan Wilcoxon testi sonucu Tablo 4.35'te verilmiştir. Yapılan Wilcoxon testine göre kuru maddede yağ değerlerinin 1. gün 7. gün değerleri arasındaki farkın anlamlı olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir. Buna göre yağ değerlerinin 7. gün değerleri ile 30 ve 60. gün değerleri arasında bir fark olmadığı ve 1. gün kuru maddede yağ değerlerinin 7. güne göre daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Kuru maddede yağ değerleri ile gruplar arasında anlamlı bir farklılaşma bulunmamıştır ($p=0.862$). Sonuç olarak kuru maddede yağ değerleri gruplara göre farklılaşmamaktadır (Tablo 4.61).

Yılmaz (2011) çalışmasında en düşük (% 42,31) ve en yüksek (% 46,08) kuru maddede yağ oranı vakum ambalajlanmış peynir örneğinde fark etmiştir. Depolama süresi boyunca kuru madde ve yağ miktarındaki artışa bağlı olarak kuru madde de yağ oranının artış gösterdiğini belirtmiştir.

Tuz miktarı

Peynirler de lezzet ve aromaya etkisi olan tuz aynı zamanda su aktivitesini düşürerek istenmeyen mikrobiyal aktiviteyi önler. Dolayısıyla raf ömrünü uzatır. Aynı zamanda kabuk oluşumuna katkıda bulunan tuz, peynirin olgunlaşma süresi boyunca gerçekleşen biyokimyasal reaksiyonlarda enzimatik aktivitenin düzenlenmesinde de etkili olmaktadır (Üçüncü, 2018; Bansal ve Mishra, 2020).

BSF ile kaplı peynirlerin tuz değerlerinin 1. gün 1.94 ± 0.04 , 7. gün 2.58 ± 0.06 , 30. gün 3.00 ± 0.12 ve 60. günde 3.33 ± 0.03 olduğu belirlenmiş ve ölçümler arasındaki farkın anlamlı olduğu görülmüştür (X^2 : 9.000; $p=0.029$) (Tablo 4.37). Yapılan Wilcoxon testine göre tuz değerlerinin 1 ve 7. gün ile 30 ve 60. gün değerleri arasındaki farkın anlamlı olduğu ($p<0.05$)

belirlenmiştir (Tablo 4.39). Buna göre tuz değerlerinin 30. ve 60. gün değerleri arasında bir fark olmadığı ve tuz değerinin giderek yükseldiği belirlenmiştir.

PE ile kaplı peynirlerin tuz değerlerinin 1. gün 1.80 ± 0.01 , 7. gün 2.03 ± 0.02 , 30. gün 2.13 ± 0.06 ve 60. günde 2.20 ± 0.05 olduğu belirlenmiş olup ölçümler arasındaki farkın anlamlı olduğu görülmüştür (X^2 : 9.000; $p=0.029$) (Tablo 4.38). Günler arasındaki ölçüm farkının detaylandırılması için yapılan Wilcoxon testi sonucu Tablo 4.40'da verilmiştir. Teste göre tuz değerlerinin 1. gün ile 7, 30 ve 60. gün değerleri ve 7. gün ile 60. gün arasındaki farkın anlamlı olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir. Buna göre tuz değerlerinin 30 ve 60. gün değerleri arasında bir fark olmadığı ve 1. gün tuz değerlerinin 7, 30 ve 60. güne göre daha düşük olduğu ve 7. gün tuz değerlerinin 60. güne göre daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Tuz değerleri ile gruplar arası bir farklılaşma olduğu belirlenmiştir ($p=0.009$). Sıra ortalamaları incelendiğinde BSF grubundaki tuz ölçümlerinin PE grubundaki değerlere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.61). Bunun sebebi BSF grubu peynirlerde nem kaybıyla paralel artış gösteren kuru madde miktarının PE grubu peynirlere kıyasla daha yüksek olmasıyla ilişkilendirilir.

Öründü (2023) çalışmasında peynir örneklerinde % tuz oranının depolama süresi boyunca arttığını ($p<0,05$) belirlemiştir. Antimikrobiyal madde içeren filmlerle kaplı peynir örneklerinde tuz oranının daha yavaş arttığını vurgulamıştır.

Yılmaz (2011) çalışmamıza benzer şekilde peynir örneklerinde en düşük tuz miktarının olgunlaşmanın başında en yüksek tuz miktarının ise olgunlaşmanın sonunda belirlemiştir. Olgunlaşma süresince tuz miktarında artış gözlemlemiştir. Bu durumu peynirlerdeki su kaybına bağlamıştır.

Sarioğlu ve Zübeyde (2006), kontrol ve deney grubu peynir örneklerinde tuz miktarı artışının gerçekleşen yüksek nem kaybı sebebiyle depolamanın 15. gününe kadar fazla olduğunu ancak 15. günden sonra nem kaybına paralel olarak tuz miktarının yavaş yavaş arttığını belirtmiştir. Depolamanın 30. gününden sonra ise tuz miktarının kaplanmamış peynirlerde nem kayıplarının daha fazla olmasından dolayı daha yüksek bulunduğunu belirlemiştir.

Kuru maddede tuz miktarı

BSF ile kaplı peynir örneklerinde kuru maddede tuz değerlerinin 1. gün 3.44 ± 0.04 , 7. gün 3.94 ± 0.19 , 30. gün 4.15 ± 0.09 ve 60. günde 4.34 ± 0.09 olduğu belirlenmiş ve ölçümler arasındaki farkın anlamlı olduğu görülmüştür (X^2 : 9.000; $p=0.029$) (Tablo 4.42). Yapılan wilcoxon testine göre kuru maddede tuz değerlerinin 1. gün ile 30 ve 60. gün değerleri arasındaki farkın anlamlı olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir. Buna göre kuru maddede tuz değerlerinin 7, 30 ve 60. gün değerleri arasında bir fark olmadığı ve 1. gün kuru maddede tuz değerlerinin 30 ve 60. günlere göre daha düşük olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.44).

PE ile kaplı peynir örneklerinde kuru maddede tuz değerlerinin 1. gün 3.18 ± 0.03 , 7. gün 3.53 ± 0.04 , 30. gün 3.68 ± 0.10 ve 60. günde 3.81 ± 0.10 olduğu belirlenmiş olup ölçümler arasındaki farkın anlamlı olduğu görülmüştür (X^2 : 9.000; $p=0.029$) (Tablo 4.43). Günler arasındaki farkın detaylandırılması için yapılan Wilcoxon testi sonucu Tablo 4.45'te verilmiştir. Yapılan Wilcoxon testine göre kuru maddede tuz değerlerinin 1. gün ile 7, 30 ve 60. gün değerleri ve 30. gün ile 60. gün arasındaki farkın anlamlı olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir. Buna göre kuru maddede tuz değerlerinin 7. gün değerleri ile 30 ve 60. gün değerleri arasında bir fark olmadığı ve 1. gün kuru maddede tuz değerlerinin 7, 30 ve 60. güne göre daha düşük olduğu ve 30. gün kuru maddede tuz değerlerinin 60. güne göre daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Kuru maddede tuz değerleri ile gruplar arası bir farklılaşma olduğu belirlenmiştir ($p=0.018$). Sıra ortalamaları incelendiğinde BSF grubundaki kuru maddede tuz ölçümlerinin PE grubundaki değerlere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.61). Bu farkın depolama süresi boyunca artan kuru madde miktarıyla ilişkili olduğu söylenebilir.

Çalışmamıza benzer şekilde Yılmaz (2011) en düşük kurumadde de tuz miktarını olgunlaşmanın başlangıcında, en yüksek depolamanın son gününde olduğunu belirtmiştir. Kuru maddede tuz miktarı su kaybına paralel olmak üzere depolamanın başlangıcında hızla artarken, ilerleyen zamanlarda daha yavaş artış gösterdiğini vurgulamıştır.

Asitlik derecesi

Kaşar peynirinin olgunlaşma süresince gelişen asitliğin de mikrobiyal ve enzim aktivitesinin sonucunda oluşan bileşiklerin etkisi olmaktadır. Proteoliz ve lipoliz sonucunda oluşan asidik aminoasit ve yağ asitleri asitliği arttırmaktır (Płoska ve diğ. 2024).

BSF ile kaplı peynirlerde % LA değerlerinin 1. gün 0.86 ± 0.03 olduğu, 7. gün 0.96 ± 0.08 , 30. gün 1.04 ± 0.11 ve 60. günde 1.26 ± 0.03 olduğu belirlenmiş ve ölçümler arasındaki

farkın anlamlı olduğu görülmüştür (X^2 : 9.000; $p=0.029$) (Tablo 4.47). Günler arasındaki farkın detaylandırılması için yapılan Wilcoxon testine göre % LA değerlerinin 1. gün ile 60. gün değerleri ve 7. gün ile 60. gün değerleri arasındaki farkın anlamlı olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir. Buna göre % LA değerlerinin 1, 7 ve 30. gün değerleri arasında bir fark olmadığı ve 60. günde % LA değerlerinin arttığı belirlenmiştir (Tablo 4.49).

PE ile kaplı peynirlerde ise % LA değerlerinin 1. gün 0.87 ± 0.05 olduğu, 7. gün 1.04 ± 0.13 , 30. gün 1.27 ± 0.02 ve 60. günde 1.34 ± 0.08 olduğu belirlenmiş ve ölçümler arasındaki farkın anlamlı olduğu görülmüştür (X^2 : 9.000; $p=0.029$) (Tablo 4.48). Yapılan Wilcoxon testine göre % LA değerlerinin 1. gün ile 30 ve 60. gün değerleri arasındaki farkın anlamlı olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir. Buna göre % LA değerlerinin 7, 30 ve 60. gün değerleri arasında bir fark olmadığı ve 1. gün % LA değerlerinin 30 ve 60. güne göre daha düşük olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.50).

BSF ve PE grupları arasında % LA değerlerinin anlamlı bir farklılaşma bulunmamıştır ($p=0.247$). Sonuç olarak % LA değerleri gruplara göre farklılaşmamaktadır (Tablo 4.61).

Kirci (2020) çalışmasında asitlik değerlerini % 0,3 – 1,7 arasında bulmuştur. Peynir örneklerinin depolama süresi sonunda en yüksek asitlik değerine ulaştığını gözlemlemiştir. Kontrol grubu peynirlerde depolama süresi boyunca asitliğin artış gösterdiğini belirtmiştir.

Ilguz (2019) yaptığı çalışmada asitlik değerlerini % 0,1 – 0,6 arasında bulmuştur. Peynir örneklerinin depolama süresi sonunda en yüksek asitlik değerine ulaştığını belirtmiştir. Kontrol grubu ile % 4 niaouli yağı ilaveli deney grupları arasında önemli farklılığının olmadığını vurgulamıştır.

Yılmaz (2011) çalışmasında en düşük asitlik değerinin depolama başlangıcında kontrol grubunda; en yüksek asitlik değerinin ise depolama süresi sonunda kaşar peynirinin çift kaplı bal mumu ile kaplandığı ve vakum ambalajlama uygulandığı örneklerde tespit etmiştir.

Sarıoğlu ve Zübeyde (2006) depolama süresinin 60. gününe kadar sodyum kazeinat ile kaplı kaşar peynirlerde titrasyon asitliğinin kaplanmamış olanlara kıyasla daha fazla olduğunu, depolamanın 75. gününden sonra ise filmle kaplanmamış peynir örneklerinin titrasyon asitlik değerlerinin daha fazla olduğunu belirtmiştir.

pH

Peynirlerdeki pH değeri önemli kalite parametrelerinden biridir. Depolama süresince peynir pH'ı enzim aktivitesi, tuzun emilimi ve difüzyonu, bakteriyel yükün artması, kazein misellerinden kalsiyumun ayrışmasıyla değişiklik gösterebilmektedir (Płoska ve diğ. 2024).

BSF ile kaplı peynirlerde pH değerlerinin 1. gün 5.43 ± 0.01 olduğu belirlenirken, 7. gün, 5.44 ± 0.01 , 30. gün 5.33 ± 0.02 ve 60. günde 5.30 ± 0.01 olduğu belirlenmiş olup ölçümler arasındaki farkın anlamlı olduğu görülmüştür (X^2 : 8.200; $p=0.042$) (Tablo 4.52). Yapılan Wilcoxon testine göre pH değerlerinin 1. gün ile 30 ve 60. gün değerleri, 7. gün ile 30 ve 60. gün değerleri ve 30. gün ile 60. gündeki değerleri arasındaki farkın anlamlı olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir. Buna göre pH değerlerinin 1. ve 7. gün değerleri arasında bir fark olmadığı ve 30. ve 60. günlerde pH değerlerinin azaldığı belirlenmiştir (Tablo 4.54).

PE ile kaplı peynirlerde pH değerlerinin 1. gün 5.44 ± 0.01 olduğu belirlenirken, 7. gün 5.54 ± 0.01 , 30. gün 5.46 ± 0.01 ve 60. günde 5.48 ± 0.02 olduğu belirlenmiş olup ölçümler arasındaki farkın anlamlı olduğu görülmüştür (X^2 : 9.000; $p=0.029$) (Tablo 4.53). Wilcoxon testine göre pH değerlerinin 7. gün ile 30 ve 60. gün değerleri arasındaki farkın anlamlı olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir. Buna göre pH değerlerinin 1, 30 ve 60. gün değerleri arasında bir fark olmadığı ve 7. gün pH değerlerinin 30 ve 60. güne göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.55).

pH değerleri ile gruplar arası bir farklılaşma olduğu Mann Whitney U testine göre belirlenmiştir ($p=0.001$). Sıra ortalamaları incelendiğinde PE grubundaki pH ölçümlerinin BSF grubu grubundaki değerlere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.61).

Çalışmamızdaki BSF ile kaplı peynirlerde pH düşmesi, peynirlerde gerçekleşen nem kaybı buna ek olarak LAB'ın gelişimini ve lipoliz sonucunda oluşan serbest yağ asitlerine bağlı asitlik artışı ile açıklanabilir. PE ile kaplı peynirlerde pH değerlerinin artması maya - küf sayısının artışı ile ilişkilendirilebilir.

Płoska ve diğ. (2024) yaptıkları çalışmada bakteriyel selülozun elde edilme yönteminin BS ile kaplı peynirlerin pH'ı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu ($p<0,05$) belirtmişlerdir. Depolama süresi sonunda YPM ve AW ortamında elde edilen BS ile kaplı peynirlerin pH'ında sırasıyla artış ve düşüş gözlemlenmiştir. Bunun sebebini nem bariyeri ile ilişkili olduğunu vurgulamışlardır.

Öründü (2023) üzüksü meyvelerden ürettiği filmler ile kapladığı kaşar peynir örnekleri de pH değerlerinin 5.15 - 5.68 arasında olduğunu ölçmüştür. pH değerleri depolamanın 15.

gününde artış gösterirken sonrasında ise düşme gerçekleştiği ve bu değişimin K, V, G ve B örnekleri için anlamsız olduğunu belirtmiştir. En yüksek pH değerini depolamanın 15. gününde C örneğinde, 60. gününde G örneğinde, 90. gününde ise en yüksek K örneğinde olduğunu tespit etmiştir. Bu durumun peynirlerdeki küf gelişimiyle oluşan tampon bileşiklerin etkileyebileceğini vurgulamıştır.

Kirci (2020) çalışmasında kontrol grubunda pH değerinde artış olduğunu ancak film ile kaplı örneklerde çoğunlukla sabit kaldığını tespit etmiştir. Kontrol ve deney grubu arasındaki pH değerlerinin istatistiki olarak bir anlamının olmadığını belirtmiştir.

Ilguz (2019) yaptığı çalışmada pH değerlerini 4,91 – 5,7 arasında bulmuştur. Film ile kontrol grubu peynirlerin pH değerlerinde anlamlı fark olmadığını ancak depolama süresinin pH üzerinde etkisinin olduğunu vurgulamıştır.

Yılmaz (2011) çalışmasında en düşük pH değerini tek katlı bal mumu ile kapladığı kaşar peynirlerde, en yüksek pH değerinin ise çift katlı bal mumu ile kaplı peynirlerde gözlemlediğini belirtmiştir. Bunun sebebini depolama süresi boyunca MRS ve M-17’de gelişen LAB’in asitlik oluşumunu artırarak pH’ı düşürebileceğini ilişkilendirmiştir.

Sarioğlu ve Zübeyde (2006) sodyum kazeinat çözeltisi ile kapladığı kaşar peynirlerde pH değerlerinin 90 günlük depolama süresi boyunca 4.305 - 5.205; kontrol grubu olan kaplanmamış peynirlerde pH değerinin ise 4.355 - 5.37 arasında değişim gösterdiğini belirtmiştir. pH değerleri her iki grupta 45. güne artış gösterdiğini, 45. günden sonra ise düştüğünü belirlemiştir. Deney ve kontrol grubu peynir örneklerinin pH’ının günlere göre değişim değerlerinin istatistiksel olarak önemsiz olduğunu vurgulamıştır.

Kül miktarı

Peynirlerde bulunan kül miktarı, peynir üretilirken kullanılan süt ve tuzdan geçen mineral maddeler ile ilişkilidir (Baysal ve Ozcan, 2020).

BSF ile kaplı peynirlerin kül değerlerinin 1. gün 3.32 ± 0.08 olduğu belirlenirken, 7. gün 3.86 ± 0.09 , 30. gün 4.21 ± 0.08 ve 60. günde 4.51 ± 0.12 olduğu belirlenmiş olup ölçümler arasındaki farkın anlamlı olduğu görülmüştür (X^2 : 9.000; $p=0.029$) (Tablo 4.57). Günler arasındaki ölçüm farkının detaylandırılması için yapılan Wilcoxon testi sonucu Tablo 4.59’da verilmiştir. Teste göre kül değerlerinin 1. gün ile 7, 30 ve 60. gün değerleri, 7. gün ile 30 ve 60. gün değerleri arasındaki farkın anlamlı olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir. Buna göre kül değerlerinin 30 ve 60. gün değerleri arasında bir fark olmadığı ve 1 ve 7. gün kül değerlerinin 30 ve 60. günlere göre daha düşük olduğu belirlenmiştir.

PE ile kaplı peynirlerin kül değerlerinin 1. gün 3.23 ± 0.08 olduğu belirlenirken, 7. gün 3.29 ± 0.06 , 30. gün 3.36 ± 0.04 ve 60. günde 3.45 ± 0.04 olduğu belirlenmiş ve ölçümler arasındaki farkın anlamlı olduğu görülmüştür (X^2 : 9.000; $p=0.029$) (Tablo 4.58). Yapılan wilcoxon testine göre kül değerlerinin 1. gün 7 ve 60. gün, 7. gün ile 60. gün ve 30. gün ile 60. gün değerleri arasındaki farkın anlamlı olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir. Buna göre kül değerlerinin 7. gün ile 30. gün arasında bir fark olmadığı ve 1. gün kül değerlerinin 7 ve 60. güne göre, 7. gün kül değerlerinin 60. güne göre ve 30. gün kül değerlerinin 60. güne göre daha düşük olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.60).

Kül değerleri ile gruplar arası bir farklılaşma olduğu belirlenmiştir ($p=0.003<0.05$). Sıra ortalamaları incelendiğinde BSF grubundaki kül ölçümlerinin PE grubundaki değerlere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.61). Peynirlerde bulunan kül miktarı ile tuz miktarı arasında doğrusal bir ilişki bulunmaktadır. Çalışmamızda BSF ve PE grup peynir örneklerinde depolama süresi boyunca artan tuz miktarına karşılık kül miktarı da artış göstermektedir.

5.3.3. Duyusal Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

6 kişilik panelist tarafından BSF ile kaplı kaşar peynirleri 90 günlük depolama süresinin sonunda renk-görünüş, doku, tat-aroma ve koku bakımından değerlendirmişlerdir (Tablo 4.62).

Renk - Görünüş

Peynir örnekleri panelistler tarafından en düşük 3,3 en yüksek 4,5 puanı almıştır. Ortalama renk-görünüş puanı ise 3,95 (fazla sert veya fazla yumuşak, donuk görünümlü, kahverengi renkte) olarak belirlenmiştir. Kaşar peynirleri 90 günün sonunda daha sarı renkte, daha sert bir halde görünmektedir. Bunun sebebinin depolama süresi boyunca artan nem kaybından dolayı olduğu söylenebilir (Mei ve diğ 2015; Jo ve diğ. 2018).

Doku

Doku puanları en düşük 2,3 en yüksek 3,7 olmuştur ve ortalama doku puanı 3,26 (homojen olmayan yapı, çatlak ve delikli, sert veya yumuşak) olarak belirlenmiştir. Peynirlerde gelişen nem kaybı ağırlık kaybına ve peynirlerin sertleşmesine sebep olmuştur.

Mei ve diğ. (2013) kaplanmayan kontrol grubu peynirlerin nişasta/kitosan bazlı filmlerle kaplı peynirlere kıyasla daha fazla nem kaybettiğini tespit etmişlerdir.

Tat - Aroma

BSF kaplı peynirlerin tat-aroma puanının en düşük 3,0 en yüksek 4,3 olduğu ve ortalama tat-aroma puanının 3,51 (yavan yada hafif yabancı tatta, ekşi veya acı) olduğu belirlenmiştir.

Koku

Panelistler tarafından kokuya verilen puanlar en düşük 4,0 en yüksek 4,3 olarak belirlenmiştir. Koku puanı ortalama 4,11 (normal koku veya çok hafif yavan ya da ekşi koku) olarak belirlenmiştir.

Mei ve diğ. (2013) çam iğnesi ekstraktlı filmlerle kaplı peynirlerde depolamanın 0. ve 5. gününde uçucu yağ kokusunu yoğun hissetmiş ancak ilerleyen zamanlarda kokunun hissedilmemeye başladığını tespit etmişlerdir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Artan çevre kirliliği araştırmacıları, bozunur karakterde materyalleri araştırmaya yönlendirmiştir. Lipid, protein ve polisakkarit karakterde olan biyobozunur materyaller genellikle tek başlarına kullanılmazlar. Bu durum yapıları gereği hidrofilik, sert/kırılgan, çözünme-su buharı geçirgenliğinin yüksek/düşük olması gibi özelliklerinin kullanılacak gıdaya uygulama zorluğunun bertaraf edilmeye çalışılması olabilirken; antimikrobiyal, antioksidan, UV bariyer, pH duyarlılığı gibi aktif özellikler kazandırmak da amaçlanabilmektedir.

Bitkisel selüloza göre üstün özellikleri bulunan bakteriyel selülozun elde edilmesinde maliyetin yüksek olması endüstriyel boyuta kullanımını sınırlamaktadır. Böylelikle araştırmalar düşük maliyetle daha yüksek bakteriyel selüloz eldesine yönelmiştir. Bu amaçla yüksek selüloz verimli bakteri suşu izolasyonu, uygun maliyetle hazırlanan kültür ortamı ve bakteri suşunun yüksek aktive gösterdiği inkübasyon koşulları yıllardır araştırmalara konu olmuştur. Bakteriyel selüloz, yenilebilir ambalaj materyali olmak için uygun özelliklere sahiptir. Ancak direk gıdaya uygulanan araştırma sayısı oldukça azdır. Bu nedenle, çalışmamız konuyla ilgili olarak literatürlere katkı sağlayacaktır.

Bakteriyel selülozdan yenilebilir film üretmek ve kaşar peynirinde uygunluğunu belirlemek amacıyla yapılan bu çalışmada, elde edilen sonuçlar şu şekilde özetlenebilir:

1. Kombu çayından izole edilen 35 bakteri suşundan 8 adedinin bakteriyel selüloz ürettiği ve identifikasyon için seçilen izolatın *Komagataeibacter xylinus* olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda inkübasyon koşulları boyunca selüloz üretmediği gözlenen 2 izolatın ise *Gluconacetobacter oxydans* olduğu belirlenmiştir.
2. İzole edilen *Komagataeibacter* sp. selüloz veriminin yaş ve kuru ağırlıklarının sırasıyla 13,113 ve 0,082 g olduğu belirlenmiştir.
3. Çalışmamızda izole edilen *Komagataeibacter* sp. suşundan elde edilen selülozun yaş ağırlıkları 73,491 - 78,690 - 75,526 g kuru ağırlıkları ise 2,442 - 2,567 - 2,442 g olarak ölçülmüştür.

4. Üretilen BS filmin kalınlıkları 0,03; 0,04 ve 0,03 mm olarak ölçülmüştür. Filmin SEM görüntülerinde beyaz noktalara ve ara ara çatlaklara rastlanmıştır. BSF'nin FT-IR spektrumunda bakteriyel selüloz, gliserol ve polivinil alkolün karakteristik pikleri taşıdığı, TGA eğrilerinin literatür ile uyumlu, XRD sonucunda görülen 14,5° ve 22,7° karakteristik piklere ek olarak 20° piki gözlemlendiği bulunmuştur. Filmlerin 7 günde toprakta biyobozunma oranı ise % 34 olarak belirlenmiştir.
5. BSF ve PE ile sarılan kaşar peynir örneklerinde depolama süresi boyunca *S.aureus* ve koliform grubu bakteri izole edilememiştir.
6. BSF ile kaplı kaşar peynirlerde TAMB sayısında depolama süresi boyunca azalma görülürken, PE ile kaplı kaşar peynirlerde artış gözlenmiştir. Bu durum istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$).
7. BSF ve PE ile kaplı kaşar peynirlerde laktik streptokok bakteri sayısının günlere göre farkının anlamlı olmadığı ($p>0,05$); gruplar arasındaki farkın ise anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$).
8. BSF ile kaplı kaşar peynirlerde LAB sayısında depolama süresi boyunca azalma görülürken, PE ile kaplı kaşar peynirlerde artış saptanmıştır. Bu durum istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$).
9. BSF ile kaplı kaşar peynirlerde maya - küf sayısı en düşük depolamanın 1. gününde ölçülürken, en yüksek 30. günde tespit edilmiştir. Bu durum, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). PE ile kaplı peynirlerde ise maya - küf sayısı, depolama süresi boyunca artış göstermiştir.
10. BSF ile kaplı peynirlerde depolama süresince pH değerinde düşme, % LA değerinde ise artma gözlemlenmiştir.
11. BSF ile kaplı peynirlerde KM değerlerinin nem kaybına bağlı olarak arttığı görülmüş ve bu istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$).
12. Depolama süresince tuz ve kuru maddede tuz değerinin, artışın nem kaybı ile ilişkili bulunduğu BSF grubu peynirlerde daha yüksek olduğu belirlenmiş ve bu durum anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$).
13. Kül değerleri her iki grupta da depolama süresi boyunca artmış ve bu durum anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$).
14. BSF grubu peynirlerde artan kuru madde miktarına bağlı olarak sarı renkte artma, ağırlık kaybı sebebiyle görünüşte küçülme, dokuda sert ve hafif kırılganlık tespit edilmiştir. Aynı zamanda peynir örneklerinde yavan tat hissedilmiştir.

Sonuç olarak, BSF'nin peynirlerde mikrobiyal kontaminasyonu engellediği, ancak kullanılan plastikleştiricilerin de etkisiyle artan hidrofilik yapının nem kaybına dolayısıyla duyuusal anlamda kabul edilebilirliğin azalmasına neden olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bakteriyel selüloz filminin yaygın kullanılan kaplama materyallerine göre biyobozunma süresinin dikate değır ölçüde kısa olması nedeniyle çevresel yük açısından avantajlı olacağı kanısına varıldı. BS'un hidrofobik karakterde bir polimer veya bileşenle birleştirilmesinin kaşar peynirlerde raf ömrünü artırarak kalite kayıplarının en aza indirilebileceğı düşünölmektedir. Aynı zamanda antimikrobiyal ve antioksidan özelliğe yağ ve ekstraktların eklenerek oluşturulan bakteriyel selüloz filmlerin farklı gıdalarda ki uygulanabilirliğinin araştırılması önerilmektedir.



KAYNAKLAR

- Abedin, M. J., Zohora, F. T., Hasan, I. U., & Rahman, M. Z. (2024). Polysaccharide nanocomposites: Preparation, properties and applications. Mei, J., Guo, Q., Wu, Y., & Li, Y. (2015). Evaluation of chitosan-starch-based edible coating to improve the shelf life of bod ljong cheese. *Journal of food protection*, 78(7), 1327-1334.
- Abral, H., Mahardika, M., Handayani, D., Sugiarti, E., & Muslimin, A. N. (2019). Characterization of disintegrated bacterial cellulose nanofibers/PVA bionanocomposites prepared via ultrasonication. *International journal of biological macromolecules*, 135, 591-599.
- Adamopoulou, V., Bekatorou, A., Brinias, V., Michalopoulou, P., Dimopoulos, C., Zafeiropoulos, J., ... & Koutinas, A. A. (2024). Optimization of bacterial cellulose production by *Komagataeibacter sucrofermentans* in synthetic media and agrifood side streams supplemented with organic acids and vitamins. *Bioresource Technology*, 130511.
- Adhikary, N. D., Bains, A., Sridhar, K., Kaushik, R., Chawla, P., & Sharma, M. (2023). Recent advances in plant-based polysaccharide ternary complexes for biodegradable packaging. *International Journal of Biological Macromolecules*, 126725.
- Almasi, H., Ghanbarzadeh, B., & Entezami, A. A. (2010). Physicochemical properties of starch-CMC-nanoclay biodegradable films. *International journal of biological macromolecules*, 46(1), 1-5.
- Akyuz, L., Kaya, M., Ilk, S., Cakmak, Y. S., Salaberria, A. M., Labidi, J., ... & Sargin, I. (2018). Effect of different animal fat and plant oil additives on physicochemical, mechanical, antimicrobial and antioxidant properties of chitosan films. *International journal of biological macromolecules*, 111, 475-484.
- Andrés-Barrao, C., Benagli, C., Chappuis, M., Pérez, R. O., Tonolla, M., & Barja, F. (2013). Rapid identification of acetic acid bacteria using MALDI-TOF mass spectrometry fingerprinting. *Systematic and applied microbiology*, 36(2), 75-81.
- Andreson, M., Kazantseva, J., Kuldjärv, R., Malv, E., Vaikma, H., Kaleda, A., ... & Vilu, R. (2022). Characterisation of chemical, microbial and sensory profiles of commercial kombuchas. *International Journal of Food Microbiology*, 373, 109715.
- AOAC (2000a). Ash of cheese. Official Method 935.42. Official Methods of Analysis (17th Edition) In W. Horwitz (Ed.). Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, Maryland, USA.
- AOAC (1990). Official methods of analysis. Centennial Edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C., USA.

- AOAC (2000b). Official Method 920.124 Acidity of Cheese. Titrimetric Method. Official Methods of Analysis of AOAC International. Vol. 2, 17th ed., Gaithersburg, USA.
- ASTM (1981). Standart test methods for water vapor transmission of materials, Method E96-80, Philadelphia, American Society for Testing and Materials.
- Aydın, Y. A., & Aksoy, N. D. (2013). Çeşitli gıda atıklarından selüloz üreten asetik asit bakterilerinin izolasyonu ve tanımlanması. *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi*, 43(1), 26-35.
- Azeredo, H. M., Barud, H., Farinas, C. S., Vasconcellos, V. M., & Claro, A. M. (2019). Bacterial cellulose as a raw material for food and food packaging applications. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 3, 7.
- Azhdari, S., & Moradi, M. (2022). Application of antimicrobial coating based on carboxymethyl cellulose and natamycin in active packaging of cheese. *International Journal of Biological Macromolecules*, 209, 2042-2049.
- Bansal, V., & Mishra, S. K. (2020). Reduced-sodium cheeses: Implications of reducing sodium chloride on cheese quality and safety. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 19(2), 733-758.
- Basiak, E., Lenart, A., & Debeaufort, F. (2018). How glycerol and water contents affect the structural and functional properties of starch-based edible films. *Polymers*, 10(4), 412.
- Basumatary, I. B., Kumar, S., Mitra, A., & Halder, D. (2023). Edible film and coating on food products: Progress in deposition methods.
- Baysal, S., & Ozcan, T. (2020). Characterisation and consumer liking of white cheeses from different milk fermentation: correlation between sensorial and instrumental analyses. *International Food Research Journal*, 27(6).
- Berk, Z (2018). Food Process Engineering and Technology. In *Chapter 16- Spoilage and preservation of foods* (pp.395-398). Academic Press.
- Berti, S., Resa, C. P. O., Basanta, F., Gerschenson, L. N., & Jagus, R. J. (2019). Edible coatings on Gouda cheese as a barrier against external contamination during ripening. *Food Bioscience*, 31, 100447.
- Bishop, P., Pitts, E. R., Budner, D., & Thompson-Witrick, K. A. (2022). Kombucha: Biochemical and microbiological impacts on the chemical and flavor profile. *Food Chemistry Advances*, 1, 100025.
- Boura-Theodoridou, O., Giannakas, A., Katapodis, P., Stamatis, H., Ladavos, A., & Barkoula, N. M. (2020). Performance of ZnO/chitosan nanocomposite films for antimicrobial packaging applications as a function of NaOH treatment and glycerol/PVOH blending. *Food Packaging and Shelf Life*, 23, 100456.
- Brinchi, L., Cotana, F., Fortunati, E., & Kenny, J. M. (2013). Production of nanocrystalline cellulose from lignocellulosic biomass: technology and applications. *Carbohydrate polymers*, 94(1), 154-169.
- Brown, A. J. (1886). XLIII.—On an acetic ferment which forms cellulose. *Journal of the Chemical Society, Transactions*, 49, 432-439.

- Bueno, F., Fultz, L., Husseneder, C., Keenan, M., & Sathivel, S. (2023). Biodegradability of bacterial cellulose polymer below the soil and its effects on soil bacteria diversity. *Polymer Degradation and Stability*, 217, 110535.
- Büyükduman, E., Kırtıl, H. E., & Metin, B. (2022). Molecular Identification and Technological Properties of Acetic Acid Bacteria Isolated from Malatya Apricot and Home-Made Fruit Vinegars. *Microbiology and Biotechnology Letters*.
- Cai, Z., & Kim, J. (2010). Bacterial cellulose/poly (ethylene glycol) composite: characterization and first evaluation of biocompatibility. *Cellulose*, 17(1), 83-91.
- Castro, C., Zuluaga, R., Putaux, J. L., Caro, G., Mondragon, I., & Gañán, P. (2011). Structural characterization of bacterial cellulose produced by *Gluconacetobacter swingsii* sp. from Colombian agroindustrial wastes. *Carbohydrate Polymers*, 84(1), 96-102.
- Cazón, P., & Vázquez, M. (2021). Improving bacterial cellulose films by ex-situ and in-situ modifications: A review. *Food Hydrocolloids*, 113, 106514.
- Cazón, P., Puertas, G., & Vázquez, M. (2024). Characterization of multilayer bacterial cellulose-chitosan films loaded with grape bagasse antioxidant extract: Insights into spectral and water properties, microstructure, and antioxidant activity. *International Journal of Biological Macromolecules*, 131774.
- Cazón, P., Vázquez, M., & Velazquez, G. (2019). Environmentally friendly films combining bacterial cellulose, chitosan, and polyvinyl alcohol: effect of water activity on barrier, mechanical, and optical properties. *Biomacromolecules*, 21(2), 753-760.
- Cazón, P., Velazquez, G., & Vázquez, M. (2020a). Characterization of mechanical and barrier properties of bacterial cellulose, glycerol and polyvinyl alcohol (PVOH) composite films with eco-friendly UV-protective properties. *Food Hydrocolloids*, 99, 105323.
- Cazón, P., Velázquez, G., & Vázquez, M. (2020b). Bacterial cellulose films: Evaluation of the water interaction. *Food Packaging and Shelf Life*, 25, 100526
- Cazón, P., Velazquez, G., Ramírez, J. A., & Vázquez, M. (2017). Polysaccharide-based films and coatings for food packaging: A review. *Food Hydrocolloids*, 68, 136-148.
- Cerqueira, M. Â. P. R. (2019). Edible packaging. 173-176 *Food Science*. Science Direct.
- Cerqueira, M. A., Lima, A. M., Souza, B. W., Teixeira, J. A., Moreira, R. A., & Vicente, A. A. (2009). Functional polysaccharides as edible coatings for cheese. *Journal of Agricultural and food chemistry*, 57(4), 1456-1462.
- Chen, T. T., Zhang, Z. H., Wang, Z. W., Chen, Z. L., Ma, H., & Yan, J. K. (2021). Effects of ultrasound modification at different frequency modes on physicochemical, structural, functional, and biological properties of citrus pectin. *Food Hydrocolloids*, 113, 106484.
- Chen, X., Lan, W., & Xie, J. (2024). Characterization of active films based on chitosan/polyvinyl alcohol integrated with ginger essential oil-loaded bacterial cellulose and application in sea bass (*Lateolabrax japonicas*) packaging. *Food Chemistry*, 441, 138343.

- Chiralt, A., González-Martínez, C., Vargas, M., & Atarés, L. (2018). Edible films and coatings from proteins. In *Proteins in food processing* (pp. 477-500). Woodhead Publishing.
- Civelek, İ. (2019). *Williopsis saturnus var. Saturnus* içeren yenilebilir kaplamanın kaşar peyniri yüzeyinde maya ve küf üremesine karşı antimikrobiyal etkisinin belirlenmesi, Yüksek lisans tezi, Sakarya Üniversitesi.
- Çoban, E. P., & Biyik, H. (2011). Effect of various carbon and nitrogen sources on cellulose synthesis by *Acetobacter lovaniensis* HBB5. *African Journal of Biotechnology*, 10(27), 5346-5354.
- Çürük, M. (2006). *Kaşar benzeri peynirlerin bazı özellikleri üzerine eritme tuzu kullanımının ve olgunlaşma süresinin etkileri.*, Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- de Oliveira, T. M., de Fátima Ferreira Soares, N., Pereira, R. M., & de Freitas Fraga, K. (2007). Development and evaluation of antimicrobial natamycin-incorporated film in gorgonzola cheese conservation. *Packaging Technology and Science: An International Journal*, 20(2), 147-153.
- del Sol González-Forte, L., Amalvy, J. I., & Bertola, N. (2019). Corn starch-based coating enriched with natamycin as an active compound to control mold contamination on semi-hard cheese during ripening. *Heliyon*, 5(6).
- Dellaglio, F., Cleenwerck, I., Felis, G. E., Engelbeen, K., Janssens, D., & Marzotto, M. (2005). Description of *Gluconacetobacter swingsii* sp. nov. and *Gluconacetobacter rhaeticus* sp. nov., isolated from Italian apple fruit. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 55(6), 2365-2370.
- Dıblan, S., & Kaya, S. (2023). Shelf life modelling of kaşar cheese packaged with potassium sorbate, nisin, silver substituted zeolite, or chitosan incorporated active multilayer plastic films. *International Dairy Journal*, 140, 105596.
- Dinkçi, N., Ünal, G., sibel Akalın, A., Varol, S., & Gönc, S. (2012). Kargı tulum peynirinin kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 49(3), 287-292.
- Dórame-Miranda, R. F., Gámez-Meza, N., Medina-Juárez, L. Á., Ezquerro-Brauer, J. M., Ovando-Martínez, M., & Lizardi-Mendoza, J. (2019). Bacterial cellulose production by *Gluconacetobacter entanii* using pecan nutshell as carbon source and its chemical functionalization. *Carbohydrate polymers*, 207, 91-99.
- dos Santos Pires, A. C., de Fátima Ferreira Soares, N., de Andrade, N. J., da Silva, L. H. M., Camilloto, G. P., & Bernardes, P. C. (2008). Development and evaluation of active packaging for sliced mozzarella preservation. *Packaging Technology and Science: An International Journal*, 21(7), 375-383.
- Du, R., Zhao, F., Peng, Q., Zhou, Z., & Han, Y. (2018). Production and characterization of bacterial cellulose produced by *Gluconacetobacter xylinus* isolated from Chinese persimmon vinegar. *Carbohydrate polymers*, 194, 200-207.

- El-Sayed, S. M., El-Sayed, H. S., Ibrahim, O. A., & Youssef, A. M. (2020). Rational design of chitosan/guar gum/zinc oxide bionanocomposites based on Roselle calyx extract for Ras cheese coating. *Carbohydrate polymers*, 239, 116234.
- Emblem A. (2012). *Packaging Technology Fundamentals, Materials and Processes*. Woodhead Publishing Limited: Cambridge.
- Enujiugha, V.N.; Oyinloye, A.M (2019). Protein-lipid interactions and the formation of edible films and coatings. In *Encyclopedia of Food Chemistry*; Melton, L., Shahidi, F., Varelis, P., Eds.; Academic Press: Oxford, UK,; pp. 478–482.
- Erçalışkan, K. (2017). *Çeşitli kaynaklardan bakteriyel selüloz üreten bakterilerin izolasyonu ve karakterizasyonu* (Master's thesis, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Erkaya-Kotan, T., Gürbüz, Z., Dağdemir, E., & Şengül, M. (2023). Utilization of edible coating based on quince seed mucilage loaded with thyme essential oil: Shelf life, quality, and ACE-inhibitory activity efficiency in Kaşar cheese. *Food Bioscience*, 54, 102895.
- Esa, F., Tasirin, S. M., & Abd Rahman, N. (2014). Overview of bacterial cellulose production and application. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 2, 113-119.
- US Food and Drug Administration. (2001). BAM Chapter 3: Aerobic Plate Count. *Bacteriological Analytical Manual*.
- United States Food and Drug Administration-FDA. (2016). BAM Chapter 12: Staphylococcus aureus. *Bacteriological Analytical Manual*.
- Feng, P., Weagant, S. D., Grant, M. A., Burkhardt, W., Shellfish, M., & Water, B. (2002). BAM: Enumeration of Escherichia coli and the Coliform Bacteria. *Bacteriological analytical manual*, 13(9), 1-13.
- Fernandes, I. D. A. A., Pedro, A. C., Ribeiro, V. R., Bortolini, D. G., Ozaki, M. S. C., Maciel, G. M., & Haminiuk, C. W. I. (2020). Bacterial cellulose: From production optimization to new applications. *International Journal of Biological Macromolecules*, 164, 2598-2611.
- Flórez, M., Lopez-Sanchez, P., Vázquez, M., & Cazón, P. (2024). Sugar kelp Saccharina latissima extract as an innovative ingredient for chitosan films: Case study as cheese slice separators. *Food Hydrocolloids*, 149, 109571.
- Fontana, J. D., De Souza, A. M., Fontana, C. K., Torriani, I. L., Moreschi, J. C., Gallotti, B. J., ... & Farah, L. F. X. (1990). Acetobacter cellulose pellicle as a temporary skin substitute. *Applied biochemistry and biotechnology*, 24, 253-264.
- Ghadimi, A. H., Amiri, S., & Radi, M. (2024). Improving the performance of Ca-alginate films through incorporating zein–caseinate nanoparticles-loaded cinnamaldehyde. *International Journal of Biological Macromolecules*, 256, 128456.
- Ghasemi A., Zahediasl S. (2012). Normality tests for statistical analysis: A guide for non-statisticians. *International Journal of Endocrinology and Metabolism*. 10(2), 486-489.

- Goswami, S., Sharma, A., & Bhattacharya, M. (2021). Pullulan films and natural compounds: applications and perspectives. In *Biopolymer-Based Nano Films* (pp. 19-41). Elsevier.
- Gupte, Y., Kulkarni, A., Raut, B., Sarkar, P., Choudhury, R., Chawande, A., ... & Dasgupta, S. (2021). Characterization of nanocellulose production by strains of *Komagataeibacter* sp. isolated from organic waste and Kombucha. *Carbohydrate polymers*, 266, 118176.
- Güzel, M., & Akpınar, Ö. (2017). *Komagataeibacter hansenii* GA2016 ile bakteriyel selüloz üretimi ve karakterizasyonu. *Gıda*, 42(5), 620-633.
- Güzel, M., & Akpınar, Ö. (2020). Preparation and characterization of bacterial cellulose produced from fruit and vegetable peels by *Komagataeibacter hansenii* GA2016. *International Journal of Biological Macromolecules*, 162, 1597-1604.
- Hamed, S., Mahmoodi-Barmesi, M., Kermanian, H., Ramezani, O., & Razmpour, Z. (2024). Investigation of physicochemical and biological properties of bacterial cellulose & zein-reinforced edible nanocomposites based on flaxseed mucilage containing *Origanum vulgare* L. essential oil. *International Journal of Biological Macromolecules*, 254, 127733.
- Hannon, J. A., Wilkinson, M. G., Delahunty, C. M., Wallace, J. M., Morrissey, P. A., & Beresford, T. P. (2003). Use of autolytic starter systems to accelerate the ripening of Cheddar cheese. *International Dairy Journal*, 13(4), 313-323.
- Harrigan, W. F. (1998). Laboratory methods in food microbiology. Third edition, *Academic press*. California, USA.
- He, X., Meng, H., Song, H., Deng, S., He, T., Wang, S., ... & Zhang, Z. (2020). Novel bacterial cellulose membrane biosynthesized by a new and highly efficient producer *Komagataeibacter rhaeticus* TJPU03. *Carbohydrate Research*, 493, 108030.
- Heinze, T., & Liebert, T. (2012). Celluloses and polyoses/hemicelluloses. *Polymer Science: A Comprehensive Reference*. Volume 10 Pp 83-152 Elsevier Science
- Hestrin, S., & Schramm, M. J. B. J. (1954). Synthesis of cellulose by *Acetobacter xylinum*. 2. Preparation of freeze-dried cells capable of polymerizing glucose to cellulose. *Biochemical Journal*, 58(2), 345.
- Hidayati, S., Maulidia, U., Satyajaya, W., & Hadi, S. (2021). Effect of glycerol concentration and carboxy methyl cellulose on biodegradable film characteristics of seaweed waste. *Heliyon*, 7(8).
- Hsieh, J. T., Wang, M. J., Lai, J. T., & Liu, H. S. (2016). A novel static cultivation of bacterial cellulose production by intermittent feeding strategy. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 63, 46-51.
- Hu, C., Lu, W., Mata, A., Nishinari, K., & Fang, Y. (2021). Ions-induced gelation of alginate: Mechanisms and applications. *International Journal of Biological Macromolecules*, 177, 578-588.

- Hu, Y., & Catchmark, J. M. (2010). Formation and characterization of spherelike bacterial cellulose particles produced by *Acetobacter xylinum* JCM 9730 strain. *Biomacromolecules*, 11(7), 1727-1734.
- Ilguz, Ö. 2019, Evaluation of the use of niaoulı volatile oil incorporated edible films as active food packaging for kashar cheese *Master's Thesis, Istanbul Technical University, Department of Food Engineering, Istanbul.*
- Jacek, P., da Silva, F. A. S., Dourado, F., Bielecki, S., & Gama, M. (2021). Optimization and characterization of bacterial nanocellulose produced by *Komagataeibacter rhaeticus* K3. *Carbohydrate Polymer Technologies and Applications*, 2, 100022.
- Janik, W., Jakubski, Ł., Kudła, S., & Dudek, G. (2023). Modified polysaccharides for food packaging applications: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 128916.
- Jebel, F. S., & Almasi, H. (2016). Morphological, physical, antimicrobial and release properties of ZnO nanoparticles-loaded bacterial cellulose films. *Carbohydrate polymers*, 149, 8-19.
- Jo, Y., Benoist, D. M., Ameerally, A., & Drake, M. A. (2018). Sensory and chemical properties of Gouda cheese. *Journal of dairy science*, 101(3), 1967-1989.
- Jurić, M., Bandić, L. M., Carullo, D., & Jurić, S. (2024). Technological advancements in edible coatings: Emerging trends and applications in sustainable food preservation. *Food Bioscience*, 103835.
- Kaur, J., Singh, J., Rasane, P., Gupta, P., Kaur, S., Sharma, N., & Sowdhanya, D. (2023). Natural additives as active components in edible films and coatings. *Food Bioscience*, 53, 102689.
- Keshk, S. M. (2014). Vitamin C enhances bacterial cellulose production in *Gluconacetobacter xylinus*. *Carbohydrate polymers*, 99, 98-100.
- Keshk, S. M. A. S., & Sameshima, K. (2005). Evaluation of different carbon sources for bacterial cellulose production. *African Journal of Biotechnology*, 4(6), 478-482.
- Khalid, N. M., & Marth, E. H. (1990). Lactobacilli—their enzymes and role in ripening and spoilage of cheese: a review. *Journal of Dairy Science*, 73(10), 2669-2684.
- Khan, H., Raghuvanshi, S., Saroha, V., Singh, S., Baba, W. N., Mudgil, P., & Dutt, D. (2023). Biotransformation of banana peel waste into bacterial nanocellulose and its modification for active antimicrobial packaging using polyvinyl alcohol with in-situ generated silver nanoparticles. *Food Packaging and Shelf Life*, 38, 101115.
- Kim, J., & Adhikari, K. (2020). Current trends in kombucha: Marketing perspectives and the need for improved sensory research. *Beverages*, 6(1), 15.
- Kim, S. S., Lee, S. Y., Park, K. J., Park, S. M., An, H. J., Hyun, J. M., & Choi, Y. H. (2017). *Gluconacetobacter* sp. gel_SEA623-2, bacterial cellulose producing bacterium isolated from citrus fruit juice. *Saudi journal of biological sciences*, 24(2), 314-319.

- Kirci, N. B. (2020). Evaluation Of Edible Films With Palmarosa Oil As Active Food Packaging For Kashar Cheese. *Master's Thesis, Istanbul Technical University, Department of Food Engineering, Istanbul.*
- Klemm, D., Schumann, D., Udhardt, U., & Marsch, S. (2001). Bacterial synthesized cellulose—artificial blood vessels for microsurgery. *Progress in polymer science*, 26(9), 1561-1603.
- Koch, K. (2018). Starch-based films. In *Starch in food* (pp. 747-767). Woodhead Publishing.
- Krystynowicz, A., Czaja, W., Wiktorowska-Jezierska, A., Gonçalves-Miśkiewicz, M., Turkiewicz, M., & Bielecki, S. (2002). Factors affecting the yield and properties of bacterial cellulose. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 29(4), 189-195.
- Kulangara, N., & Sukumaran, S. T. (2021). Cellulose. In *Biomass, Biofuels, Biochemicals* (pp. 53-73). Elsevier.
- Kurosumi, A., Sasaki, C., Yamashita, Y., & Nakamura, Y. (2009). Utilization of various fruit juices as carbon source for production of bacterial cellulose by *Acetobacter xylinum* NBRC 13693. *Carbohydrate Polymers*, 76(2), 333-335.
- Kurt A., Çakmakçı S.& Çağlar A.(1996). Süt ve mamulleri muayene ve analiz metodları rehberi- Genişletilmiş 6. Baskı. Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 252/D. Erzurum.
- Laavanya, D., Shirkole, S., & Balasubramanian, P. (2021). Current challenges, applications and future perspectives of SCOBY cellulose of Kombucha fermentation. *Journal of Cleaner Production*, 295, 126454.
- Lee, J. S., & Han, J. (2024). Exploring the potential of bacterial cellulose paste as a fat replacer for low-fat plant-based hamburger patties. *Food Research International*, 176, 113832.
- Li, N., Yang, X., & Lin, D. (2022). Development of bacterial cellulose nanofibers/konjac glucomannan-based intelligent films loaded with curcumin for the fresh-keeping and freshness monitoring of fresh beef. *Food Packaging and Shelf Life*, 34, 100989.
- Lin, D., Liu, Z., Shen, R., Chen, S., & Yang, X. (2020). Bacterial cellulose in food industry: Current research and future prospects. *International Journal of Biological Macromolecules*, 1007-1019.
- Lin, D., Lopez-Sanchez, P., Li, R., & Li, Z. (2014). Production of bacterial cellulose by *Gluconacetobacter hansenii* CGMCC 3917 using only waste beer yeast as nutrient source. *Bioresource technology*, 151, 113-119.
- Lin, S. P., Huang, Y. H., Hsu, K. D., Lai, Y. J., Chen, Y. K., & Cheng, K. C. (2016). Isolation and identification of cellulose-producing strain *Komagataeibacter intermedius* from fermented fruit juice. *Carbohydrate polymers*, 151, 827-833.
- Lin, S. P., Loira Calvar, I., Catchmark, J. M., Liu, J. R., Demirci, A., & Cheng, K. C. (2013). Biosynthesis, production and applications of bacterial cellulose. *Cellulose*, 20(5), 2191-2219.

- Lindh, H., Williams, H., Olsson, A., & Wikström, F. (2016). Elucidating the indirect contributions of packaging to sustainable development: A terminology of packaging functions and features. *Packaging Technology and Science*, 29(4-5), 225-246.
- Machado, R. T., Gutierrez, J., Tercjak, A., Trovatti, E., Uahib, F. G., de Padua Moreno, G., ... & Barud, H. S. (2016). Komagataeibacter rhaeticus as an alternative bacteria for cellulose production. *Carbohydrate polymers*, 152, 841-849.
- Majhi, K. C., & Yadav, M. (2021). Synthesis of inorganic nanomaterials using carbohydrates. In *Green sustainable process for chemical and environmental engineering and science* (pp. 109-135). Elsevier.
- Mariod, A. A. (Ed.). (2018). *Gum arabic: structure, properties, application and economics*. Academic Press.
- Mei, J., Yuan, Y., Wu, Y., & Li, Y. (2013). Characterization of edible starch–chitosan film and its application in the storage of Mongolian cheese. *International Journal of Biological Macromolecules*, 57, 17-21.
- Menezes, J., & Athmaselvi, K. A. (2018). Report on edible films and coatings. In *Food packaging and preservation* (pp. 177-212). Academic Press.
- Methacanon, P., Prasitsilp, M., Pothsree, T., & Pattaraarchachai, J. (2003). Heterogeneous N-deacetylation of squid chitin in alkaline solution. *Carbohydrate Polymers*, 52(2), 119-123.
- Mohamed, S. A., El-Sakhawy, M., & El-Sakhawy, M. A. M. (2020). Polysaccharides, protein and lipid-based natural edible films in food packaging: A review. *Carbohydrate polymers*, 238, 116178.
- Mohammadkazemi, F., Azin, M., & Ashori, A. (2015). Production of bacterial cellulose using different carbon sources and culture media. *Carbohydrate polymers*, 117, 518-523
- Moshood, T. D., Nawanir, G., Mahmud, F., Mohamad, F., Ahmad, M. H., & AbdulGhani, A. (2022). Sustainability of biodegradable plastics: new problem or solution to solve the global plastic pollution?. *Current Research in Green and Sustainable Chemistry*, 5, 100273.
- Muhammed, A. P., Thangarasu, S., Manoharan, R. K., & Oh, T. H. (2024). Ex-situ fabrication of engineered green network of multifaceted bacterial cellulose film with enhanced antimicrobial properties for post-harvest preservation of table grapes. *Food Packaging and Shelf Life*, 43, 101284.
- Mujtaba, M., Morsi, R. E., Kerch, G., Elsabee, M. Z., Kaya, M., Labidi, J., & Khawar, K. M. (2019). Current advancements in chitosan-based film production for food technology; A review. *International journal of biological macromolecules*, 121, 889-904.
- Mukherjee, K., Dutta, P., Badwaik, H. R., & Giri, T. K. (2024). Xanthan gum and its composite-based hydrogels. In *Polysaccharide Hydrogels for Drug Delivery and Regenerative Medicine* (pp. 89-108). Elsevier.

- Neelima, S., Sreejith, S., Shajahan, S., Raj, A., Vidya, L., Aparna, V. M., ... & Sudarsanakumar, C. (2023). Highly crystalline bacterial cellulose production by *Novacetimonas hansenii* strain isolated from rotten fruit. *Materials Letters*, 333, 133622.
- Nguyen, V. T., Gidley, M. J., & Dykes, G. A. (2008). Potential of a nisin-containing bacterial cellulose film to inhibit *Listeria monocytogenes* on processed meats. *Food microbiology*, 25(3), 471-478.
- Nunthanid, J., Puttipipatkachorn, S., Yamamoto, K., & Peck, G. E. (2001). Physical properties and molecular behavior of chitosan films. *Drug development and industrial pharmacy*, 27(2), 143-157.
- Ortega-Toro, R., Bonilla, J., Talens, P., & Chiralt, A. (2017). Future of starch-based materials in food packaging. In *Starch-based materials in food packaging* (pp. 257-312). Academic Press.
- Öksüztepe, G., Patır, B., Dikici, A., & İlhak, O. İ. (2009). Elazığ'da tüketime sunulan vakum paketli taze kaşar peynirlerinin mikrobiyolojik ve kimyasal kalitesi. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi*, 23(2), 89-94.
- Öründü, S. (2023). Üzümsü Meyvelerden Üretilen Filimlerin Özelliklerinin Tespiti ve Kaşar Peynirine Uygulanabilirliğinin Araştırılması. *Fen bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ordu*.
- Pacheco, G., Nogueira, C. R., Meneguín, A. B., Trovatti, E., Silva, M. C., Machado, R. T., ... & Barud, H. D. S. (2017). Development and characterization of bacterial cellulose produced by cashew tree residues as alternative carbon source. *Industrial Crops and Products*, 107, 13-19.
- Paudel, S., Regmi, S., & Janaswamy, S. (2023). Effect of glycerol and sorbitol on cellulose-based biodegradable films. *Food Packaging and Shelf Life*, 37, 101090.
- Petkoska, A. T., Daniloski, D., D'Cunha, N. M., Naumovski, N., & Broach, A. T. (2021). Edible packaging: Sustainable solutions and novel trends in food packaging. *Food Research Food Science & Technology*, 104272. *International*, 140, 109981.
- Phisalaphong, M., & Jatupaiboon, N. (2008). Biosynthesis and characterization of bacteria cellulose–chitosan film. *Carbohydrate Polymers*, 74(3), 482-488.
- Phisalaphong, M., Chiaoprakobkij, N., Gama, M., Gatenholm, P., & Klemm, D. (2012). Applications and products—Nata de Coco. *Bacterial nanocellulose: a sophisticated multifunctional material*, 143-156.
- Płoska, J., Garbowska, M., Rybak, K., Berthold-Pluta, A., & Stasiak-Róžańska, L. (2024). Study on application of biocellulose-based material for cheese packaging. *International Journal of Biological Macromolecules*, 130433.
- Preiss, J. (2018). Plant starch synthesis. *Starch in food*, 3-95.
- Radoor, S., Shivanna, J. M., Baswaraj, S., Chowdhury, C. R., Jayakumar, A., Karayil, J., ... & Siengchin, S. (2023). Lightweight and sustainable materials for food packaging

- applications. In *Lightweight and Sustainable Composite Materials* (pp. 219-240). Woodhead Publishing.
- Raghavendran, V., Asare, E., & Roy, I. (2020). Bacterial cellulose: Biosynthesis, production, and applications. In *Advances in microbial physiology* (Vol. 77, pp. 89-138). Academic Press.
- Rani, M. U., & Appaiah, K. A. (2013). Production of bacterial cellulose by *Gluconacetobacter hansenii* UAC09 using coffee cherry husk. *Journal of Food Science and Technology*, 50, 755-762.
- Rasouli, Y., Moradi, M., Tajik, H., & Molaei, R. (2021). Fabrication of anti-*Listeria* film based on bacterial cellulose and *Lactobacillus sakei*-derived bioactive metabolites; application in meat packaging. *Food Bioscience*, 42, 101218.
- Rastogi, A., & Banerjee, R. (2019). Production and characterization of cellulose from *Leifsonia* sp. *Process biochemistry*, 85, 35-42.
- Resa, C. P. O., Gerschenson, L. N., & Jagus, R. J. (2014). Natamycin and nisin supported on starch edible films for controlling mixed culture growth on model systems and Port Salut cheese. *Food Control*, 44, 146-151.
- Reshmy, R., Philip, E., Thomas, D., Madhavan, A., Sindhu, R., Binod, P., ... & Pandey, A. (2021). Bacterial nanocellulose: engineering, production, and applications. *Bioengineered*, 12(2), 11463.
- Ribeiro, I. S., Maciel, G. M., Bortolini, D. G., Fernandes, I. D. A. A., Volpato, W. M., Pedro, A. C., ... & Haminiuk, C. W. I. (2023). Sustainable innovations in edible films and coatings: An overview. *Trends in Food Science & Technology*, 104272.
- Roy, S., & Rhim, J. W. (2021a). Antioxidant and antimicrobial poly (vinyl alcohol)-based films incorporated with grapefruit seed extract and curcumin. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9(1), 104694.
- Roy, S., & Rhim, J. W. (2021b). Carrageenan/agar-based functional film integrated with zinc sulfide nanoparticles and Pickering emulsion of tea tree essential oil for active packaging applications. *International journal of biological macromolecules*, 193, 2038-2046.
- Roy, S., Shankar, S., & Rhim, J. W. (2019). Melanin-mediated synthesis of silver nanoparticle and its use for the preparation of carrageenan-based antibacterial films. *Food Hydrocolloids*, 88, 237-246.
- Ruka, D. R., Sangwan, P., Garvey, C. J., Simon, G. P., & Dean, K. M. (2015). Biodegradability of poly-3-hydroxybutyrate/bacterial cellulose composites under aerobic conditions, measured via evolution of carbon dioxide and spectroscopic and diffraction methods. *Environmental Science & Technology*, 49(16), 9979-9986.
- Ruka, D. R., Simon, G. P., & Dean, K. M. (2012). Altering the growth conditions of *Gluconacetobacter xylinus* to maximize the yield of bacterial cellulose. *Carbohydrate polymers*, 89(2), 613-622.
- Sabbah, M., Di Pierro, P., Dell'Olmo, E., Arciello, A., & Porta, R. (2019). Improved shelf-life of Nabulsi cheese wrapped with hydrocolloid films. *Food hydrocolloids*, 96, 29-35.

- Saibuatong, O. A., & Phisalaphong, M. (2010). Novo aloe vera–bacterial cellulose composite film from biosynthesis. *Carbohydrate Polymers*, 79(2), 455-460.
- Santos, L. G., & Martins, V. G. (2024). Multifunctional alginate films blended with polyphenol-rich extract from unconventional edible sources: Bioactive properties, UV-light protection, and food freshness monitoring. *International Journal of Biological Macromolecules*, 130001.
- Sarioğlu, T., & Zübeyde, Ö.N.E.R. (2006). Yenilebilir filmlerin kaşar peynirinin kaplanmasında kullanılma olanakları ve peynir kalitesi üzerine etkileri. *Gıda*, 31(1), 3-10.
- Sarıtaş, G. (2017). *Natamisin içeren aljinat ve zein filmlerinin hazırlanması, karakterizasyonu ve kaşar peynirinin raf ömrü üzerine etkisi* (Master's thesis, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Sasaki, Y., Orikasa, T., Nakamura, N., Hayashi, K., Yasaka, Y., Makino, N., ... & Shiina, T. (2022). Determination of the most environmentally friendly packaging for peach during transportation by modeling the relationship between food loss reduction and environmental impact. *Journal of Food Engineering*, 331, 111120.
- Speck, M. L. (1976). Compendium of methods for the microbiological examination of foods, (APHA). Washington DC.
- Seydim, A. C., Sarikus-Tutal, G., & Sogut, E. (2020). Effect of whey protein edible films containing plant essential oils on microbial inactivation of sliced Kasar cheese. *Food Packaging and Shelf Life*, 26, 100567.
- Shankar, S., Reddy, J. P., Rhim, J. W., & Kim, H. Y. (2015). Preparation, characterization, and antimicrobial activity of chitin nanofibrils reinforced carrageenan nanocomposite films. *Carbohydrate polymers*, 117, 468-475.
- Sheerzad, S., Khorrami, R., Khanjari, A., Gandomi, H., Basti, A. A., & Khansavar, F. (2024). Improving chicken meat shelf-life: Coating with whey protein isolate, nanochitosan, bacterial nanocellulose, and cinnamon essential oil. *LWT*, 115912.
- Shi, Z., Zhang, Y., Phillips, G. O., & Yang, G. (2014). Utilization of bacterial cellulose in food. *Food hydrocolloids*, 35, 539-545.
- Shivangi, S., Dorairaj, D., Negi, P. S., & Shetty, N. P. (2021). Development and characterisation of a pectin-based edible film that contains mulberry leaf extract and its bio-active components. *Food Hydrocolloids*, 121, 107046
- Sievers, M., Swings, J. (2005). Family II. Acetobacteraceae Gillis and De Ley 1980, Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. In the Proteobacteria, Part C, The Alpha-, Beta-, Deltaand Epsilonproteobacteria, G.M. Garrity, D.J. Brenner, N.R. Krieg, J.T. Staley (Eds.), 41-95, Springer, New York
- Silva, M. F., Fornari, R. C., Mazutti, M. A., de Oliveira, D., Padilha, F. F., Cichoski, A. J., ... & Treichel, H. (2009). Production and characterization of xantham gum by *Xanthomonas campestris* using cheese whey as sole carbon source. *Journal of food engineering*, 90(1), 119-123.

- Silva, R. R. A., Marques, C. S., Arruda, T. R., Teixeira, S. C., & de Oliveira, T. V. (2023). Biodegradation of polymers: stages, measurement, standards and prospects. *Macromol*, 3(2), 371-399.
- Silva, V. D. M., dos Santos, A. N., Macedo, M. C. C., Rodrigues, C. G., da Veiga Correia, V. T., Lacerda, I. C. A., & Fante, C. A. (2023). Physicochemical evaluation of coated and interleaved cheeses with films of ripe banana peel and starch enriched with extract of loquat leaves. *Food Chemistry Advances*, 2, 100276.
- Sothornvit, R., & Krochta, J. M. (2005). Plasticizers in edible films and coatings. In *Innovations in food packaging* (pp. 403-433). Academic Press.
- Soukoulis, C., Yonekura, L., Gan, H. H., Behboudi-Jobbehdar, S., Parmenter, C., & Fisk, I. (2014). Probiotic edible films as a new strategy for developing functional bakery products: The case of pan bread. *Food Hydrocolloids*, 39, 231-242.
- Soydan, M. B. (2011). *Keçiboynuzu çekirdeği bazlı kaplamaların kaşar peynirinin raf ömrünü uzatmada uygulanması* (Doctoral dissertation, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Afyonkarahisar).
- Subhasri, D., Nimbkar, S., Moses, J. A., & Anandharamakrishnan, C. (2023). Biobased edible food coatings for food applications. In *Advanced Applications of Biobased Materials* (pp. 263-302). Elsevier.
- Sun, Y., Meng, C., Zheng, Y., Xie, Y., He, W., Wang, Y., ... & Yue, L. (2018). The effects of two biocompatible plasticizers on the performance of dry bacterial cellulose membrane: a comparative study. *Cellulose*, 25, 5893-5908.
- Sworn, G., & Stouby, L. (2021). Gellan gum. In *Handbook of hydrocolloids* (pp. 855-885). Woodhead Publishing.
- Tan, X., Zhu, X., & Tang, J. (2023). Postharvest strategies—efficiency and novel processes for extending shelf life and reducing spoilage potential for minimizing food waste. In *Future Proteins* (pp. 223-240). Academic Press.
- Tanskul, S., Amornthatree, K., & Jaturonlak, N. (2013). A new cellulose-producing bacterium, *Rhodococcus* sp. MI 2: Screening and optimization of culture conditions. *Carbohydrate polymers*, 92(1), 421-428.
- Tazi, N., Zhang, Z., Messaddeq, Y., Almeida-Lopes, L., Zanardi, L. M., Levinson, D., & Rouabhia, M. (2012). Hydroxyapatite bioactivated bacterial cellulose promotes osteoblast growth and the formation of bone nodules. *Amb Express*, 2, 1-10.
- Terzaghi, B. E., & Sandine, W. (1975). Improved medium for lactic streptococci and their bacteriophages. *Applied microbiology*, 29(6), 807-813.
- Tiryaki, Y. N. (2021). *Kombucha ve sirkeden selüloz üreten mikroorganizmaların izolasyonu ve identifikasyonu* (Master's thesis, Hitit Üniversitesi).
- Top, B. (2018). *Sirkeden izole edilen asetik asit bakterisi ile selüloz üretimi ve bakteriyel selüloz karakterizasyonu* (Master's thesis, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Topal, Ş. (1987). Kaşar peyniri olgunlaşma evresinde gelişen yüzey küfleri ve mikotoksin riskleri. *Gıda*, 12(3).

- Torlak, E., & Nızzamlıoğlu, M. (2011). Uçucu yağ içeren yenilebilir kitosan filmlerinin *Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli* O157: H7 üzerine etkinlikleri. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17(1).
- Üçüncü, M. (2011). *Gıda ambalajlama teknolojisi*. Ambalaj Sanayiciler Derneği.
- Üçüncü, M. (2018). *Süt ve mamülleri teknolojisi*, Sidas Medya Ltd. Şti
- Valla, S., Coucheron, D. H., Fjærvik, E., Kjosbakken, J., Weinhouse, H., Ross, P., ... & Benziman, M. (1989). Cloning of a gene involved in cellulose biosynthesis in *Acetobacter xylinum*: complementation of cellulose-negative mutants by the UDPG pyrophosphorylase structural gene. *Molecular and General Genetics MGG*, 217, 26-30.
- Veiga-Santos, P., & dos Ouros, L. F. (2024). Starch-based packaging and coating polymers for food. In *Starch Industries: Processes and Innovative Products in Food and Non-Food Uses* (pp. 295-310). Academic Press.
- Wahid, F., & Zhong, C. (2021). Production and applications of bacterial cellulose. In *Biomass, Biofuels, Biochemicals* (pp. 359-390). Elsevier.
- Wahyuningsih, K., Iriani, E. S., & Fahma, F. (2016). Utilization of cellulose from pineapple leaf fibers as nanofiller in polyvinyl alcohol-based film. *Indonesian Journal of Chemistry*, 16(2), 181-189.
- Wan, Y. Z., Luo, H., He, F., Liang, H., Huang, Y., & Li, X. L. (2009). Mechanical, moisture absorption, and biodegradation behaviours of bacterial cellulose fibre-reinforced starch biocomposites. *Composites Science and Technology*, 69(7-8), 1212-1217.
- Wang, X. H., Song, X. J., Zhang, D. J., Li, Z. J., & Wang, H. J. (2022). Preparation and characterization of natamycin-incorporated agar film and its application on preservation of strawberries. *Food Packaging and Shelf Life*, 32, 100863.
- Yamanaka, S., Watanabe, K., Kitamura, N., Iguchi, M., Mitsunashi, S., Nishi, Y., & Uryu, M. (1989). The structure and mechanical properties of sheets prepared from bacterial cellulose. *Journal of materials science*, 24, 3141-3145
- Yang, Z., Chen, S., Hu, W., Yin, N., Zhang, W., Xiang, C., & Wang, H. (2012). Flexible luminescent CdSe/bacterial cellulose nanocomposite membranes. *Carbohydrate Polymers*, 88(1), 173-178.
- Yang, Y., Jia, J., Xing, J., Chen, J., & Lu, S. (2013). Isolation and characteristics analysis of a novel high bacterial cellulose producing strain *Gluconacetobacter intermedius* CIs26. *Carbohydrate polymers*, 92(2), 2012-2017.
- Yang, L., & Paulson, A. T. (2000). Mechanical and water vapour barrier properties of edible gellan films. *Food Research International*, 33(7), 563-570.
- Yang, S., Ding, Q., Li, Y., & Han, W. (2024). Bacterial cellulose/gelatin-based pH-responsive functional film for food freshness monitoring. *International Journal of Biological Macromolecules*, 259, 129203.

- Yao, Q. B., Huang, F., Lu, Y. H., Huang, J. M., Ali, M., Jia, X. Z., ... & Huang, Y. Y. (2024). Polysaccharide-based food packaging and intelligent packaging applications: A comprehensive review. *Trends in Food Science & Technology*, 104390.
- Yılmaz, F. (2011). Kaşar peyniri üretiminde balmumunun kaplama materyali olarak kullanılabilirliği ve peynir kalitesine etkisi. *Fen bilimleri Enstitüsü. Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum*.
- Yildirim-Yalcin, M., Tornuk, F., & Toker, O. S. (2022). Recent advances in the improvement of carboxymethyl cellulose-based edible films. *Trends in Food Science & Technology*.
- Yordshahi, A. S., Moradi, M., Tajik, H., & Molaei, R. (2020). Design and preparation of antimicrobial meat wrapping nanopaper with bacterial cellulose and postbiotics of lactic acid bacteria. *International journal of food microbiology*, 321, 108561.
- Yoshinaga, F., Tonouchi, N., & Watanabe, K. (1997). Research progress in production of bacterial cellulose by aeration and agitation culture and its application as a new industrial material. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, 61(2), 219-224.
- Zaborowska, M., Bodin, A., Bäckdahl, H., Popp, J., Goldstein, A., & Gatenholm, P. (2010). Microporous bacterial cellulose as a potential scaffold for bone regeneration. *Acta biomaterialia*, 6(7), 2540-2547.
- Zhao, W., Xu, Y., Dorado, C., Chau, H. K., Hotchkiss, A. T., & Cameron, R. G. (2024). Modification of pectin with high-pressure processing treatment of fresh orange peel before pectin extraction: Part I. The effects on pectin extraction and structural properties. *Food Hydrocolloids*, 149, 109516.
- Zhou, X., Liu, X., Liao, W., Wang, Q., & Xia, W. (2022). Chitosan/bacterial cellulose films incorporated with tea polyphenol nanoliposomes for silver carp preservation. *Carbohydrate Polymers*, 297, 120048.
- Zubair, M., Pradhan, R. A., Arshad, M., & Ullah, A. (2021). Recent advances in lipid derived bio-based materials for food packaging applications. *Macromolecular Materials and Engineering*, 306(7), 2000799.

EKLER

İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI

BAKTERİYEL SELÜLOZDAN YENİLEBİLİR FİLM ÜRETİMİ ve KAŞAR PEYNİRİNDE KULLANIM OLANAKLARI

ORJİNALLİK RAPORU

% **11**

BENZERLİK ENDEKSİ

% **10**

İNTERNET KAYNAKLARI

% **5**

YAYINLAR

% **0**

ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	acikbilim.yok.gov.tr İnternet Kaynağı	% 3
2	dergipark.org.tr İnternet Kaynağı	% 3
3	cdn.iuc.edu.tr İnternet Kaynağı	% 1
4	earsiv.odu.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<% 1
5	hdl.handle.net İnternet Kaynağı	<% 1
6	nek.istanbul.edu.tr:4444 İnternet Kaynağı	<% 1
7	tez.sdu.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
8	eyuder.org İnternet Kaynağı	<% 1
9	toad.halileksi.net İnternet Kaynağı	<% 1

ETİK KURUL İZİN YAZISI

Uyarı: Canlı denekler üzerinde yapılan tüm araştırmalar için Etik Kurul Belgesi alınması zorunludur.

- ☐ Etik Kurul izni gerekmektedir.
- ☒ Etik Kurul izni gerekmemektedir.

Kübranur YILDIZ BAYHAN
(İmza)



KURUM İZNİ YAZILARI

Uyarı: Canlı ve cansız deneklerle yapılan tüm çalışmalar için kurum izin belgelerinin eklenmesi zorunludur. Gizlilik ve mahremiyet içeren durumlarda kurum adı kapatılmalıdır.

- ☐ Kurum izni gerekmektedir.
- ☒ Kurum izni gerekmemektedir.

Kübranur YILDIZ BAYHAN
(İmza)

