



T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü



ZEYTİNYAĞ ÜRETİMİ ATIKLARINDAN ELDE EDİLEN EKSTRAKTLARIN FONKSİYONEL BİLEŞEN OLARAK KULLANIMI

Doktora Tezi

Elif ÖZTÜRK AYAR

Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı

İzmir
2023

T.C.

EGE ÜNİVERSİTESİ

Fen Bilimleri Enstitüsü

**ZEYTİNYAĞ ÜRETİMİ ATIKLARINDAN ELDE
EDİLEN EKSTRAKTLARIN FONKSİYONEL
BİLEŞEN OLARAK KULLANIMI**

Elif ÖZTÜRK AYAR

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Yeşim ELMACI

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Gıda Mühendisliği Doktora Programı

Bornova-İzmir

Elif ÖZTÜRK AYAR tarafından doktora tezi olarak sunulan “Zeytinyağı üretimi atıklarından elde edilen ekstraktların fonksiyonel bileşen olarak kullanımı” başlıklı bu çalışma EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş vetarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

İmza

Jüri Başkanı	:	
Raportör Üye	:	
Üye	:	
Üye	:	
Üye	:	

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Doktora Tezi olarak sunduğum “Zeytinyağ üretimi atıklarından elde edilen ekstraktların fonksiyonel bileşen olarak kullanımı” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

.../.../2023

Elif ÖZTÜRK AYAR

ÖZET**ZEYTİNYAĞ ÜRETİMİ ATIKLARINDAN ELDE EDİLEN
EKSTRAKTLARIN FONKSİYONEL BİLEŞEN OLARAK
KULLANIMI**

AYAR ÖZTÜRK, Elif

Doktora Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Yeşim ELMACI

01.12.2023, 242 sayfa

Bu çalışmada zeytinyağı üretim artıkları olan pirina (P) ve zeytin karasuyundan (ZK) elde edilen ekstraktların fonksiyonel bileşen olarak yenilebilir film üretiminde kullanılması ve kaşar peynirinin oluşturulan yenilebilir film ile kaplanması ve 14 günlük depolama boyunca kalite karakteristiklerindeki değişimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında, P ve ZK'dan ekstraktlar üretilerek ekstraktların toplam antioksidan aktivite ve toplam fenolik bileşen miktarları tespit edilmiştir. Antioksidan aktivite (AA) pirina ekstraktında (PE) 8.1 mmol troloks eşdeğeri (TE)/L, zeytin karasuyu ekstraktında (ZKE) 175.2 mmol TE/L, toplam fenolik bileşen (TPC) miktarları PE için 1.4 mmol GAE/L ZKE için 55.59 mmol gallik asit eşdeğeri (GAE)/L olarak belirlenmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında, elde edilen ekstraktlarla (PE ve ZKE) % 5, 10, 15 oranlarında yenilebilir filmler hazırlanıp filmlere ait bazı fiziksel (film kalınlığı, nemi, suda çözünürlüğü, su buharı geçirgenliği, renk, doku) ve kimyasal (AA ve TPC) özellikler belirlenmiştir. Çalışmanın üçüncü aşamasında; farklı konsantrasyonlarda PE ve ZKE içeren yenilebilir film çözeltileri olgunlaştırılmış kaşar peynirinin kaplanmasında kullanılmıştır. Duyusal değerlendirme ile kabul edilebilir limitlerde olan konsantrasyonlar belirlenmiştir. Kabul edilen konsantrasyonlardaki film çözeltileri ile kaplanan peynir örneklerinin depolama süresince kalite özellikleri incelenmiştir. Kaplamanın kaşar peynirinin fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duysal karakteristiklerine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla depolama boyunca peynir örneklerinde sertlik, renk, ağırlık kaybı, pH,

titrasyon asitliği, toplam kuru madde analizleri, mezofilik aerobik bakteri, küf-maya sayımı yapılmış ve örnekler duyusal olarak değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, PE ve ZKE'nin AA, TPC ve oleuropein içeriklerinin yüksek olduğu, PE ve ZKE ilavesi ile yenilebilir filmlerin AA, TPC içeriklerinin arttığı, %5 ve 10 miktarında PE ve ZKE içeren yenilebilir filmlerin kaşar peynirinin kaplamasında kullanılabileceği tespit edilmiştir. Kontrol, %5 ve 10 PE ve ZKE yenilebilir filmleri ile kaplanan kaşar peynirlerinin 14 gün depolama süresi boyunca yapılan analizler açısından aralarındaki ilişkiyi görebilmek için yapılan cluster ve temel bileşen analizi sonucunda iki ana grubun olduğu; kontrol örnekleri ile birlikte 7.gün %5 ZKE, %5 PE ve %10 PE yenilebilir filmi ile kaplı kaşar peynirleri birinci ana grubu oluşturduğu, diğer örneklerin de ikinci ana grubu oluşturduğu belirlenmiştir. 0. gün kontrol yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin elastikiyet özelliği 0. gün %5 ZKE, %10 ZKE, %5 PE ve 7. gün %5 PE ile benzerlik gösterirken, 14. gün kontrol yenilebilir film kaplı kaşar peynirleri ağırlık kaybı, sakızımsılık ve sertlik özellikleri açısından diğer yenilebilir kaplamalı peynirlerden farklılık göstermiştir.

Anahtar Sözcükler: pirina ekstraktı, zeytin karasuyu ekstraktı, biyoaktif bileşenler, yenilebilir film ve kaplama, kaşar peyniri, raf mr

ABSTRACT**USE OF EXTRACTS FROM OLIVE OIL PRODUCTION WASTES
AS FUNCTIONAL COMPONENTS**

AYAR ÖZTÜRK, Elif

Phd. in Food Eng.

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Yeşim ELMACI

01.12.2023, 242 pages

In this study, it was aimed to use the extracts obtained from olive pomace (P) and olive black water (ZK), which are the residues of olive oil production, in the production of edible films as functional components and to coat a food product (cheese) with edible film and to determine the changes in quality characteristics during 14 days of storage. In the first part of the study, extracts from P and ZK were obtained and the total antioxidant activity and total phenolic component amounts of the extracts were determined. Antioxidant activity (AA) was determined as 8.1 mmol Trolox/L in olive pomace extract (PE), 175.2 mmol Trolox/L in olive oil mill waste water extract (ZKE), and total phenolic content (TPC) was determined as 1.4 mmol GAE/L for PE and 55.59 mmol GAE/L for ZKE. In the second part of the study, edible films were prepared with the obtained extracts (PE and ZKE) at a ratio of 5, 10, 15% and some physical (film thickness, moisture, water solubility, water vapor permeability, color, texture) and chemical (AA and TPC) properties were determined. In the third part of the study; edible film solutions containing different concentrations of PE and ZKE were used in the coating of matured kashar cheese. Concentrations within acceptable limits were determined by sensory analysis. The quality characteristics of the cheese samples, which were coated with film solutions at acceptable concentrations, were investigated during storage. For this purpose, hardness, color, weight loss, pH, titration acidity, total dry matter analysis and total microorganism count were performed in cheese samples during storage. As a result, AA, TPC and oleuropein content of PE and ZKE were determined to be high, the addition of PE and ZKE to edible films increased the amount of AA, TPC, and

edible films containing 5 and 10% PE and ZKE can be used in the coating of kashar cheese. As a result of the cluster and principal component analysis performed to see the relationship between the kashar cheeses coated with control, 5 and 10% PE and ZKE edible films during the 14-day storage period, two main groups were formed; 7th 5% ZKE, 5% PE and 10% PE together with control samples formed the first main group and the other samples formed the second main group. While the elasticity properties of 0th day control edible film-coated kashar cheeses are similar to 0th day 5% ZKE, 10% ZKE, 5% PE and 7th days 5% PE, 14th days control edible film-coated kashar cheeses are differed from the other edible film coated kashar cheeses in terms of weight loss, gumminess and hardness properties.

Keywords: olive pomace extract, olive oil mill waste water extract, bioactive compounds, edible film and coatings, kashar cheese, shelf life

ÖNSÖZ

“Zeytinyağı Üretimi Atıklarından Elde Edilen Ekstraktların Fonksiyonel Bileşen Olarak Kullanımı” başlıklı bu tez çalışması, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda gerçekleştirilmiştir.

Bu tez çalışmasında zeytin karasuyu ve pirinanın sulu ekstraktları yenilebilir film üretiminde kullanılmış, olgunlaştırılmış kaşar peynirinin kaplanması ve depolanması süresince fiziksel, kimyasal, antimikrobiyal ve duyuşal özelliklerinin muhafaza edilmesi ve iyileştirilmesi amaçlanmıştır.

Bu tez çalışması, pirina ve zeytin karasuyu ekstraktları içeren yenilebilir film kaplamaları ile yapılan çalışmaların sınırlı olması ve bu konuda gıda kaplanması konusunda duyuşal analiz ve raf ömrü bakımından detaylı çalışmaların olmaması açısından özgünlük taşımaktadır. Ayrıca, zeytinyağı endüstri atığı olarak ortaya çıkan prina ve zeytin karasuyu ile hazırlanan sulu ekstraktlarının yenilebilir film kaplamasındaki antimikrobiyal, antioksidan etkileri açısından değerlendirilmesi önem teşkil edecektir. Bu çalışmanın, zeytin karasuyu ve pirina ekstrakt üretiminden, yenilebilir film formülasyonu geliştirilmesine ve daha önce araştırılmamış PE ve ZKE film kaplamalarının kaşar peynirine uygulanması konusunda literatüre ve sanayi uygulamalarına kaynak oluşturacağı düşünülmektedir.



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
ÖNSÖZ	xi
İÇİNDEKİLER.....	xiii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xvii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xx
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xxi
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	6
2.1. Gıda Atıklarının Dünyada ve Türkiye’deki Durumu ve Gıda Sistemlerinin Sürdürülebilirliği	6
2.2. Dünya ve Türkiye’de Pirina ve Zeytin Karasuyu Üretimi.....	7
2.3. Dünyada ve Türkiye’de Zeytinyağı Atıklarının Durumu.....	8
2.4. Pirina ve Zeytin Karasuyunun Kimyasal Bileşimi	10
2.5. Pirina ve Zeytin Karasuyunun Sağlık Üzerine Etkileri.....	11
2.6. Yenilebilir Film ve Kaplamalar	13
2.6.1. Yenilebilir film yapısında etkili kuvvetler ve oluşum mekanizması	15
2.7. Yenilebilir Film ve Kaplamaların Sınıflandırılması	16
2.7.1. Yenilebilir polisakkarit film ve kaplamalar	16
2.7.2. Yenilebilir protein film ve kaplamalar	17
2.7.3. Yenilebilir lipit film ve kaplamalar.....	19
2.7.4. Yenilebilir kompozit film ve kaplamalar	19
2.8. Yenilebilir Film Ve Kaplamalarda Kullanılan Katkı Maddeleri	20
2.8.1. Emülgatörler	20
2.8.2. Plastikleştiriciler	20
2.8.3. Antimikrobiyal ajanlar	21

İÇİNDEKİLER (Devam)

Sayfa

2.8.4. Çözücüler	21
2.9. Yenilebilir Film ve Kaplamaların Gıdalara Uygulanma Yöntemleri.....	21
2.9.1. Daldırma yöntemi.....	21
2.9.2. Püskürtme yöntemi.....	22
2.9.3. Kaydırma yöntemi.....	22
2.9.4. Akışkan yatak yöntemi	22
2.9.5. Dökme yöntemi.....	22
2.9.6. Boyama yöntemi	23
2.10. Yenilebilir Film ve Kaplamalar ile İlgili Gıda Alanında Yapılan Çalışmalar	23
3. MATERYAL YÖNTEM.....	25
3.1. Materyal.....	25
3.2. Yöntem	27
3.2.1. P ve ZK'nun ekstraksiyonu.....	27
3.2.1.1 Ekstraktların Biyoaktif Bileşen Analizleri.....	28
3.2.1.1.1 Ekstraktların antioksidan aktiviteleri (AA).....	28
3.2.1.1.2 Ekstraktların toplam fenolik madde (TPC) içerikleri	28
3.2.1.1.3 Ekstraktların oleuropein miktarları.....	28
3.2.2. Yenilebilir filmlerin hazırlanması	29
3.2.3. Yenilebilir film analizleri	32
3.2.3.1. Film kalınlığı.....	32
3.2.3.2. Film nem içeriği	32
3.2.3.3. Film suda çözünürlüğü	33
3.2.3.4. Film su buharı geçirgenliği	33
3.2.3.5. Film doku analizi.....	34
3.2.3.6. Film renk analizi.....	35
3.2.3.7. Yenilebilir filmlerin antioksidan aktivitesi	36
3.2.3.8. Yenilebilir filmlerin TPC içeriği	37

İÇİNDEKİLER (Devam)

Sayfa

3.2.4. Taze olgunlaştırılmış kaşar peynirlerinin yenilebilir filmleri ile kaplanması	37
3.2.5. Taze olgunlaştırılmış kaşar peyniri örneklerine uygulanan analizler	39
3.2.5.1. Duyusal değerlendirme.....	39
3.2.5.2. Ağırlık kaybı	40
3.2.5.3. pH, titrasyon asitliği ve toplam kuru madde analizleri	40
3.2.5.4. Renk analizi	41
3.2.5.5. Doku analizi	42
3.2.5.6. Mikrobiyolojik analizler	42
3.2.5.7. İstatiksel değerlendirme.....	43
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	44
4.1. Pirina ve Zeytin Karasuyu Ekstraktlarının Biyoaktif Bileşen İçeriği	44
4.2. Yenilebilir Filmlerinin Özellikleri	46
4.3. Yenilebilir Filmlerin Doku Analizi.....	55
4.4. Yenilebilir Filmlerinin Renk Analizi	59
4.5. Yenilebilir Filmi Kaplı Olgunlaştırılmış Taze Kaşar Peynirlerine Uygulanan Analizler	66
4.5.1. Duyusal değerlendirme	66
4.5.2. Ağırlık kaybı	69
4.5.3. pH.....	72
4.5.4. Titrasyon asitliği	74
4.5.5. Toplam kuru madde	78
4.5.6. Renk analizi	80
4.5.6.1. Yenilebilir film kaplı olgunlaştırılmış taze kaşar peynirlerinin L, a, b, ΔE ve BI değerleri	80
4.5.7. Doku analizi.....	94
4.5.7.1. Yenilebilir film kaplı olgunlaştırılmış taze kaşar peynirlerinde doku profili analizi (TPA)	94

İÇİNDEKİLER (Devam)Sayfa

4.5.8. Yenilebilir film kaplı olgunlaştırılmış taze kaşar peynirlerinin mezofilik aerobik bakteri, küf ve maya gelişimi	110
4.6. Yenilebilir Film Kaplı Olgunlaştırılmış Taze Kaşar Peynirlerinin Cluster ve Temel Bileşen Analizi ile Bazı Fiziksel Kimyasal, Renk ve Doku Analiz Bulgularının Değerlendirilmesi	115
5. SONUÇ.....	118
KAYNAKLAR DİZİNİ	121
TEŞEKKÜR	140
ÖZGEÇMİŞ.....	141
EKLER	142

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1 a) Kuru Pirina, b) Yaş pirina	7
Şekil 2.2 Zeytin karasuyu.....	8
Şekil 3.1 Pirina	25
Şekil 3.2 Zeytin karasuyu.....	26
Şekil 3.4 Kontrol yenilebilir film hazırlama aşamaları.....	30
Şekil 3.5 Ultraturrax ile hazırlanan yenilebilir film formülasyonları	31
Şekil 3.6 PE ve ZKE yenilebilir filmi hazırlama aşamaları	31
Şekil 3.7 Film kalınlığını ölçmede kullanılan mikrometre	32
Şekil 3.8 Yenilebilir filmlere ait su buharı geçirgenliği analizi	34
Şekil 3.9 Yenilebilir filmlerin çekme direnci ve uzama değerlerinin ölçülmesinde kullanılan doku analizi cihazı.....	35
Şekil 3.10 Renk ölçüm cihazı.....	36
Şekil 3.11 Yenilebilir film çözeltisine daldırılan kaşar peyniri dilimleri	38
Şekil 3.12 Daldırma işleminden sonra kurutulan yenilebilir film kaplı kaşar peynirleri	38
Şekil 3.13 Depolanmak üzere hazırlanan yenilebilir film ile kaplanan kaşar peynir örnekleri	39
Şekil 3.14 TA.XTPlusC doku analiz cihazı	42
Şekil 4.1 PE yenilebilir filmleri.....	46
Şekil 4.2 ZKE yenilebilir film.....	46
Şekil 4.3 Yenilebilir film kalınlıklarının kıyaslanması.....	48
Şekil 4.4 Yenilebilir filmlerin nem içeriklerinin kıyaslanması	49
Şekil 4.5 Yenilebilir filmlerin suda çözünürlüklerinin kıyaslanması	50

ŞEKİLLER DİZİNİ (Devam)

Sayfa

Şekil 4.6 Yenilebilir filmlerin su buharı geçirgenliğinin kıyaslanması	51
Şekil 4.7 Yenilebilir filmlerin AA içeriklerinin kıyaslanması	53
Şekil 4.8 Yenilebilir filmlerin TPC içeriklerinin kıyaslanması	54
Şekil 4.9 Yenilebilir filmlerin gerilme gücünün kıyaslanması	56
Şekil 4.10 Yenilebilir filmlerin uzama yüzdelерinin kıyaslanması	57
Şekil 4.11 Yenilebilir filmlerin L değерlerinin kıyaslanması	60
Şekil 4.12 Yenilebilir filmlerin a değерlerinin kıyaslanması	61
Şekil 4.13 Yenilebilir filmlerin b değерlerinin kıyaslanması	62
Şekil 4.14 Yenilebilir filmlerin ΔE değерlerinin kıyaslanması	63
Şekil 4.15 Yenilebilir filmlerin BI değерlerinin kıyaslanması	63
Şekil 4.16 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin ağırlık kaybı sonuçlarının kıyaslanması	70
Şekil 4.17 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin pH sonuçlarının kıyaslanması	73
Şekil 4.18 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin titrasyon asitliği sonuçlarının kıyaslanması	76
Şekil 4.19 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin toplam kuru madde sonuçlarının kıyaslanması	79
Şekil 4.20 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin L değерlerinin kıyaslanması	81
Şekil 4.21 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin a değерlerinin kıyaslanması	83
Şekil 4.22 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin b değерlerinin kıyaslanması	86
Şekil 4.23 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin ΔE değерlerinin kıyaslanması	88

ŞEKİLLER DİZİNİ (Devam)

Sayfa

Şekil 4.24 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin BI değerlerinin kıyaslanması	90
Şekil 4.25 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin sertlik değerlerinin kıyaslanması	97
Şekil 4.26 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin iç yapışkanlık değerlerinin kıyaslanması	99
Şekil 4.27 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin sakızımsılık değerlerinin kıyaslanması	100
Şekil 4.28 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin dış yapışkanlık değerlerinin kıyaslanması	102
Şekil 4.29 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin esneklik değerlerinin kıyaslanması	103
Şekil 4.30 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin elastikiyet değerlerinin kıyaslanması	105
Şekil 4.31 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin mezofilik aerobik bakteri sayısı	110
Şekil 4.32 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin küf-maya miktarlarının kıyaslanması	112
Şekil 4.33 Yenilebilir filmlerin fiziksel-kimyasal, renk ve doku değerlerine göre Cluster analizi	116
Şekil 4.34 Yenilebilir filmlerin fiziksel-kimyasal, renk ve doku değerlerine ait biplot diyagramı (k-kontrol, pe-pirina ekstraktı, zke-zeytin karasuyu ekstraktı)	117

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 4.1 PE ve ZKE biyoaktif bileşen içeriği	44
Çizelge 4.2 Yenilebilir filmlerin özellikleri	47
Çizelge 4.3 Yenilebilir filmlerinin dokusal özellikleri	55
Çizelge 4.4 Yenilebilir filmlerin renk değerleri	59
Çizelge 4.5 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin sıralama toplamaları.....	66
Çizelge 4.6 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin ağırlık kaybı.....	69
Çizelge 4.7 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinde pH	72
Çizelge 4.8 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin titrasyon asitliği	75
Çizelge 4.9 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin toplam kuru madde içerikleri	78
Çizelge 4.10 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin L değerleri	81
Çizelge 4.11 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin a değerleri	83
Çizelge 4.12 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin b değerleri.....	85
Çizelge 4.13 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin ΔE değerleri	87
Çizelge 4.14 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin BI değerleri	89
Çizelge 4.15 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin sertlik, iç yapışkanlık, sakızimsılık, dış yapışkanlık, esneklik, elastikiyet özellikleri.....	95

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
%	Yüzde
<	Küçük
>	Büyük
±	Artı eksi
µg	Mikrogram
ml	Mililitre
µl	Mikrolitre
mm	Milimetre
L	Aydınlık
a	Sarılık
b	Kırmızılık
cm	Santimetre
cm ³	Santimetre küp
dk	Dakika

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (Devam)

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
g	Gram
HCl	Hidroklorik asit
Pa	Paskal
kg	Kilogram
m	Metre
m ²	Metrekare
s	Saniye
h	Saat
mg	Miligram
mmol	Milimol
L	Litre
N	Newton
MPa	Megapaskal
P	Pirina
ZK	Zeytin karasuyu
PE	Pirina ekstraktı
ZKE	Zeytin karasuyu ekstraktı
AA	Antioksidan aktivite
TPC	Toplam fenolik madde

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (Devam)

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
GAE	Gallik asit
NaOH	Sodyum hidroksit
nm	Nanometre
°C	Derece santigrat
p	İstatistiksel anlamlılık
pH	Power of hydrogen
ppm	Milyonda bir
rpm	Dakikadaki devir sayısı
h/h	Hacim/hacim
a/a	Ağırlık/ağırlık
ABTS	2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit)
DAD	Diyot array dedektör
DPPH	2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
FAO	Gıda ve tarım örgütü
HPLC	Yüksek basınç sıvı kromatografisi
IBM-SPSS	Sosyal bilimler için istatistik paketi
NaCl	Sodyum klorür
UV	Ultraviyole
UV-Vis	Ultraviyole-Görünür Spektroskopi
ΔE	Toplam renk farkı

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (Devam)

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
BI	Beyazlık indeksi
PASP	Peynir altı suyu proteini
Z-OA	Zein-oleik asit
Z-OA-XG	Zein-oleik asit-ksantan gum
CC	Kontrol
CC+C	Paketleme yapılmamış yenilebilir film ile kaplı teleme peyniri
CC+V	Vakum paketli kaplamasız teleme peyniri
CC+C+V	Vakum paketli yenilebilir film ile kaplı teleme peyniri
GNANI	Tapyoka nişastası ve gliserol içeren natamisin ve nisin içeren yenilebilir film çözeltisi
CNANI	Su, natamisin ve nisin içeren yenilebilir film çözeltisi
K	Kontrol
F	Mersin uçucu yağı içermeyen yenilebilir film
M	Mersin uçucu yağı içeren yenilebilir film
Mdn	Medyan
kob	Koloni oluşturan birim
LAB	Laktik asit bakteri

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (Devam)

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
CE-LWPC	Tarçın ekstraktı içeren film çözeltisi
LDL	Düşük yoğunluklu lipoprotein
DNA	Deoksiribo nükleik asit
H ₃ PO ₄	Fosforik asit
SBGO	Su buharı geçiş oranı
ΔP	Basınç farkı
L	Film kalınlığı
F _{max}	Numuneyi koparmak için ihtiyaç duyulan maksimum kuvvet (N)
A	Örneğin yüzey kesit alanı (m ²)
E	Kırılma anındaki filmin uzaması (mm)
Na ₂ CO ₃	Sodyum karbonat
ISO	Uluslararası Standartlar Teşkilatı
PCA	Temel bileşen analizi



1. GİRİŞ

Dünya Gıda ve Tarım Örgütü'nün (FAO) raporunda dünya çapında, üretilen gıdaların yaklaşık %14'ünün hasattan markete kadar geçen sürede kaybedildiği ve bu kaybın yıllık 400 milyon dolar civarında olduğu bildirilmektedir. Gıda güvenliğini, kalitesini, sürdürülebilirliğini geliştirmek ve verimliliğini arttırmak için gıda kayıplarını ve israfını azaltmanın önemli olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle, FAO tedarik zincirindeki kayıpları azaltmak üzerine çalışmaya odaklanmıştır (FAO, 2019).

Arun et al. (2020), dünyada 1.3 milyon ton gıda atığının ortaya çıktığını ve bu atıkların biyoaktif moleküller açısından zengin olduklarını dolayısıyla fonksiyonel ürünlerin geliştirilmesinde biyoaktif maddelerin kullanılabileceğini belirtmiştir. Ayrıca, gıda atıklarının verimli bir şekilde katma değeri yüksek ürünlere dönüştürülmesi için modern metotlar ve teknolojilerin benimsenmesi gerektiği ifade edilmiştir.

Günümüzde bir ürünün, bir sürecin veya bir sistemin sürdürülebilirliği çevresel, sosyal ve ekonomik boyutlara göre değerlendirilmektedir. Sürdürülebilirlik zorlukları, üretimden işleme, dağıtım ve perakende satıştan tüketim ve atık bertarafına kadar gıda sisteminin tüm aşamalarında ortaya çıkmaktadır. Son yıllarda, tüketici ihtiyaçlarına ve daha çevre dostu süreçlere uyarlanmış sağlıklı, kaliteli ve güvenli gıda ürünleri geliştirmeye odaklanan araştırmalar artmaktadır. Ayrıca, daha verimli enerji tüketen, daha az atık üreten ve daha az sera etkisi yaratan gazlar yayan prosesler daha çok kabul görmektedir. Bu nedenle yenilebilir film ve kaplama uygulamaları gibi teknolojilerin fonksiyonel gıda formülasyonlarının geliştirilmesinde kullanılarak gıda sistemlerinde sürdürülebilirliğin artırılmasında önemli olduğu bildirilmiştir (Betoret et al., 2022).

“Yenilebilir film” terimi, gıdaların üzerini kaplamak veya gıdalar ile çevre arasında bir bariyer olarak hizmet etmek için kısmen veya tamamen sentetik polimerlerin yerini almak için kullanılabilen, malzemelerin yüzeyine doğrudan uygulanan ince bir doğal polimer tabakası olarak tanımlanmaktadır. Filmler, nem

bariyeri ve katkı maddesi taşıyıcı rolleri nedeniyle gıda ürünlerini bozulmadan koruyabilmekte ve gıda kalitesini iyileştirmektedir. Bu nedenle, yenilebilir filmler fonksiyonel bileşiklerin taşınımı için potansiyel araçlar olarak önerilmektedir. Yenilebilir film ve kaplamalar bileşenlerine göre, i) protein, polisakkaritler ve aljinatlar gibi hidrokolloitler, ii) yağ asitleri, açılgliseroller ve vakslar gibi lipitler, iii) kompozit filmler olmak üzere üç kategoride sınıflandırılmaktadır (Ebrahimi et al., 2018).

Gıda ambalajları gıda ürünlerini saklamada önemli role sahip olması nedeniyle gıda araştırmalarında önem taşımaktadır. Geleneksel petrol bazlı polimer yapıdaki paketlenme materyalleri gıda sektörünün ihtiyacını karşılamaktadır. Ancak, günümüzde tüketiciler sentetik polimerlerin sağlığa ve çevreye zararlı etkilerinden dolayı endişe duymaktadır. Bu gereklilikler biyoçözünür ve yenilenebilir karakteristiklerdeki alternatif paketlenme materyallerine ihtiyacı ortaya koymuştur. Polisakkarit, protein ve lipitler gibi doğada bulunan biyolojik bazlı makromoleküller ile üretilen yenilebilir filmler sentetik plastiklere alternatif materyaller olarak ortaya çıkmıştır. Son yıllarda gıda endüstrisinde için gıda kalitesi ile raf ömrünü geliştirmek ve çevreye daha az etkisi olan alternatif paketlenme materyalleri önemli hale gelmiştir. Yenilebilir filmler geleneksel olarak, gıdanın görünüşünü iyileştirmek ve korunmasına katkıda bulunmak amacıyla kullanılmaktadır (Kumar et al., 2022).

Yenilebilir filmler, örtü ve poşet olarak, gıda üzerinde veya gıda bileşenleri arasında film kaplaması olarak hazırlanabilmektedir. Yenilebilir fonksiyonel film kaplamalar, gıdayı doğrudan film oluşturucu çözeltiye daldırarak veya gıdanın yüzeyine püskürterek uygulanmaktadır. Bu yöntemin yanı sıra film çözeltisi kalıba dökülüp kurutularak da üretilmektedir. Biyopolimer bazlı yenilebilir kaplamalar veya doğada çözünür paketlenme filmleri gıda paketlenmesi, muhafazası ve gıdadaki aktif bileşenlerin daha iyi korunması için plastik paketlenme materyallerine alternatif olarak kullanılabilmektedir (Zhang and Rhim, 2022).

Sağlıklı ve uzun raf ömrüne sahip gıdalara artan talep, gıda endüstrisini yeni paketlenme sistemleri geliştirmeye yönlendirmektedir. Gıda kalitesini ve gıda güvenliğini artırma potansiyeline sahip olması nedeniyle, antimikrobiyal aktiviteye

sahip yenilebilir ambalaj filmleri son yıllarda büyük bilimsel ve teknolojik ilgi görmektedir. Gıda güvenliğinde, gıdaların ve su ürünlerinin muhafaza edilmesinde aktif paketleme önemli rol oynamaktadır. Antimikrobiyal paketleme bakteri ve küf gelişimini engellemede önemli role sahiptir. Biyopolimerler, antimikrobiyal maddeler ve koruyucular ile entegre edilebilen film oluşturunucu malzemelerdir ve katkı maddeleri içeren yenilebilir filmler gıda ürünlerini korumak için ikame olarak kullanılabilmektedir (Abdollahzadeh et al., 2021).

Bitkisel ekstraktlı yenilebilir filmlerin antimikrobiyal ajan olarak kullanıldığı araştırmalar yapılmaktadır. Bu amaçla, misk limonu ekstraktlı kitosan filmi (Wai et al., 2019), ıskın otu ekstraktlı metilselüloz filmi (Kalkan vd., 2020), *Berberis crataegina* meyvesi tohum yağı ve meyve ekstraktlı kitosan filmi (Kaya vd., 2018), Turna yemişi, yaban mersini, hanımeli, aronya posasının sıvı ekstraktlı balık jelatini (Staroszczyk et al., 2020), nar kabuğu ve köri yaprağı toz ekstraktlı gluten filmi (Kumari et al., 2017) hazırlanmıştır.

Biyoaktif bileşenlerce zengin meyve işleme atıklarının ekstraktlarını içeren yenilebilir film paketlemelerin kullanımı, endüstrideki ve araştırmalardaki en son eğilimler arasında yer almaktadır. Ekstraktların antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerinden dolayı yenilebilir paketleme materyallerine dahil edilmeleri ve gıda uygulamaları için filmlerin yapısındaki fonksiyonelliğin geliştirilmesi önerilmektedir (Kumar et al., 2022). Yenilebilir filmlerin fonksiyonel özellikleri üzerine etkilerini araştırmak üzere doğal antioksidan ajan olarak nar kabuğu (Kumar et al., 2022), üzüm çekirdeği (Song et al., 2012), yeşil çay (Wu et al., 2013) ekstraktları yenilebilir filmlere ilave edilmiştir.

Ülkemiz zeytin üretiminde önde gelen ülkeler arasında yer almakta olup üretilen zeytinin büyük bir kısmı zeytinyağı üretiminde kullanılmaktadır. Zeytinyağı üretiminde ortaya çıkan zeytin karasuyu (ZK), zeytinin özsuğu, yıkama suları, işlem sırasında eklenen su ve pirinadan (P) sızan sulardan oluşmaktadır. Ancak, zeytinyağı üretiminde ortaya çıkan zeytin karasuyu, Akdeniz ülkelerinde çevresel sorunlara neden olmaktadır. Bu nedenle son yıllardaki çalışmalar, zeytinyağı endüstrisinde ortaya çıkan bu atığın fenolik bileşen, hayvan yemi ve biyogaz gibi bileşenler açısından zeytin karasuyundan geri kazanılması konularına

yönelmiştir. Zeytin karasuyunu katma değeri yüksek yan ürünlere dönüştürme fikri oluşmuştur (Erdem vd., 2015).

Zeytinin öğütülmesi ile zeytin bileşenlerinin ağırlığının %20-30'unu zeytinyağı, geri kalan ağırlığın kütlece %70-80'ini zeytin posası (pirina) oluşturmaktadır. Dünya genelinde, yılda 20-30 milyon ton zeytin posası oluşmakta olup direkt bertaraf edilen zeytin pirinası asitli yapısı ve yüksek organik içerikte olmasından dolayı yer altı suları ve toprak için çevresel kirliliğe neden olmaktadır (Zhang et al., 2022).

Zeytinyağı endüstrisi yan ürünleri olan zeytin karasuyu ve posasının biyoaktif bileşen miktarları belirlenmiştir. Antioksidan, anti-inflamatuar, antikanser ve diğerleri dahil olmak üzere zeytinyağ endüstrisi yan ürünlerinde çeşitli biyolojik özellikler tespit edilmiştir. Genel olarak, bu özelliklerin, çeşitli biyoaktif bileşiklerle, özellikle fenolik bileşiklerle bağlantılı olduğu belirtilmektedir (Otero et al., 2021). Zeytin keki ve zeytin yaprağından elde edilen ekstraktların fenolik bileşen ve antioksidan kapasitelerinin araştırıldığı bir çalışmada farklı çözeltiler ile ekstrakte edilen zeytin keki ve zeytin yaprağının antioksidan kapasitesi belirlenmiştir. Sıvı etanol (%70) içerisinde çözünen zeytin yaprağı ekstraktının en fazla antioksidan kapasiteye sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu ekstrakt ile çok katmanlı antioksidan filmler üretilmiştir. Çalışma sonucunda zeytin yaprağı ekstraktı içeren polietilen/polietilen çok katmanlı filmin gıda ürünlerini kaplamak için uygun kaplama materyali olabileceği önerilmiştir (Moudache et al., 2016).

Bu çalışmada zeytinyağı endüstrisi atığı olarak ortaya çıkan P ve ZK'dan elde edilen ekstraktların yenilebilir film üretiminde doğal antioksidan ve antimikrobiyal kaynak olarak kullanılması amaçlanmıştır. Bu amaçla, P ve ZK ekstraktlarının farklı oranlarda ilave edildiği yenilebilir filmlerin fiziksel, kimyasal ve mekanik özellikleri belirlenmiştir. P ve ZK ekstraktlarının kaplama filmlerinde kullanılması gereken oranlar duyuşal değerlendirme ile karar verilmiş ve elde edilen filmler taze olgunlaştırılmış kaşar peynirinin kaplanmasında kullanılmıştır. Film kaplı peynirlerin depolanması süresince fiziksel, kimyasal, mekanik ve mikrobiyal özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Yapılan literatür taramasında, zeytinyağı atıklarının ekstraktlarının peynir kaplaması olarak kullanılması ve raf ömrü ile ilgili

Çalışmaya rastlanmamıştır. Bu tez çalışması yenilebilir film kaplamaların duyuşal analizi konusundaki çalışmaların yetersiz olması, farklı formölasyonda yenilebilir film kaplamaların geliştirilmesine ihtiyaç duyulması sebebiyle öneme teşkil etmektedir.



2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Gıda Atıklarının Dünyada ve Türkiye'deki Durumu ve Gıda Sistemlerinin Sürdürülebilirliği

Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), dünyada toplam gıda miktarının %25-33'ünün israf olduğunu ve maddi karşılığının toplam 990 milyar dolar olduğunu belirtmektedir. 2018 yılı Türkiye İsrاف Raporunda, ülkemizde her yıl 26 milyon ton gıdanın israf edildiği, ekonomik değerinin 555 milyar TL'nı geçtiği ve milli gelirin %15'ine karşılık geldiği belirtilmektedir. Dünya genelinde gıda israfının %20'sini yağlı tohumların oluşturduğu bildirilmiştir. Teorik olarak israf edilen gıdaların %60'ının geri kazanılabileceği ve tekrar dönüştürülebileceği düşünülmektedir (Tekiner vd., 2021). Gıda tedarik zincirinde en çok israfın %24'lük oranla üretim aşamasında gerçekleştiği bildirilmiştir (Gönültaş vd., 2020). Gıda atıklarının yönetiminde öncelikle gıda atığının kaynağında oluşmadan önlenmesi veya daha düşük oranlarda oluşması amaçlanmaktadır (EPA, 2014).

Dünyadaki gıda kayıpları sorununun boyutlarını ve karmaşıklığını çözmek ve sürdürülebilirliğini sağlamak için FAO tarafından endüstri, politika, araştırma, sivil toplum kuruluşları arasında bir ağ oluşturulması hedeflendiği ifade edilmiştir. Dolayısıyla, küresel, bölgesel ve ulusal eylemleri harekete geçirmek üzere, hükümetlerin ve işletmelerin gıda kayıpları konusunda farkındalık oluşturmaları ve tutumlarını değiştirmesinin sağlanacağı belirtilmiştir (Demirbaş, 2018).

Son yıllarda bademin yeşil dış kabuğu, prina, soğan kabuğu, limon, muz, mandalina, nar, portakal kabukları ve posaları, karpuz, turp, salatalık, domates kabukları, marul, pancar sapı, mor lahana, avokado çekirdeği, enginar yaprakları gibi bitkisel atıklar kullanılarak biyoplastiklere dönüşümlerinin sağlandığı çalışmalar yapılarak sürdürülebilir çevre dostu bir yaklaşım geliştirilmesi amaçlanmıştır (Özen ve İşmal, 2022).

2.2. Dünya ve Türkiye'de Pirina ve Zeytin Karasuyu Üretimi

Ülkemizde yaklaşık 1031 adet zeytinyağı tesisinin faaliyet gösterdiği bilinmektedir. Sezonda yaklaşık 1.000.000 ton zeytinin bu tesislerde yağlık olarak işlendiği ve bu üretim ile 643.000 ton/sezon pirina olduğu ve bu pirinanın yaklaşık %57'sinin 3 fazlı, %43'ünün ise 2 fazlı sistem tarafından oluşturulduğu belirtilmiştir (Hocaoğlu vd., 2017).

Zeytin pirinası, zeytinyağı ekstraksiyonunda zeytinin işlenmesi sırasındaki toplam ağırlığın %35-40'ını temsil eden yan ürün olarak ortaya çıkmaktadır (Chanioti and Tzia, 2018). Zeytin meyvesine uygulanan ekstraksiyon işlemi sırasında posa, kabuk ve değişen miktarlarda su içeren biyokütle oluşmaktadır. Zeytinyağı ve pirina tesislerinde atık olarak ortaya çıkan yaş ve kuru pirina Şekil 2.1'de gösterilmektedir.



Şekil 2.1 a) Kuru Pirina, b) Yaş pirina

ZK, zeytinden klasik ve üç fazlı sürekli prosesler ile yağ elde edilmesi sırasında oluşan yan üründür. Zeytinin yapısında bulunan özsu, yıkama suları, işlem sırasında eklenen su, pirinadan sızan suların toplamı ZK olarak adlandırılmaktadır (Erdem vd., 2015). ZK'nun miktarı işletme koşulları ve prosesin klasik veya üç fazlı sürekli olmasına bağlı olarak değişim göstermektedir. Bir ton zeytinin zeytinyağına dönüşümü sırasında yaklaşık 0.5-1.68 m³ ZK ortaya çıkmaktadır. Türkiyede her yıl yaklaşık 880.000 m³ ZK, zeytinyağı endüstri atığı olarak oluşmaktadır (Basmacıoğlu Malayoğlu ve Aktaş, 2011).

Yemeklik yağ endüstrilerinde birçok atık su üretildiği ve oluşan atık suyun gıda endüstrisi için değerli bir yan ürün olabileceği ifade edilmiştir. Yapılan çalışmalar, atık sudan ekstrakte edilen bileşenlerin gıda ürünlerinde kullanılabileceğini göstermiştir. Zeytinyağı üretiminde oluşan atıkların %50'sini ZK'nun oluşturduğu, zeytinyağı işlenmesi sırasında yılda 8 milyon ton ZK ortaya çıktığı, yağ ekstraksiyon prosesinin sonucu olarak 1 ton zeytinin işlenmesinden 1.2-1.8 m³ ZK açığa çıktığı vurgulanmıştır (Ahmad et al., 2020). Zeytinyağı ve pirina tesislerinde ortaya çıkan ZK Şekil 2.2'de görülmektedir.



Şekil 2.2 Zeytin karasuyu

2.3. Dünyada ve Türkiye’de Zeytinyağı Atıklarının Durumu

Biyoaktif maddelerce zengin olan zeytin zeytinyağına işlendiğinde bu maddelerin birçoğunu oluşan atıkla birlikte kaybetmektedir. Bu nedenle, zeytinyağı üretim artıklarından olan P ve ZK'nın değerlendirilmesinin ekonomik değer taşıdığı vurgulanmıştır (Seçmeler ve Üstündağ, 2015).

Zeytinyağı üretimi sırasında zeytinde bulunan fenolik maddelerin %90'dan fazlasının zeytin pirina ve karasuyuna geçtiği dolayısıyla değerlendirilemediği belirtilmiştir (Rodis et al., 2002; Güçlü ve Üstündağ, 2013).

Literatürde, zeytinyağı üretim atıklarında bulunan biyoaktif bileşenlerin geri kazanılması ve bu bileşenlerin gıda ve kozmetik üretiminde kullanılması ile ilgili

patentli çalışmalar mevcuttur (Tornber and Galanakis, 2010; De Magalhães et al., 2011; Pizzichini and Russo, 2005; Villanova et al., 2009). Zeytinyağı yan ürünlerindeki biyoaktif maddelerin geri kazanımında ön işlem, ekstraksiyon, santrifüj, saflaştırma, kurutma gibi yöntemler kullanılmıştır. Saflaştırma işlemleri için süperkritik karbondioksit, membran filtrasyon sistemleri denenmiştir (Seçmeler ve Üstündağ, 2015).

P'nın değerlendirilmesi konusunda literatürde yapılan bazı çalışmalarda, ultrases destekli ekstraksiyon, mikrodalga destekli ekstraksiyon, süperkritik akışkan ekstraksiyonu, subkritik su ekstraksiyonu yöntemleri kullanılarak P'dan biyoaktif bileşenler ekstrakte edilmiştir (Nunes et al., 2018; Xie et al., 2019; Chanioti and Tzia, 2018, Caballero et al., 2020; Miranda et al., 2019). Birçok araştırmada, ZK'dan biyoaktif bileşenlerin geri kazanımında ve saflaştırılmasında endüstriyel ölçekte geniş çapta membran ayırma teknolojisi yöntemleri uygulanmıştır. Gullón et al. (2020) ZK'nu ultrafiltrasyon ve ters ozmoz sistemlerinden geçirerek yüksek fenolik içerikte fraksiyon elde etmişlerdir. Conidi et al. (2019) zeytin işleme katı atıklarını farklı membranların (mikrofiltrasyon, ultrafiltrasyon, nanofiltrasyon) kullanıldığı entegre bir prosesten geçirerek polifenollerini geri kazanmışlardır.

ZK değerlendirilmesinde fizikokimyasal, biyolojik veya kombine metotlara başvurulmuştur. ZK'nun değerlendirilmesinde; topaklaştırıcı ve pıhtılaştırıcı, elektrokoagülasyon, oksidasyon, kriyogenez, membran filtrasyon, ters ozmoz, tarımsal toprağa organik gübre olarak serpmeye veya açık tanklarda basit buharlaştırma fizikokimyasal metotlar olarak kullanılmıştır. Ancak, bu metotların büyük bir çoğunluğu pahalı ve genellikle sonunda bertaraf edilmesi veya daha fazla arıtma işlemine tabi tutulması gereken bir çamur veya kalıntı ürettikleri için atık sorununun tam olarak giderilemediği ifade edilmiştir. Günümüzde, gıda bilimleri alanında yapılan araştırmalar ZK bünyesindeki fenolik bileşiklerin kullanma hedefine odaklanmakta olup bu yöntemlerin tümü gıda alanında uygulanamadığından uygun bir seçim yapılması gerektiği belirtilmiştir. ZK'ndaki fenolik bileşenlerin elde edilmesi için genellikle solvent ekstraksiyonu, basınçlı sıvı ekstraksiyonu, katı faz ekstraksiyonu, süperkritik akışkan ekstraksiyonu, ultrases

destekli ekstraksiyon, fungal enzimler, membran ayırma teknolojileri kullanılmıştır (Caporaso et al., 2017).

2.4. Pirina ve Zeytin Karasuyunun Kimyasal Bileşimi

Bayram ve Özçelik (2012), zeytinyağı ve artıklarının (P, ZK vb.) yapısında bulunan fenolik maddelerin kendine has acı, keskin ve buruk tad gibi duyuşal özelliklerden sorumlu olduğunu ve besinsel açıdan da önem taşıdıklarını ifade etmiştir. Bazı araştırmacılar tarafından zeytin P'sının fenoller, karbonhidratlar ve proteinler gibi katma değeri yüksek bileşenler açısından mükemmel kaynak olduğu ifade edilmiştir (Bermúdez-Oria et al., 2019). Literatürde, zeytin P'sının, tipik bir lignoselülozik biyokütle bileşimine sahip olduğu, lignin (%30.0–41.6), hücre duvarı polisakkaritleri (%35.3–49.0) selüloz, pektik polimerler ve hemüselülozlar (ksilan, glukoksilan, mannan), yağ (%7.5–14) ve mineralleri (%4.4–6) içerdiği tespit edilmiştir (Miranda et al., 2019; Rodrigues et al., 2015). P'nın yapısında skualen içeriğinin karakteristik olduğu ve zeytin kekinde tokoferol, peptitler, fenolik bileşenler, quersetin gibi çeşitli fitokimyasal kaynakların bulunduğu ifade edilmiştir (Rodrigues et al., 2015). Nunes et al. (2018) tarafından P'nın, lipit fraksiyonundan vitamin E ve tekli doymamış yağ asitlerini, sırasıyla yüksek oksidatif stabilite ve antioksidan kapasiteye bağlı doğal bileşenler olarak suda çözünür fraksiyonlarından sekoiridoidler ile türevleri ve hidroksitirozol gibi fenoller izole ettikleri bildirilmiştir.

Yapılan çalışmalarda, zeytin P'sının tokoferoller ve tokotrienollerce zengin olduğu (Nunes et al., 2018; Ibáñez et al., 2000) ayrıca sterol, skualen ve karotenoidleri içerdiği belirtilmiştir (Uribe et al., 2013; Gallardo-Guerrero et al., 2002). Bunun yanı sıra bazı araştırmalarda, zeytin P'sının diyet lifi, mineral, oligosakkaritler (Uribe et al., 2013) ile tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asitlerince iyi bir kaynak olabileceği vurgulanmıştır (Nunes et al., 2018).

Çelik vd. (2008), ZK'nun kütlece %83-96 su, %3.5-15 organikler, %0.5-2 mineral tuzlardan oluştuğunu ifade etmiştir. Organik kısmın; %1.0-8.0 şeker, %0.5-2.4 azotlu bileşik, %0.5-1.5 organik asit, %0.02-1.0 yağ, %1.0-1.5 arasında fenol ve pektin içerdiği vurgulanmıştır. Ayrıca, ZK'nun asidik pH (4.9-6.5) ve yüksek

organik madde içeriğine sahip olduğu ve pektin, şeker ve fenol bileşikleri içerdiği belirtilmiştir. Yüksek enerji kaynağı olan aromatik bileşikler, basit ve kompleks şekerlerin ZK'nun yapısında bulunduğu da bildirilmiştir. McNamara et al. (2008) tarafından yapılan çalışmada ZK'nda 30'dan fazla fenolik bileşik olduğu ve konsantrasyonlarının yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Zeytinyağı üretimi sırasında, zeytin meyve etinde bulunan polifenol bileşiklerinin %53'ünün karasuya geçtiği ifade edilmiştir (Basmacıoğlu Malayoğlu ve Aktaş, 2011). Yılmaz ve Kaya (2016) tarafından yapılan araştırmada ZK'nun; hidroksitirozol, oleuropein, tirozol, kafeik asit, vanillik asit gibi fenolik maddeler içerdiği tespit edilmiştir. Ayrıca son yıllarda tespit edilen iki fenolik bileşen olan, hidroksitirozol asilohidroelanolat, -p-kumarol-6'-sekaloganosid (kampselogosid) olarak tanımlanan bu bileşenlerin antioksidan aktivitelerinin hidroksitirozol ve oleuropeine göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Plastina et al. (2019) tarafından yapılan bir çalışmada ise ZK'daki serbest formdaki hidroksitirozol+miktarı $436 \mu\text{g g}^{-1}$, hidroksi oleat miktarı $2.6 \mu\text{g g}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir.

2.5. Pirina ve Zeytin Karasuyunun Sağlık Üzerine Etkileri

Difonzo et al. (2020) tarafından, zeytin P'sından elde edilen fenolik bileşence zengin ekstraktların antioksidan ve antimikrobiyal etkilere sahip olması sebebiyle bitkisel yağlara, balık burgerlerine, fermente süte, yenilebilir meyve kaplamasına ilave edilebileceği belirtilmiştir.

Zeytin P'sının fenolik bileşenler ve skualenin her ikisini de içermesi nedeniyle kozmetik ürünlerde kullanılabildiği belirtilmiştir (Rodrigues et al., 2015; Nunes et al., 2018). Skualen oksidatif deri hasarına neden olan serbest radikalleri indirgemesi ile bilinmektedir (Micol et al., 2005). Sadece oksijenin biyolojik filtresi olarak değil yumusaticı ve nemlendirici olarak da etkisinin bulunduğu bildirilmiştir (Stavroulias et al., 2005). Fenolik bileşenlerin antioksidan etkisinin derideki oksidatif hasara karşı koruyucu olduğu ifade edilmiştir. Bu bileşenlerin anti kollajenaz ve anti elastaz etkilerinin derideki kollajen ve elastin hidrolizinden sorumlu enzimleri engellediği belirtilmiştir (Lavecchia and Zuurro, 2015). P'nın

içeriğinde de bulunan skualenler konusunda sağlık açısından yapılan çalışmalarda; skualenin vücutta koruyucu ajan olarak görev yaptığı kemoterapinin neden olduğu yan etkilerin azalmasını sağladığı ifade edilmiştir. Ayrıca, vücudun savunma sistemini zayıflatan veya zarar veren bazı antijenlere karşı bağışıklığı arttırması nedeniyle kullanımının araştırıldığı bildirilmiştir. Skualenin yaşlanma ve kalp damar sağlığı üzerine de olumlu etkileri bulunduğu vurgulanmıştır (Reddy and Couvreur, 2009).

Triterpenlerin, zeytin meyvesinin derisinde konsantre olmuş durumda olduğu tespit edilmiştir (Bayram ve Özçelik, 2012). P'nın yapısında bulunan skualenin bir triterpen olduğu ifade edilmiştir (Gülcü ve Demirci, 2008). Yapılan araştırmalarda triterpenlerin yangıyı önleyici, antioksidan, kalp ritmini düzenleyici etkiler gösterdiği belirtilmiştir (Bayram ve Özçelik, 2012). Skualen ile ilgili yapılan çalışmalarda düzenli olarak alınan skualenin, antikanserojenik etki gösterdiği, ayrıca hayvanlarda gerçekleştirilen çalışmalarda göz sağlığında, özellikle retina üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir (Boskou, 2002; Fliesler and Keller, 1997).

P'nın bileşiminde bulunan ve yağda çözünen antioksidan bileşen olan E vitamininin serbest radikalleri yakalayarak iltihaplanma reaksiyonlarında etkili olduğu, ve iltihaplanmaya bağlı kanser, ateroskleroz, kalp damar hastalıkları, romatoid artrit, Alzheimer, Parkinson gibi hastalıklardan korunmadaki metabolik proseslerde önemli olduğu bildirilmiştir. Deneysel çalışmalar, E vitamini kullanımı ile deri tabakasının dayanıklılığın arttığını ve tümör oluşumunun önlendiğini göstermiştir (Bayram ve Özçelik, 2012).

ZK'ndaki biyoaktif bileşiklerin sağlık üzerindeki antioksidan ve antimikrobiyal etkileri birçok çalışmada ifade edilmiştir. Ayrıca, biyoaktif maddelerin, dünyada gıda, ilaç, kozmetik sektörlerinde kullanıldığı da bilinmektedir (Seçmeler ve Üstündağ, 2015).

ZK'nun insan sağlığı üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmaların birinde ZK fenoliklerinden 3,4-dihidroksifenil etanolün prostat kanseri hücreleri üzerinde sitotoksik etkileri olduğu (Boyacıoğlu, 2019), *in vivo* ortamda ZK'nun antioksidan ve antimikrobiyal etkilerinin araştırıldığı çalışmalardan birinde ZK'nun ratların

plasma antioksidan seviyesini arttırdığı, diğer bir çalışmada ise ZK polifenollerinin (ekstraktları) ve özellikle saf hidroksitirozol bileşiğinin ratlarda diyabetikli indüklenen oksidatif stresi ve hiperglisemiye önledikleri ifade edilmiştir (Silva et al., 2020).

ZK'nda tespit edilen ve sekoiridoidler arasında yer alan oleuropeinin sağlık alanında yapılan çalışma sonuçlarında sekoiridoidlerin, kanserin önlenmesinde etkili olduğu bildirilmiştir (Servili et al., 2009; Hashim et al., 2008; Han et al., 2009).

ZK'nun yapısında tespit edilmiş olan oleuropein, tirozol, hidroksitirozol fenolik bileşenlerinin antimikrobiyal ve antiviral aktiviteleri bulunduğu, *Helicobacter pylori* bakterisini inhibe ederek ülser riskini azalttığı kanıtlanmıştır (Romero et al., 2007). Oleuropeinin UV'ye karşı koruma sağladığı (Perugini et al., 2008), tirozol ile hidroksitirozolun nörolojik açıdan koruma sağladığı (Schaffer et al., 2007; Bu et al., 2007) ve kemik oluşumunu artırdığı belirtilmiştir (Puel et al., 2008).

P ve ZK'nın her ikisinin de yapısında bulunan fenolik bileşenlerin sağlık açısından incelendiği çalışmalarda fenolik bileşenlerin hücre içi antioksidan enzim aktivitelerini artırdığı, LDL oksidasyonunu önlediği, DNA üzerinde etkili olduğu, antienflamatuvar etkisinin olduğu, UV açısından etkili olduğu, sinir sistemi üzerine olumlu etkisinin olduğu, kanda glikoz seviyesini düşürdüğü belirtilmiştir (Zhang et al., 2009; Al-Azzawie and Alhamdani, 2006; Hao et al., 2010).

2.6. Yenilebilir Film ve Kaplamalar

Yenilebilir film ve kaplama uygulamalarının, parlak meyve yüzeyi oluşturmak ve nem kaybını önlemek gibi estetik amaçlar için yüzyıllardır kullanıldığı bilinmektedir. Yenilebilir film teriminin, sadece son 50 yıldır gıda uygulamaları ile ilgili kullanıldığı belirtilmiştir (Embuscado and Huber, 2009). Ayana ve Turhan (2009) tarafından yenilebilir film ve kaplamaların basit üretim teknolojileri gerektiren, ucuz, doğal bitkisel kaynaklardan elde edilebilen, çeşitli

fonksiyonel özelliklere sahip olmaları ve biyoçözünürlükleri sayesinde gıda araştırmalarında dikkat çeken bir konu haline geldiği ifade edilmiştir.

Eser ve Doğruer (2022), yenilebilir film ve kaplamaları gıdanın korunması, raf ömrünün uzatılması, dağıtımı ve pazarlanması amacıyla gıda yüzeyinde oluşturulan ince tabakalı yenilebilen kaynaklardan oluşan maddeler olarak tanımlamıştır. Bu teknolojinin, gıdaları fiziksel, kimyasal ve biyolojik tehlikelerden korumak amacıyla kullanıldığı ifade edilmiştir.

Raf ömrü uzun sağlıklı gıdalara yönelen tüketici talebi ve plastik kullanımını azalmak konusunda artan tüketici bilinci, gıda endüstrisini çevreyle dost gıda ambalajlarının üretimi ile ilgili yenilikler geliştirilmeye yönlendirdiği vurgulanmıştır (Kumar et al., 2022). Bu doğrultuda, son yıllarda gıda endüstrisinde, gıda ürünlerinin depolanmasında yenilebilir film ve kaplamaların kullanıldığı bildirilmiştir (Suhag et al., 2020).

McHugh (2000), yenilebilir kaplamaları, gıda üzerine kaplanmış yenilebilir bir tabaka olarak tanımlamıştır. Yenilebilir filmleri ise doğal malzemeden yapılmış, yenilebilir, önceden şekillendirilmiş, ince bir tabaka olarak ifade etmiştir. Ayrıca, yenilebilir filmlerin oluşturulduktan sonra gıdaların üzerine veya arasına yerleştirilebildiğini belirtmiştir. Embuscado and Huber (2009) tarafından yenilebilir film ve kaplama terimlerinin çoğu durumda bir gıdanın yüzeyinin belirli bir bileşime sahip nispeten ince bir malzeme tabakasıyla kaplandığını belirtmek için birbirinin yerine kullanıldığı belirtilmiştir. Ancak, yenilebilir filmin maddeyi kaplamada tek başına sarma malzemesi olarak kullanılarak yenilebilir kaplamadan ayrıldığı ve yenilebilir kaplamanın gıda yüzeyine direkt uygulanarak oluşturulduğu ifade edilmiştir.

Yenilebilir kaplama direkt olarak gıda üzerinde oluşturulurken, yenilebilir film daha önceden hazırlanarak gıdaya uygulanmaktadır (Bourtoom, 2008; Guimaraes et al., 2018). Ancak, iki uygulamada da benzer özellikte yapılar olduğu bildirilmiştir (Tavassoli-Kafrani et al., 2016).

Yenilebilir film ve kaplamalar gıdaları UV'ye karşı koruma, tuzlar, pigmentler gibi suda çözünen maddeleri , su buharını, aromalar gibi organik buharları ve oksijen azot, etilen gibi gazları taşıması, mekanik hasarı önlemesi, gıdanın raf ömrünü uzatması, biyoaktif maddeler içermesi, antimikrobiyal etki göstermesi, faydalı mikroorganizmaları içermesi, biyolojik olarak parçalanabilen doğal malzemeler olması gibi başlıca özelliklere sahiptir (Díaz-Montes and Castro-Munoz, 2021). Ayrıca, söz konusu kaplamalar yüzey sterilitesini sağlarken, diğer önemli bileşenlerin kaybını önleyebildiği vurgulanmıştır. Genellikle, yenilebilir film kalınlıklarının 0.3 mm'den küçük olduğu ifade edilmiştir (Embuscado and Huber, 2009).

Yenilebilir film ve kaplamaların içerdikleri bileşenlere bağlı olarak polisakkaritler, proteinler, lipitler veya kompozitler olarak sınıflandırıldığı belirtilmiştir. Ayrıca, kompozit film oluşturmak için lipitler ve hidrokolloidlerin (proteinler ve polisakkaritler) birlikte kullanıldığı ifade edilmiştir (Debeaufort et al., 2000).

2.6.1. Yenilebilir film yapısında etkili kuvvetler ve oluşum mekanizması

İki zıt yüke sahip hidrokolloid çözeltisi karıştırılıp polimer kompleksinin etkileşmesi sağlanarak çökelti oluşturulması (koaservasyon), ısı jelleşme, çözücünün uzaklaştırılarak karışımın katılaştırılması gibi teknikler ile yenilebilir filmler oluşturulmaktadır. Yenilebilir film formülasyonlarına plastikleştirici veya diğer katkı maddeleri ilave edilerek özellikleri iyileştirilmektedir. Hazırlanan film çözeltileri pürüzsüz bir yüzeye ince bir tabaka olarak dökülüp kurutulduktan sonra yüzeyden soyulması ile elde edilmektedir (Mehmetoğlu, 2010).

Yenilebilir filmlerin fiziksel, mekanik ve duyuşal özellikleri o filmin gıda yüzeyine ambalaj malzemesi olarak kullanım etkinliği üzerinde etkilidir. Yenilebilir filmlerin özellikleri film kalınlığı, nem içeriği, suda çözünürlüğü, su buharı geçirgenliği, oksijen geçirgenliği, dokusal özellikleri (çekme gücü ve uzama yüzdesi), renk değerleri ile belirlenmektedir (Jouki et al., 2013; Wu et al., 2013; Fakhouri et al., 2015; Song et al., 2012).

2.7. Yenilebilir Film ve Kaplamaların Sınıflandırılması

2.7.1. Yenilebilir polisakkarit film ve kaplamalar

Jouki et al. (2013) tarafından yapılan araştırmada polisakkarit bazlı yenilebilir film ve kaplamaların renksiz olup, yağsı bir görünüş ve düşük kaloriye sahip olduğu belirtilmiştir. Polisakkarit bazlı yenilebilir film ve kaplamalar, kurumayı, oksidatif bozulmayı, yüzeydeki kararmayı önleyerek veya azaltarak meyve, sebze, kabuklu deniz ürünleri ve et ürünlerinde raf ömrünü uzatmak amacıyla kullanılabilir. Ayrıca, ağırlık kaybı ve meyvelerde mikrobiyal bozulmayı azaltmaları nedeniyle söz konusu kaplamaların taşıma özelliklerinin (su buharı geçirgenliği) bu filmleri önemli hale getiren karakteristikler olduğu vurgulanmıştır (Jouki et al., 2013). Nişasta, selüloz, gamlar, kitin/kitosan içeren yenilebilir filmler bu film grubunda yer almaktadır (Dursun ve Erkan, 2009).

Polisakkarit bazlı yenilebilir film ve kaplamalar, genellikle tarımsal hammaddelerden ve kabuklu deniz kayvanlarının kabuk atıklarından elde edilen makromolekül sınıfı ile hazırlanmaktadır. Polisakkaritlerin oksijen ve karbondioksit karşı mükemmel seçici geçirgenliklerinden dolayı gıda kaplamasında kullanıldığı belirtilmiştir. Bu düşük maliyetli filmlerin, gıda muhafazası uygulama alanında kullanılan çoğunlukla selüloz ve selüloz türevleri olan eterler, esterler, nişasta, pektinler, gamlar ile hazırlandığı vurgulanmıştır. Selüloz bazlı yenilebilir kaplamaların domates, kiraz, taze fasulye, çilek, mango ve muz gibi taze meyve ürünlerinde kalite kayıplarını önlemek için yaygın olarak uygulandığı ifade edilmiştir. Diğer bir polisakkarit olan kitosanın hasat sonrası taze sebze ve meyvelerin çürümesini geciktirmek için kullanıldığı belirtilmiştir (Harish and Tharanathan, 2007). Karragenanlar, algler, bakteriyel aljinatlar ve ksantan gibi suda jel oluşturabilen polisakkaritlerin gıda endüstrisinde kullanım alanlarının araştırılmakta olduğu ifade edilmiştir (Kamal, 2019).

Polisakkaritlerin yenilebilir film üretiminde antimikrobiyal, antioksidan nitelikte film oluşturma, dokusal özellik sağlama ve bağlama özellikleri nedeniyle kullanım alanı bulunduğu bildirilmiştir (Benjakul et al., 2003). Polisakkarit yapıda olan gamların, dokusal özellik sağlamaları nedeniyle geniş uygulama alanına sahip

olduğu ifade edilmiştir (Sharma et al., 2019). Başka bir polisakkarit çeşidi olan aljinatın su ürünleri ve et ürünlerinin kaplanması yaygın olarak kullanılan materyallerden olduğu belirtilmiştir (Datta, 2008; Gennadios, 1997).

Polisakkarit bazlı yenilebilir filmlerin farklı fonksiyonel özellikler gösterdiği bildirilmiştir. Yapılan çalışmalarda, söz konusu filmlerin lipit oksidasyonunu azalttığı ve radikal süpürücü özellikleri arttırdığı görülmüştür (Kang et al., 2007). Sulu ve hidroalkolik ortamlarda hidroksipropil metilselüloz içeren yüzey aktif madde karışımlarından yenilebilir kaplamalar geliştirilmiştir. Geliştirilen filmlerin su buhar geçirgenliği; yüksek vizkozite, düşük yüzey gerilimi, büyük lipid partikül boyutu ve film oluşturan dispersiyonların yüksek flokülasyon hızı ile arttırılmıştır (Villalobos-Carvajal et al., 2009).

Polisakkaritlerin kullanıldığı filmler ile ürünün nem kaybının önlendiği ve lipit oksidasyonunun neden olduğu acılaşmada olumlu etkiye neden olduğu ifade edilmiştir (Işık vd., 2013). Ancak, söz konusu filmlerin gaz bariyer özellikleri gelişmiş olmakla birlikte nem geçişine karşı zayıf oldukları ifade edilmiştir (Polat, 2007).

Polisakkarit bazlı filmlerin hazırlanmasında kullanılan nişastanın, ucuz ve yenilenebilir olması nedeniyle plastik polimerin yerini alacağı belirtilmiştir (Xu et al., 2005). Nişasta içeren filmlerin, şeffaf veya yarı saydam oldukları, ortamda su olması durumunda kırılma oldukları vurgulanmıştır (Myllärinen et al., 2002). Bu filmlere, sorbitol ve gliserol gibi plastikleştiriciler ilave edilerek esnek yapı kazandırıldığı ifade edilmiştir (Mali et al., 2005).

Bitkisel kökenli polisakkaritlerden biri olan pektinin şekerle birlikte jel oluşturmaktan dolayı gıda alanında kalınlaştırıcı bileşen olarak kullanıldığı belirtilmiştir (Çelikel ve Akın, 2017).

2.7.2. Yenilebilir protein film ve kaplamalar

Protein bazlı filmler bitkisel ve hayvansal protein kaynaklarından hazırlanmaktadır. Mısır zeini, soya proteini, buğday proteinleri (gluten ve gliadin), fıstık proteini, jelatin, kazein, peynir altı suyu proteinleri (whey protein) örnek

olarak verilebilir. Kazein, whey proteini, mısır proteini gibi proteinlerin kolay bulunabilen ve ucuz proteinler olduğu ayrıca nem bariyer özelliklerinden dolayı yenilebilir film kaplamalarında kullanılabileceği vurgulanmıştır (Lacroix and Cooksey, 2005). Gıda kaynaklı proteinlerin, gıdaların besleyici değerini tamamlarken kalsiyum, fosfat gibi mikromoleküllerin taşınmasını ve yapı taşlarını (amino asitler gibi) ve ayrıca bağışıklık sistemi bileşenlerini (immüoglobulinler ve laktoferrin gibi) sağlamak için geliştirilmiş doğal araçlar olarak işlev görebilecekleri belirtilmiştir (Livney, 2010). Bunun yanı sıra, balık, kümes hayvanları, meyve sebze gibi farklı kaynaklardan elde edilen gıda proteinlerinin doğada kolay çözünebilen paketlemenin geliştirilmesi için kaplama formülasyonlarında kullanılabileceği ifade edilmiştir (Rodriguez-Turienzo et al., 2011).

Protein kaynaklı yenilebilir filmlerinin lipit ve polisakkarit kaynaklı filmlere göre daha etkili gaz bariyer özelliklerine sahip oldukları ifade edilmiştir. Ancak, protein kaynaklı yenilebilir filmlerin zayıf su buharı direncine sahip olduğu ve sentetik polimerlere kıyasla daha düşük mekanik güç göstermeleri nedeniyle gıda paketlemesinde kullanımının sınırlandığı belirtilmiştir. Bu nedenle, yenilebilir protein film özelliklerini geliştirmek için çalışmalar yapıldığı ve nem bariyer özellikleri ile mekanik güç etkilerini geliştirmek için metotlar kullanıldığı ifade edilmiştir (Kamal, 2019).

Literatürde, protein filmlerinin genellikle kırılman olduğu ve polimerlerin güçlü kohezif enerji yoğunluğu nedeniyle çatlamaya karşı hassas oldukları belirtilmiştir (Embuscado and Huber, 2009).

Plastik bazlı yenilebilir filmlerle uyumlu plastikleştiricilerin eklenmesi ile filmlerin uzayabilirliği ve viskoelastisitesinin gelişeceği bildirilmiştir (Brault et al., 1997). Ressouany et al. (1998) tarafından sorbitol içeren protein bazlı filmler ile daha yüksek viskoelastisiteye sahip filmler üretilebileceği, polietilen glikol ve mannitol eklendiğinde ise daha düşük bir plastikleştirici etki gözlemlendiği ve daha düşük elastikiyet özelliklerine sahip daha sert filmler üretildiği ifade edilmiştir.

2.7.3. Yenilebilir lipit film ve kaplamalar

Asetillenmiş monogliseritler, mumlar ve reçinelerin yenilebilir film kaplamasında kullanılan bazı lipit bileşikleri olduğu belirtilmiştir (Koyuncu ve Savran, 2002). Lipit bazlı yenilebilir filmlerin düşük polarite nedeniyle nem geçişini bloke ettiği ifade edilmiştir. Bu tür kaplamaların, polisakkarit ve protein bazlı kaplamalar haricindeki kaplama ajanları ile daha iyi bileşim oluşturarak bariyer özelliğini geliştirdiği belirtilmiştir (Lin et al., 2017). Ancak, lipit bazlı filmlerin hidrofobik özelliğinin daha kalın ve kırılğan film oluşturması nedeniyle içeriğine protein veya selüloz türevleri ilave edilerek kompozit film yapımında kullanıldığı bildirilmiştir (Debeaufort et al., 1993).

Lipit bazlı yenilebilir film kaplamaların, nem kaybına engel olmasından dolayı yaygın olarak beyaz ve kırmızı etleri muhafaza etmek amacıyla kullanılmakta olduğu ifade edilmiştir (Dursun ve Erkan, 2009). Ayrıca taze meyve ve sebzelerin kurumasını kontrol edebilmek için bu tür kaplamaların kullanıldığı çalışmalar mevcuttur (Embuscado and Huber, 2009).

Lipit bazlı filmlerde kullanılan yağların gıdanın solunumunu düşürerek raf ömrünün uzattığı ve meyve ve sebzelerin yüzeyinin parlak kalmasını sağladığı belirtilmiştir. Ayrıca, meyve yüzeyindeki küf oluşumuna karşı koruyucu olduğu ifade edilmiştir. Çözücü ve yüksek sıcaklık içeren ortamda lipit bazlı film oluşabildiği ve bu tür filmlerin mekanik özelliklerinin zayıf olduğu bildirilmiştir. Gaz ve buhar geçişine karşı sıvı lipitlerin direncinin katı haline göre daha az olduğu belirtilmiştir. Kristal yapıda bulunan lipitlerden bireysel kristallerin gaz ve su buharı geçişini azalttığı vurgulanmıştır. Kristallerin oluşumundaki dizilişe göre kristal lipitlerin bariyer özelliklerinin değiştiği belirtilmiştir. Ayrıca kristal oryantasyonu ve lipid tipinin de geçirgenliği etkilediği bildirilmiştir (Guilbert and Gontard, 1995; Dursun ve Erkan, 2009; McHugh, 2000).

2.7.4. Yenilebilir kompozit film ve kaplamalar

Yenilebilir kompozit filmlerin hazırlanmasında, lipit ve hidrokolloid bileşenler kullanılmaktadır. Lipit bileşenlerin su buharı bariyeri, hidrokolloid bileşenlerin ise oksijen ve karbondioksit açısından seçici bir engelleme sağladığı

belirtmiştir (Baldwin et al., 1995; Sharma et al., 2019). Filmlerin değişik özelliklerini birlikte içerebilen kompozit filmler ile daha iyi fiziksel ve bariyer özellikte filmler oluşturulabileceği vurgulanmıştır (Eser ve Doğruer, 2022). Yapılan çalışmalarda, özellikle protein polimerlerin polisakkaritlerle birlikte kullanıldığı kompozit filmlerde çapraz bağlanma ajanlarının kullanımının fonksiyonel özellikleri ve dayanımı arttırdığı tespit edilmiştir (Lacroix, 1994; Leterde et al., 2002; Le Tien et al., 2000).

2.8. Yenilebilir Film ve Kaplamalarda Kullanılan Katkı Maddeleri

Yenilebilir kaplamalardaki temel bileşenlerin özelliklerinin geliştirilmesinde plastikleştiriciler, emülgatörler, antimikrobiyaller, antioksidan maddeler, esmerleşmeyi önleyiciler, aroma vericiler, renklendiriciler ve diğer fonksiyonel bileşenler eklenmektedir (Sharma et al., 2019; Tural vd., 2017). Ayrıca, yenilebilir film formülasyonlarına aroma maddesi ilave edilerek gıda maddesinin duyu özelliklerinin iyileştirilebildiği, böylece gıda kalitesinin geliştirilebileceği vurgulanmıştır (Tural vd., 2017). Üstünol (2009), aktif bileşenlerin ilave edildiği yenilebilir filmler ile kaplanan gıdaların sağlık üzerindeki etkisinin artacağını bildirmiştir.

2.8.1. Emülgatörler

Asetillenmiş monoglisericit, lesitin, gliserol monopalmitat, polisorbata 60, polisorbata 65, polisorbata 80, sodyum lauril sülfat, sorbitan monooleat ve sorbitan monosterat gibi emülsifiye edici maddeler lipidlerin dağılımını kolaylaştırmak ve kaplama maddesinin etkinliğini arttırmak gibi nedenlerle film formülasyonlarına ilave edilmektedir (Tural vd., 2017).

2.8.2. Plastikleştiriciler

Plastikleştiriciler, moleküller arası gücü azaltıp polimerlerin hareketliliğini ve filmin elastikiyet özelliklerini arttırdığından, yenilebilir filmlerin kırılabilirliğinin önlenmesi amacıyla kullanılmaktadır (Nisperos-Carriedo, 1994; Mali et al., 2002). Literatür çalışmalarında glikoz, fruktoz-glikoz şurubu ve sakkaroz gibi mono, di veya oligosakkaritlerin; gliserol, sorbitol, gliserol türevleri, polietilen glikoller gibi

poliollerin; fosfolipitler ve yağ asitleri gibi lipit ve türevlerinin yenilebilir film kaplamasında kullanılan plastikleştiriciler olduğu ifade edilmiştir (Garcia et al., 2000; Tural vd., 2017).

2.8.3. Antimikrobiyal ajanlar

Kitosan, nisin, laktoperoksidaz sistemler, organik asitler, bitkisel ekstraktlar ve uçucu yağlar gibi antimikrobiyal maddelerin yenilebilir filmlerin yapısına ilave edilmesi ile mikroorganizma gelişimi önlenerek gıdaların raf ömrünün uzatılması sağlanmaktadır. Yenilebilir film içerisindeki antimikrobiyal maddeler, kaplandığı gıda içerisine difüze olarak mikroorganizmaların gelişimini engelleme mekanizmasına sahiptir (Üstünoğlu, 2009).

2.8.4. Çözücüler

Su, etanol ve asetonun yenilebilir film ve kaplamaların üretilmesinde kullanılan çözücüler arasında yer almaktadır (Tural vd., 2017). Yapılan bazı araştırmalarda protein, lipit, polisakkarit bazlı film ve kaplamalarda kullanılan çözücülerin gerilme kuvvetini arttırdığı, nemi yüksek olan ortamlarda daha iyi davranış özellikleri gösterdiği ifade edilmiştir (Üstünoğlu, 2009).

2.9. Yenilebilir Film ve Kaplamaların Gıdalara Uygulanma Yöntemleri

2.9.1. Daldırma yöntemi

Daldırma yöntemi, gıdaların kaplama çözeltisine 5-30 saniye süre ile daldırıldığı bir uygulama yöntemidir. Bu yöntemde gıdanın kaplama çözeltisini absorbe etmesi ile gıdanın yüzeyi film tabakası ile kaplanmaktadır. Bu yöntemin avantajları düzgün olmayan yüzeylerde homojen kaplama yapılmasına olanak vermesi, kaplama çözeltisinin fazlasının uzaklaştırılabilmesi ve kurutulabilmesidir (Pavlatlı and Orths, 2009). Literatürde çeşitli çalışmalarda daldırma yöntemi ile film oluşturma işlemi gerçekleştirilip gıdalar kaplanmıştır (Sarıoğlu ve Öner, 2006; Civelek, 2019; Kozlu ve Elmacı, 2019).

2.9.2. Püskürtme yöntemi

Püskürtme yöntemi, belirli bir yüzeyin kaplanmasında ince bir kaplama yapılması için kullanılan bir yöntemdir. Kaplama yapılmış gıdada ikinci bir film tabakası oluşturmak veya ikili kaplama uygulamalarında çapraz bağlanmayı kolaylaştırmak amacıyla bu yöntem tercih edilmektedir. Gıda yüzeyinde kaplamanın homojen bir şekilde dağılması için çok miktarda kaplama materyali kullanılması bu yöntemdeki dezavantajlardan biridir (Tural vd., 2017).

2.9.3. Kaydırma yöntemi

Kaydırma yöntemi, tava olarak bilinen büyük bir yuvarlak top içinde gıdaların döndürülmesi sırasında kaplama çözeltisinin gıda yüzeyine püskürtülmesi prensibine dayanmaktadır. Hava sirkülasyonu ile film kaplama çözeltisi buharlaşarak kaplamanın kuruması sağlanmaktadır. Kaydırma yöntemi, yuvarlak ve oval şeklindeki gıdaların kaplanmasında kullanılmaktadır (Eser ve Doğruer, 2022).

2.9.4. Akışkan yatak yöntemi

Akışkan yatak yöntemi, katı haldeki çekirdek materyallerin hava akımı ile akışkanlaştırılarak film çözeltisinin yatak içerisindeki partiküllere farklı açılardan püskürtülerek kurutulması prensibine dayanmaktadır. Akışkan yatak yöntemi, buğday, fındık gibi çok küçük boyutlu kuru gıdaları kaplamak için kullanılmakta olup maliyet açısından yüksek bir yöntem olduğu belirtilmiştir (Bozkurt ve Koç, 2020).

2.9.5. Dökme yöntemi

Dökme yönteminin uygulanması, film çözeltisinin düz bir plaka gibi pürüzsüz yüzey üzerine film oluşturacak şekilde belirli kalınlıkta dökülmesi ve yayılması ardından belirli bağıl nem koşullarında kurutulması ile yapılmaktadır.. Elde edilen film gıdaya sarılarak kullanılmaktadır. Ekonomik ve etkili bir yöntem olması nedeniyle en yaygın kullanılan yöntemlerden biridir. Filmin yapısı film çözeltisindeki polimer miktarına, kurutma şartlarına, dökülen filmin kalınlığına ve film çözeltisinin içeriğine bağlı olarak değişim göstermektedir (Bozkurt ve Koç,

2020). Literatürde çeşitli çalışmalarda dökme yöntemi ile film oluşturma işlemi gerçekleştirilmiştir (Mu et al., 2012; Ye et al., 2022; Altay, 2020).

2.9.6. Boyama yöntemi

Bu yöntem, sıvı haldeki yenilebilir film kaplama çözeltisinin fırça yardımı ile boyama yapılarak gıdaların kaplanması prensibine dayanmaktadır. Boyama işlemi yapıldıktan sonra gıda yüzeyi ortam sıcaklığında veya ısıtılarak kurutulmaktadır. Gıdanın belirli bir bölgesinin kaplanması, homojen ve ince bir tabaka elde edilmesi amacıyla uygulanmaktadır (Tural, 2017)

2.10. Yenilebilir Film ve Kaplamalar ile İlgili Gıda Alanında Yapılan Çalışmalar

Birçok ekstraktın eklendiği yenilebilir film ve kaplamalar ile gıdaların kaplandığı çalışmalar incelendiğinde nar kabuğu ve köri yaprağı toz ekstraktı ilaveli yenilebilir filmler mango ve çeri domates kaplamasında (Kumari et al., 2017), limon ekstraktı ilaveli yenilebilir filmler mozzarella peynirinin kaplanmasında (Conte et al., 2007), zeytin yaprağı ekstraktı ilaveli yenilebilir filmler kaşar peyniri dilimi kaplanmasında (Ayana ve Turhan, 2009), üzüm çekirdeği ekstraktı ilaveli yenilebilir filmler somon balığı kaplanmasında (Song et al., 2012), etanolik kırmızı üzüm çekirdeği ekstraktı ilaveli kitosan jelatin filmi kıyma halindeki alabalık filetosu kaplanmasında (Kakaei and Shahbazi, 2016), sitrik asit veya meyan kökü ilave edilmiş kitosan kaplama çözeltisi Japon deniz levreği kaplanmasında (Qiu et al., 2014), ayva çekirdeği müsilaajından elde edilen yenilebilir filmler tüketime hazır meyvelerin kaplanmasında (Kozlu ve Elmacı, 2019), propolisin etanolik ekstraktını içeren hidroksipropilmetilselüloz yenilebilir filmi üzüm kaplanmasında (Pastor et al., 2011) kullanıldığı saptanmıştır

Literatürde çeşitli bitkisel ekstraktlar kullanılarak antimikrobiyal ajan içeren yenilebilir filmler geliştirilmiştir. Misk limonu ekstraktlı kitosan filmi (Wai et al., 2019), ışkın otu ekstraktlı metilselüloz filmi (Kalkan vd. 2020), Berberis Crataegina meyvesi tohum yağı ve meyve ekstraktlı kitosan filmi (Kaya vd., 2018), Turna yemişi, yaban mersini, hanımeli, aronya posası sıvı ekstraktlı balık jelatin filmi (Staroszczyk et al., 2020), nar kabuğu ve köri yaprağı toz ekstraktlı gluten filmi

(Kumari et al., 2017) geliştirilerek yenilebilir filmlerin antimikrobiyal özellikleri incelenmiştir.

Literatürde farklı formülasyonlarda geliştirilen yenilebilir filmler çeşitli peynirlerin kaplanmasında kullanılmış olup peynirlerin olgunlaşma ve depolama süresi boyunca küf-maya, toplam mezofilik aerobik bakteri, toplam bakteri sayısı, laktik asit bakterileri üzerine etkileri incelenmiştir (Civelek, 2019; Mileriene et al., 2020; Öksüztepe vd., 2009; Ramos et al., 2012).

Literatürdeki bazı çalışmalarda, geliştirilen çeşitli yenilebilir filmler ile kaşar peynirleri kaplanmış olup yenilebilir film kaplamanın kaşar peynirlerinin duyuşal özellikleri üzerine etkileri değerlendirilmiştir (Civelek, 2019; Şengül ve Dağdemir, 2017; Saygılı, 2015).

Çeşitli yenilebilir filmler ile kaplanmış kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresi boyunca ağırlık kaybı, pH, titrasyon asitliği, toplam kuru madde miktarlarının saptandığı çalışmalar mevcuttur (Saygılı, 2015; Civelek, 2019, Sarioğlu ve Öner, 2006, Öksüztepe vd., 2009, Wagh et al., 2014).

Farklı formülasyonlardaki yenilebilir filmler ile kaplanan kaşar peynirlerinin depolanmasında L, a, b, ΔE ve BI değerleri üzerine etkilerinin incelendiği çalışmalar bulunmaktadır (Berti et al., 2019; Pena-Serna et al., 2016; Ramos et al., 2012; Jouki et al., 2013).

Literatürde bazı araştırmalarda kaşar peynirlerinin depolama süresi boyunca çeşitli yenilebilir film ile kaplanmasının kaşar peynirlerinin doku özellikleri üzerine etkileri değerlendirilmiştir (Mileriene et al., 2020; Berti et al., 2019; Pena-Serna et al., 2016; Saygılı, 2015).

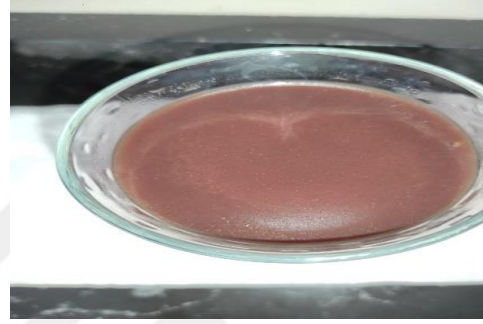
3. MATERYAL YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırmanın hammaddesi olan P ve ZK Manisa İli Akhisar İlçesinde bulunan AKT Enerji A.Ş. adlı pirina fabrikasından Ocak 2022 yılında temin edilmiştir. Marmara bölgesinde Bursa (Gemlik, Mudanya, Trilye), Ege Bölgesinde Manisa (Akhisar - Kapaklı, Selçikli, Çağlak, Dereköy, Alifakı) ve Balıkesir (Erdek) illerindeki işletmelerde pirina havuzlarında toplanan zeytinyağı işletme atığı olarak ortaya çıkan sulu pirina bu firmada 3 fazlı dekantörde işlenerek suyu ve yağı alınmaktadır. Bu işlem sonucunda ortaya çıkan suyu alınmış P ve ZK çalışmada kullanılmıştır. Hammaddeler çalışmada kullanılabilecek kadar -18 °C’de ağzı mühürlü kapaklı yeşil plastik şişelerde muhafaza edilmiştir. Çalışmada kullanılan P ve ZK’ya ait fotoğraflar sırasıyla Şekil 3.1 ve Şekil 3.2’de görülmektedir.

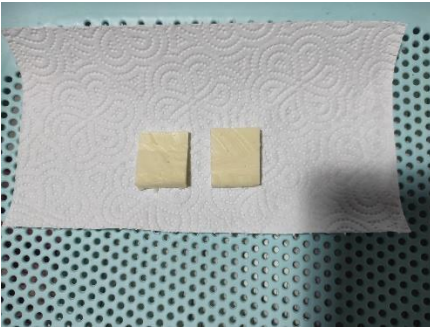


Şekil 3.1 Pirina



Şekil 3.2 Zeytin karasuyu

Yenilebilir film kaplamasında kullanılan olgunlaştırılmış taze kaşar peyniri 400 g'lık kalıplarda Pınar Süt Mamülleri Sanayi A.Ş.'den temin edilmiştir. Kaplama öncesinde peynir dilimleri 3.5x3x0.5 cm boyutlarında kesilmiştir. Kaplamaya hazır hale getirilen dilimlenmiş peynir örneklerine ait fotoğraflar Şekil 3.3'te görülmektedir.



Şekil 3.3 Dilimlenmiş kaşar peyniri örnekleri

Peynir örneklerinin analiz süresince saklanması için ağzı kilitli kapaklı plastik kaplar yerel marketten temin edilmiştir.

Çalışma kapsamında uygulanan kimyasal analizlerde gliserol (Sigma), DPPH (Sigma), sodyum karbonat (Sigma), hegzan (Merck), gallik asit (Merck), folin-ciocalteu (Merck), metanol (Sigma), oleuropein (Sigma), asetonitril (Merck), formik asit (Carlo Erba), jelatin (Dr. Oetker, sığır jelatini) kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. P ve ZK'nun ekstraksiyonu

P ekstraktı Qiu et al. (2014) tarafından önerildiği şekilde elde edilmiştir. 10 g pirina tartıldıktan sonra 100 ml 90 °C saf suda 1 saat ekletilerek kantitatif filtre kağıdından süzölmüştür. Filtre kağıdının üzerinde kalan kalıntı behere alınıp 1:10 oranında 90 °C saf suda 30 dk bekletilmiştir. Birinci süzöntü ve ikinci süzöntü toplanarak 3000 rpm'de 5 dk santrifüj edilmiş, süpernatant kısım kullanılmıştır.

ZK ekstraksiyonunda su ve çözgen olmak üzere iki farklı ekstraksiyon çözgeni kullanılmıştır.

ZK sulu ekstraksiyonu Qiu et al. (2014) tarafından önerildiği şekilde modifiye edilerek gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, 100 ml zeytin karasuyu - 90 °C'de 30 dk bekletilmiştir. Kantitatif filtre kağıdından süzölen filtrat 3000 rpm de 5 dk santrifüjlendikten sonra süpernatant kısım kullanılmıştır.

ZK hegzan + etil asetat ekstraktı De Marco et al. (2007) tarafından önerildiği şekilde gerçekleştirilmiştir. Zeytin karasuyunun pH'sı 0.1 N HCl ile 2'ye ayarlanmıştır. pH 2 olan ZK'dan 10 ml alınmış ve 15 ml hegzan ilave edilerek çalkalanmıştır. 3000 rpm'de 5 dk süre ile santrifüjlenmiştir. Supernatant kısım uzaklaştırılarak tüpün altında kalan kalıntı 10 ml etil asetat ile 3000 rpm de 5 dk süre ile santrifüjlenmiştir. Etil asetat vakumlu evaporatörde uzaklaştırılmıştır. Falkon tüpünün dibinde ekstrakt elde edilmiştir. Ekstrakt analize alınacağı zaman saf suda çözöndürölüp sulu ekstraktı kullanılmıştır.

Elde edilen tüm ekstraktlar analize alınana kadar buzdolabında (+4 °C'de) saklanmıştır.

3.2.1.1 Ekstraktların Biyoaktif Bileşen Analizleri

3.2.1.1.1 Ekstraktların antioksidan aktiviteleri (AA)

Ekstraktların AA analizleri Wu et al. (2013) tarafından önerildiği şekilde DPPH yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. 0.2 ml süpernatant üzerine 2 ml 0.2 mM DPPH'nin metanol çözeltisi ilave edilerek vortekslenmiştir. Karışım 30 dk karanlıkta oda sıcaklığında inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda karışım tekrar vortekslenip 517 nm'de UV-spektrofotometrede (Agilent Technologies Cary 60 UV-Vis) okunmuştur. Analizler iki tekrar iki paralel olarak uygulanmıştır. Ekstraktların toplam antioksidan miktarları Troloks standart grafiğinden elde edilen (50-500 mg/L) verilere göre mmol TE/L cinsinden hesaplanmıştır (Ek 1).

3.2.1.1.2 Ekstraktların toplam fenolik madde (TPC) içerikleri

Ekstraktların TPC içerikleri Wu et al. (2013) tarafından önerildiği şekilde modifiye edilerek gerçekleştirilmiştir. 0.5 ml süpernatant 0.1 ml Folin Ciocelteau reaktifi ilave edilerek vortekslenmiş ardından 3 dk bekletilmiştir. Süre sonunda karışıma 1.5 ml %2'lik Na_2CO_3 ilave edilerek 30 dk karanlıkta inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda karışım vortekslenildikten sonra 760 nm'de UV-spektrofotometrede (Agilent Technologies Cary 60 UV-Vis) okunmuştur. Ekstraktların TPC miktarları gallik asit standart grafiğinden elde edilen (4-40 mg/L) verilere göre mmol gallik asit (GAE)/L cinsinden hesaplanmıştır (Ek 2).

3.2.1.1.3 Ekstraktların oleuropein miktarları

P ve ZK ekstraktlarının içerdiği oleuropein miktarları International Olive Council (2022) tarafından önerildiği şekilde HPLC-DAD (Agilent HPLC Infinity II) ile analiz edilmiştir. Kalibrasyon grafiği 1-100 ppm ($\mu\text{g/mL}$) arasında çizilmiştir (Ek 3). Elde edilen kalibrasyon grafiği $y=21.75x-0.9272$, $R^2=0.9996$ olarak belirlenmiştir. Sonuçlar $\mu\text{g/mL}$ olarak verilmiştir. Oleuropein standart grafiği, P ve ZK ekstraktlarının oleuropein miktarlarına ait kromatogramlar sırasıyla Ek 4, Ek 5, Ek 6'da verilmiştir.

Çalışma koşulları:

Kolon: C18 kolonu (4.6 mm x 25 cm)

Dedektör dalga boyu:280 nm

Kolon sıcaklığı: Oda sıcaklığı

Mobil faz: Su %0.2 H₃PO₄ (h/h) (A), metanol (B), asetonitril (C)

Gradient akış:

Time	Akış mL/dk	A (%)	B (%)	C (%)
0	1.00	96	2	2
40	1.00	50	25	25
45	1.00	40	30	30
60	1.00	0	50	50

Ekstraksiyon çözeltisi: metanol:su (80/20)

İç Standart: Siringik asit

Akış hızı: 1 ml/dk

Kromotogram akış süresi: 60 dk

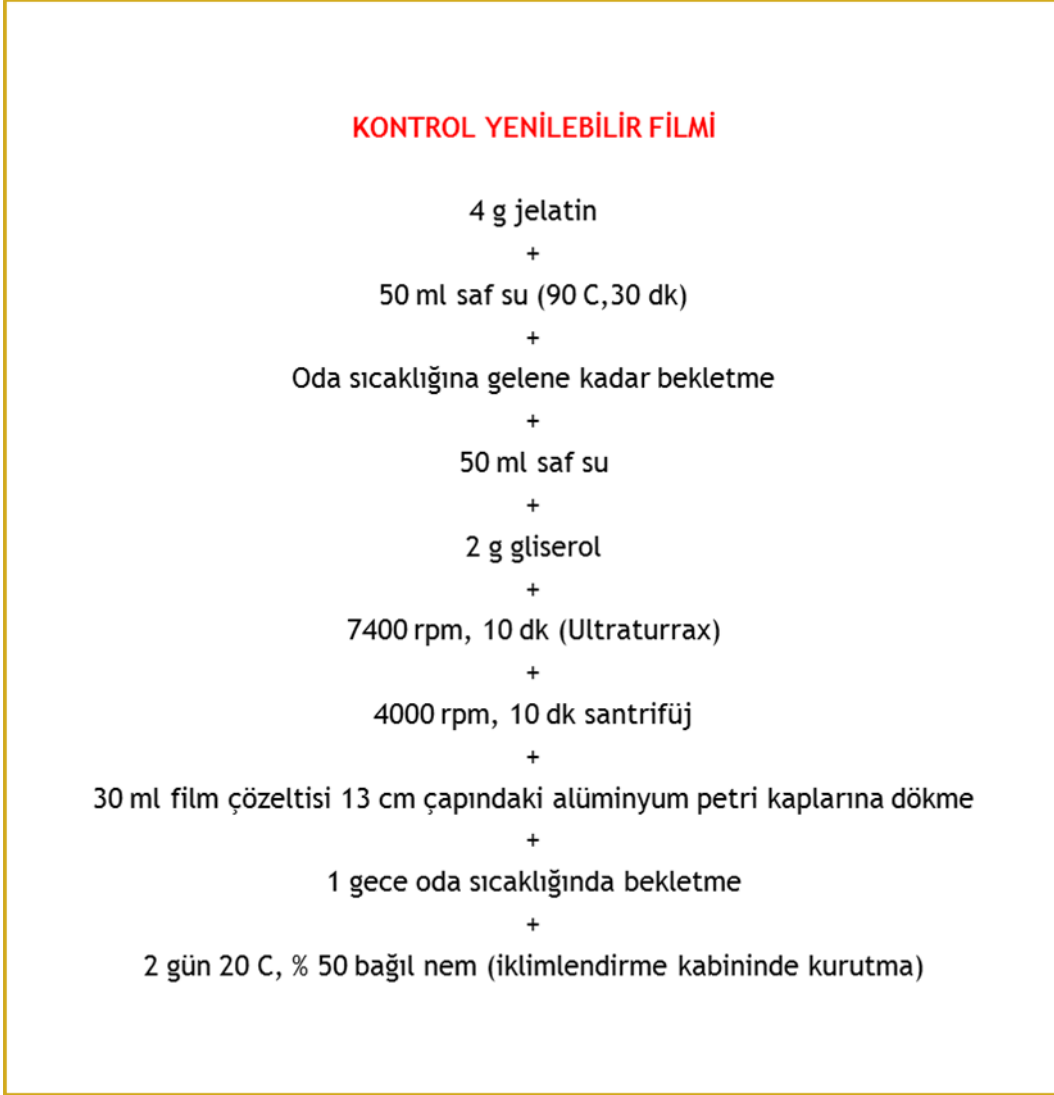
Alıkonma zamanı: 35 dk

Enjeksiyon hacmi:20 µl

3.2.2. Yenilebilir filmlerin hazırlanması

Yenilebilir filmler Erdoğan ve Turhan (2005), Ayana ve Turhan (2009), Jouki et al. (2013) tarafından önerildiği şekilde modifiye edilerek hazırlanmıştır. Kontrol filmi hazırlanışı Şekil 3.4'te özetlenmiştir. 4 g jelatin 50 ml saf suda (90 °C, 30 dk) çalkalamalı su banyosunda bekletilmiştir. Oda sıcaklığına gelen karışıma 2 g gliserol ve 50 ml saf su eklenmiş ve 7400 rpm'de 10 dk Ultraturrax (IKA'T 25 Digital) ile karıştırıldıktan sonra (Şekil 3.5) 4000 rpm'de 10 dk santrifüjlenmiştir. 30 ml film çözeltisi 13 cm çapındaki alüminyum petri kaplarına dökülmüştür.

Dökülen film örnekleri 1 gece oda sıcaklığında kurutulduktan sonra 2 gün boyunca 20 °C, % 50 bağıl nemde iklimlendirme kabiniinde kurutulmuştur.



Şekil 3.4 Kontrol yenilebilir film hazırlama aşamaları



Şekil 3.5 Ultraturrax ile hazırlanan yenilebilir film formülasyonları

P ve ZK ekstraktı yenilebilir film örnekleri kontrol filminin formülasyonundan farklı olarak 100 ml film çözeltisinde 5, 10 ve 15 ml oranlarında zeytin karasuyu ekstraktı (ZKE) ve pirina ekstraktı (PE) içeren film çözeltileri hazırlanmıştır. P ve ZK ekstraktlı yenilebilir filmler Şekil 3.6 'da özetlenmiştir.

PE ve ZKE YENİLEBİLİR FİLMİ	
	4 g jelatin
	+
	50 ml saf su (90 C, 30 dk)
	+
	Oda sıcaklığına gelene kadar bekletme
	+
	50 ml'de
	45 saf su: 5ml ekstrakt (%5)
	40 ml saf su: 10 ml ekstrakt (%10)
	35 ml saf su: 15 ml ekstrakt (%15)
	+
	2 g gliserol
	+
	7400 rpm, 10 dk (Ultraturrax)
	+
	4000 rpm, 10 dk santrifüj
	+
	30 ml film çözeltisi 13 cm çapındaki alüminyum petri kaplarına dökme
	+
	1 gece oda sıcaklığında bekletme
	+
	2 gün 20 C, % 50 bağıl nem (iklimlendirme kabiniinde kurutma)

Şekil 3.6 PE ve ZKE yenilebilir filmi hazırlama aşamaları

3.2.3. Yenilebilir film analizleri

Film analizleri Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü araştırma laboratuvarlarında, 2 tekrar 2 paralel olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Film özelliklerinin ölçülmesi Jouki et al. (2013), Wu et al. (2013) tarafından önerildiği şekilde modifiye edilerek gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla 30 ml film çözeltisi 13 cm çapındaki alüminyum petri kabına (Ohaus Co., Aluminium Pan Liners) dökülmüş ve film tabakası oluşuncaya kadar oda sıcaklığında (25 ± 2 °C) kurutulmuştur. Filmler analizlerden önce en az 2 gün 50 ± 5 bağıl nemde ve 25 ± 2 °C sıcaklıkta iklimlendirme kabinde şartlanmıştır.

3.2.3.1. Film kalınlığı

Film kalınlığı ölçümleri Jouki et al. (2013) tarafından önerilen yöntem ile gerçekleştirilmiştir. Film kalınlığı 0.001 mm duyarlılıkta mikrometre (LYK 5208 Micrometer) kullanılarak ölçülmüştür (Şekil 3.7). Filmlerin kalınlığını belirlemek için 5 rastgele nokta kullanılarak ortalama değer alınmıştır. Bu ortalama değer su buharı geçirgenliği analizinde kullanılmıştır.



Şekil 3.7 Film kalınlığını ölçmede kullanılan mikrometre

3.2.3.2. Film nem içeriği

Jouki et al. (2013) tarafından önerildiği şekilde nem içeriğinin ölçülmesi amacıyla filmler 3×3 cm boyutlarında kesilmiştir. Başlangıç örnek ağırlığı (A0) tartılmıştır. 105°C'de kurutularak, sabit tartıma gelene kadar filmler etüvde

bekletilmiştir. Kuru örnek ağırlığı (A1) tartılmıştır. Nem içeriği % olarak aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Nem İçeriği} = \left[\frac{(A0 - A1)}{A0} \right] \times 100$$

3.2.3.3. Film suda çözünürlüğü

Film suda çözünürlüğü Wu et al. (2013) tarafından belirtildiği şekilde ölçülmüştür. 3x3 cm boyutlarına getirilmiş olan film örnekleri 24 saat 105 °C’de kurutulduktan sonra (A1), 24 saat 15 ml saf suda bekletilmiştir. Suda bekletilen örnekler süzüldükten sonra 105 °C’de 24 saat etüvde kurutulmuştur (A2). Suda çözünürlük, ağırlık farkı başlangıç ağırlığına oranlanarak % olarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Filmin Suda Çözünürlüğü} = \left[\frac{(A1 - A2)}{A1} \right] \times 100$$

3.2.3.4. Film su buharı geçirgenliği

Filmlerin su buharı geçirgenliği Fakhouri et al. (2015) ve Song et al. (2012) tarafından önerildiği şekilde yöntem modifiye edilerek tespit edilmiştir. Daraları alınan vezin kaplarının içerisine 1 g silikajel tartılmıştır. 20 °C’de %50 bağıl nem içeren NaCl doymuş çözelti ile hazırlanan desikatör içerisine silikajelli vezin kaplarının üzeri filmlerle sarılmıştır. Filmler parafilm ile sabitlenmiştir (Şekil 3.8). Saatte bir vezin+silikajel tartımı yapılmıştır. 6 adet tartım yapılmıştır. Zamana karşı ağırlık değişimleri ile oluşturulan grafikte eğim (g/s) bulunmuştur. Aşağıdaki formül ile filmlerin su buharı geçirgenlikleri (g/m.s.Pa) hesaplanmıştır. Su buharı geçiş oranı (SBGO, g/m² s), eğimin (g/s) kabın açık olan alanına (m²) bölünmesi ile hesaplanmıştır.

$$SBG = \frac{SBGO * L}{\Delta P}$$

SBG= Su buharı geçirgenliği

SBGO= Su buharı geçiş oranı

L= filmin kalınlığı (m)

ΔP = film örneklerinin 20 °C, %50 bağıl nemdeki kısmi buhar basınç farkı (Pa)



Şekil 3.8 Yenilebilir filmlere ait su buharı geçirgenliği analizi

3.2.3.5. Film doku analizi

Filmlerin çekme direnci ve uzama değerleri doku analizi cihazı (Texture Analyzer TA-XT2, Stable Micro Systems, Haslemere, UK) kullanılarak ASTM D638M metoduna göre belirlenmiştir (ASTM, 1993). Filmlere ait çekme direnci (tensile strength), uzama (elongation) değerleri hesaplanmıştır. Analizler 4 paralel 3 tekrar olarak yapılmıştır. Her bir film örneğinden 2x9 cm boyutlarında 3'er dikdörtgen şerit kesilmiştir. Film başlangıç uzunluğu: 5 cm, iki prob arasındaki uzaklık: 75 mm, piston hızı: 50 cm/dk=8.3 mm/s olarak ayarlanmıştır. Probun iki ucuna sabitlenen 5 cm başlangıç uzunluğundaki film 8.3 mm/s piston hızında uzayarak kopmanın olduğu andaki oluşan grafik ile çekme direnci ve uzama değerleri hesaplanmıştır. Filmin çekme direnci ve uzama yüzdesine ait değerlerin ölçüldüğü doku analizi cihazına ait fotoğraflar Şekil 3.9'da verilmiştir.

Çekme direnci aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

$$\text{Çekme Direnci (Pa)} = \frac{F_{\max}}{A}$$

$F_{\max}$ = Numuneyi koparmak için ihtiyaç duyulan maksimum kuvvet (N)

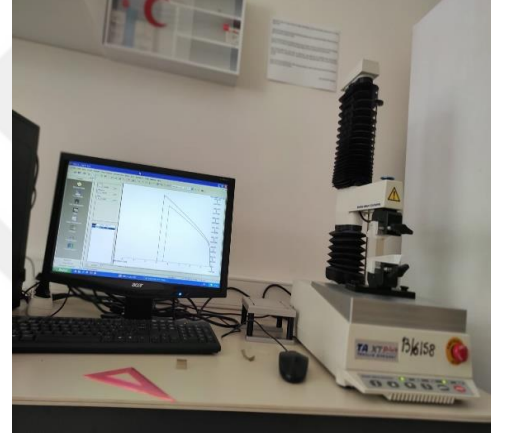
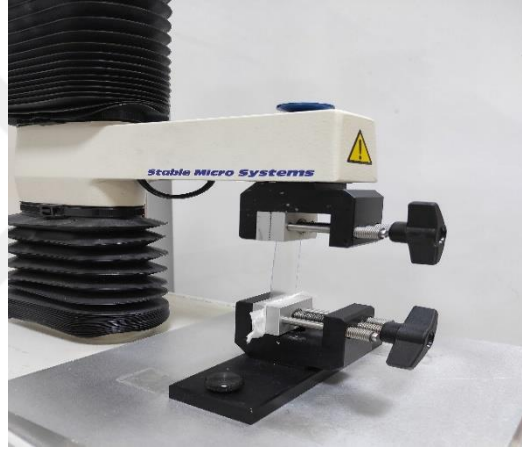
A =Örneğin yüzey kesit alanı (m^2)

Filmin uzama değeri (E) aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

$$\% E = \frac{E * 100}{50}$$

E =Kırılma anındaki filmin uzaması (mm)

50= Film örneklerinin başlangıç kavrama uzaklığı (mm)



Şekil 3.9 Yenilebilir filmlerin çekme direnci ve uzama değerlerinin ölçülmesinde kullanılan doku analizi cihazı

3.2.3.6. Film renk analizi

Jouki et al. (2013) tarafından önerildiği şekilde film örneklerinin L ($L = 0$ [siyah], $L = 100$ [beyaz]), a ($-a =$ yeşil, $+a =$ kırmızı) ve b ($-b =$ mavi, $+b =$ sarı) değerleri renk ölçüm cihazı (Konika Minolta, CR-400, Minolta Camera Co. Ltd., Osaka, Japan) kullanılarak belirlenmiştir (Şekil 3.10). Ayrıca, beyazlık indeksi (BI) değeri aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır. Her bir film örneği için 6 farklı kısımdan okuma yapılmıştır.

$$BI = 100 - \sqrt{[(100 - L)^2] + a^2 + b^2}$$



Şekil 3.10 Renk ölçüm cihazı

3.2.3.7. Yenilebilir filmlerin antioksidan aktivitesi

Film örneklerinde AA, DPPH metodu ile belirlenmiştir. Ölçüm öncesi UV-spektrofotometre (Agilent Technologies Cary 60 UV-Vis) havaya karşı ve metanole karşı sıfırlanmıştır. Ardından DPPH'nin metanollü çözeltisinin absorbansı okunmuştur. DPPH çözelti absorbansı 0.8'i geçmeyecek şekilde ayarlanmıştır. AA analizi Wu et al. (2013) tarafından önerilen yöntemle göre gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla 1 g film örneği 10 ml saf su ile çözülüş ve 4000 rpm'de 5 dk santrifüjlenmiştir. 0.2 ml süpernatant deney tüpüne aktarılmış ve 0.2 mM DPPH'nin metanoldeki çözeltisinden 2 ml eklenerek 30 dk karanlıkta bekletilmiştir. 517 nm'de UV-spektrofotometrede okunmuştur. Sonuçlar "g TE/100 g k.m." cinsinden hesaplanmıştır.

Antioksidan aktivite troloks cinsinden hesaplanmıştır. 1000 ppm'lik troloks stok çözeltisinden 50, 100, 200, 300, 400, 500 ppm'lik troloks standart çözeltileri hazırlanmıştır. Troloks kalibrasyon grafiğinin oluşturulması için ekstrakt yerine bu çözeltiler kullanılarak işlemler tekrarlanmıştır. Ölçümden önce UV-

spektrofotometre havaya karşı ve metanole karşı sıfırlanmıştır. Troloks çözeltilerinin absorbens değerleri 517 nm’de UV-Vis spektrofotometre (Agilent Technologies Cary 60 UV-Vis) kullanılarak ölçülmüştür. Troloks standartlarına ait kalibrasyon grafiği Ek-1’de verilmiştir.

3.2.3.8. Yenilebilir filmlerin TPC içeriği

Film örneklerinde TPC miktarı ve örnek ekstraksiyon işlemi Wu et al. (2013) tarafından kullanılan yöntemle göre belirlenmiştir. 1 g film örneği 10 ml distile su içinde çözündürülmüş ve 4000 rpm’de 5 dakika santrifüj işlemi uygulanarak sıvı fazın ayrılması sağlanmıştır. Süpernatant kısımdan 0.5 ml deney tüpüne alınmış ve 0.1 ml Folin Ciocelteau reaktifi eklenerek 3 dk bekletilmiştir. Süre sonunda deney tüpüne 1.5 ml %2 (a/h)’lik Na_2CO_3 ilave edilerek 30 dk boyunca oda sıcaklığında karanlıkta bekletilmiştir.

TPC miktarı gallik asit cinsinden hesaplanmıştır. 40 ppm’lik gallik asit stok çözeltisinden 4, 8, 16, 24, 32, 40 ppm’lik gallik asit standart çözeltileri hazırlanmıştır. Gallik asit kalibrasyon grafiği oluşturulmak amacıyla ekstrakt yerine hazırlanan standart çözeltiler eklenerek işlemler tekrarlanmıştır. Ölçümden önce saf su ile sıfırlama yapıldıktan sonra kör çözeltinin absorbens okunmuştur. Örneğin ve gallik asit standart çözeltilerinin absorbens değerleri 760 nm’de UV-Vis spektrofotometre kullanılarak ölçülmüştür. Sonuçlar “mg GAE/100 g km” cinsinden hesaplanmıştır. Gallik asit standartlarına ait kalibrasyon grafiği Ek-2’de verilmiştir.

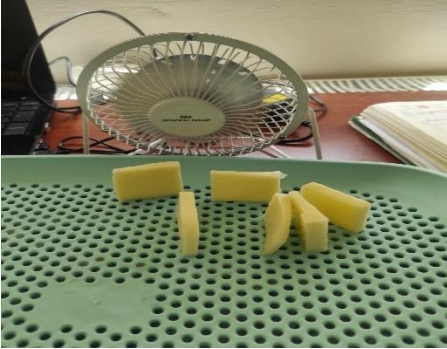
3.2.4. Taze olgunlaştırılmış kaşar peynirlerinin yenilebilir filmleri ile kaplanması

Kaşar peyniri örneklerinin yenilebilir film ile kaplanması işlemi Oms-Oliu et al. (2008) yönteminin modifiye edilmesi ile gerçekleştirilmiştir. Kaşar peynirleri, 3.5x3x0.5 cm boyutlarında dikdörtgen şeritler halinde dilimlenmiştir. Dilimlenen örnekler yenilebilir film solüsyonuna 2 dk süreyle daldırılmıştır. Şekil 3.11’de yenilebilir film çözeltisine daldırılan kaşar peynir örneklerine ait fotoğraflar yer almaktadır. Kontrol örnekleri ekstrakt içermeyen protein bazlı yenilebilir film çözeltisine daldırılarak hazırlanmıştır. Daldırma işlemi sonrasında örnekler

vanilatör (General Home 4 inç Asorti marka) ile oda sıcaklığında kurutulmuştur (Şekil 3.12). Kuruyan örnekler 300 ml hacimli plastik kapaklı kaplara yerleştirilmiştir. Yenilebilir film ile kaplanan kaşar peynir örneklerine ait fotoğraf Şekil 3.13'te görülmektedir. Peynir örnekleri analize alınıncaya kadar 4 °C'de depolanmıştır. 0, 7 ve 14. günlerde analizler gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.11 Yenilebilir film çözeltisine daldırılan kaşar peyniri dilimleri



Şekil 3.12 Daldırma işleminden sonra kurutulan yenilebilir film kaplı kaşar peynirleri



Şekil 3.13 Depolanmak üzere hazırlanan yenilebilir film ile kaplanan kaşar peynir örnekleri

3.2.5. Taze olgunlaştırılmış kaşar peyniri örneklerine uygulanan analizler

Kontrol (ekstrakt içermeyen), PE ve ZKE yenilebilir filmi kaplı örneklerle uygulanan analizler Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü araştırma laboratuvarlarında ve depolamanın 0, 7 ve 14. günlerinde gerçekleştirilmiştir. Analizler 3 tekrar olacak şekilde çalışılmıştır.

3.2.5.1. Duyusal değerlendirme

Peynir örneklerinin kaplanmasında kullanılacak filmlerde PE ve ZKE konsantrasyonunun belirlenmesinde duyusal değerlendirme kullanılmıştır. Bu amaçla, Altuğ ve Elmacı (2015) tarafından önerildiği şekilde sıralama testi uygulanmıştır. Panelistler 25-45 yaş aralığında 1 erkek 6 kadından oluşmuştur. Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan PE ve ZKE film örneklerinin renk, lezzet, tercih kriterlerine göre en azdan en çoğa doğru sıralanması istenmiştir. Test 4 işlem (örnek), 7 tekrar (eğitimli panelist) olmak üzere gerçekleştirilmiştir. Sıralama testi sonucunda kriterler açısından kabul edilebilir olan en iyi iki konsantrasyon belirlenmiştir. Seçilen konsantrasyonlardaki kaplamalı peynirler fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik değerleri bakımından analize alınmıştır. Ek 7’de PE ve ZKE kaplamalı peynir örnekleri için kullanılan sıralama testine ait duyusal analiz formu bulunmaktadır.

3.2.5.2. Ağırlık kaybı

Ağırlık kaybı ölçümü Guerreiro et al. (2017) tarafından belirtildiği şekilde gravimetrik olarak yapılmış ve % olarak aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Ağırlık Kaybı} = \left[\frac{(W_o - W_i)}{W_i} \right] \times 100$$

W_o: Depolama başlangıcındaki ağırlığı

W_i: Belirtilen gündeki ağırlığı ifade etmektedir.

3.2.5.3. pH, titrasyon asitliği ve toplam kuru madde analizleri

Peynir örneklerinin pH değerleri Bico et al. (2009) tarafından belirtildiği şekilde ölçülmüştür. 10 gram örnek parçalandıktan sonra örnek üzerine 100 ml distile su ilave edilmiştir. Homojenize edildikten sonra pH ölçümü inoLab-pH 7110 cihazı ile gerçekleştirilmiştir. pH metre ölçümden önce kalibre edilmiştir. Prob örnek çözeltisine daldırılmış ve pH değeri sabitlenene kadar yaklaşık 4-5 dakika boyunca bekletilmiştir.

Örneklerin titrasyon asitliği, Koçak vd. (1988) tarafından önerildiği şekilde belirlenmiştir. Sonuçlar % laktik asit cinsinden hesaplanmıştır. Yaklaşık 10 g örnek (m) parçalandıktan sonra 40 °C'deki 90 ml saf suda homojenize edilmiştir. Çözeltiye 2-3 damla fenolftalein belirteci ilave edilerek 0.1 N NaOH çözeltisi ile titre edilmiştir. Harcanan NaOH (C) miktarından peynir örneklerinin titrasyon asitliği ölçülmüştür. Asitlik, % laktik asit cinsinden aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\text{Titrasyon asitliği (\% laktik asit)} = \frac{C * 0,009}{m} * 100$$

C = Harcanan NaOH hacmi (ml)

m = örnek miktarı (g)

Peynir örneklerinde toplam kuru madde tayini, AOAC (1990) Metot 926.08'e göre 103 ± 5 °C sıcaklıkta gerçekleştirilmiştir. Kurutma kabının darası, kabın içine konulan bir miktar deniz kumu ve bagetle birlikte alınmıştır (m1). Sabit tartıma getirilmiş kuru madde kabına yaklaşık 2 gram parçalanmış peynir ilave edilmiştir (m2). Cam baget kullanılarak kum ve peynir karıştırılmıştır. Cam baget kurutma kabının içerisine bırakılıp 105 °C sıcaklıkta etüvde 5 saat kurutulmuştur. Desikatörde oda sıcaklığına getirilen kapların ağırlıkları tartılmıştır (m3). Toplam kuru madde tayini % kuru madde cinsinden aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Toplam Kuru Madde} = \frac{m3 - m1}{m2 - m1} * 100$$

m1: Kurutulmuş boş kurutma kabı + deniz kumu + baget

m2: örnek + m1

m3: kurutulan örnek + kap dara + deniz kumu + baget

3.2.5.4. Renk analizi

Peynirlerde L, a ve b değerleri renk ölçer (Minolta, CR300) ile belirlenmiştir (Guerreiro et al. 2017). ΔE değeri aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\Delta E = \sqrt{(L - L_{ref})^2 + (a - a_{ref})^2 + (b - b_{ref})^2}$$

Ayrıca, beyazlık indeksi (BI) değeri aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır. Her bir peynir örneği için 2 iç 1 dış kısımdan okuma yapılmıştır. 3 tekrar olmak üzere renk değerleri ölçülmüştür (Jouki et al., 2013).

$$BI = 100 - \sqrt{[(100 - L)^2] + a^2 + b^2}$$

3.2.5.5. Doku analizi

Peynirlerin doku analizi Bayram ve Tarakçı (2020) tarafından önerilen yöntem modifiye edilerek uygulanmıştır. Doku analizi için 30x35x5 mm boyutlarında kesilen dikdörtgen şeklindeki peynir örneklerinin ilk olarak 20 ± 2 °C sıcaklığa gelmeleri sağlanmıştır. Sertlik (hardness), esneklik (springiness), sakızimsılık (gumminess), iç yapışkanlık (cohesiveness), dış yapışkanlık (adhesiveness), elastikiyet (resilience) değerleri TA.XTPlusC Doku Analizi cihazı kullanılarak belirlenmiştir. TA.XTPlusC Doku Analizi cihazı Şekil 3.14’te görülmektedir. Her bir peynir örneğinin 3 farklı noktasından ölçüm yapılmıştır. Her ölçüm 3 kere tekrarlanmıştır. Analiz koşulları: 36 mm çapında P/36 alüminyum silindir uç, ve 30 kg baskı kuvveti, 0.4 mm/sn test hızı, ilk test hızı 1.0 mm/sn, son test hızı 0,4 mm/sn, %40 baskı, 5 sn tutma zamanı olarak kullanılmıştır (Everard etal., 2006).



Şekil 3.14 TA.XTPlusC doku analiz cihazı

3.2.5.6. Mikrobiyolojik Analizler

Yenilebilir film kaplı peynir örneklerinin 0, 7, ve 14. günde mezofilik aerobik bakteri sayımı için ISO 4833-1:2013 dökme Plak yöntemi (30 ± 1 °C, 72 ± 3 h) kullanılmıştır. Maya-küf miktarı, ISO 21527-1:2008 yayma plak yöntemi (25 ± 1 °C, 5 gün) ile belirlenmiştir. Uygulanan standart metotlar 2 paralel ekim yapılarak 15-300 arası koloni içeren petrilerdeki koloni sayılarının aritmetik ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Sonuçlar, kob/g olarak verilmiştir.

3.2.5.7. İstatiksel değerlendirme

Ekstrakt ve filmlere ait analizler 2 paralel 2 tekrar olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Peynir örneklerine ait analizler ise 3 tekrar olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Veriler (ANOVA) varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Karşılaştırma amacıyla Duncan testi uygulanmıştır. Analizler IBM SPSS Statistics 20.0 (SPSS Inc., Chiago, IL, USA) kullanılarak yapılmıştır.

Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin duyuusal değerlendirmesinde elde edilen verilere (ANOVA) Wilcoxon işaretli sıralar testi uygulanmıştır.

Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin arasındaki ilişkiyi tespit etmek için fiziksel, kimyasal, renk ve doku verileri Cluster analizi kullanılarak elde edilen dendrogramlar ile değerlendirilmiştir. Verilerin değerlendirilmesi için Pearson korelasyon matrisi bazlı Temel Bileşen Analizi (PCA) kullanılmıştır. Cluster ve PCA analizleri için XLSTAT 2023 deneme sürümü kullanılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Pirina ve Zeytin Karasuyu Ekstraktlarının Biyoaktif Bileşen İçeriği

Pirina ekstraktı (PE) ve zeytin karasuyu ekstraktı (ZKE) antioksidan aktivite (AA), toplam fenolik bileşen (TPC) ve oleuropein içerikleri Çizelge 4.1’de verilmektedir.

Çizelge 4.1 PE ve ZKE biyoaktif bileşen içeriği

Ekstrakt Çeşidi	Antioksidan Aktivite (AA) (mmol TE/L)	Toplam Fenolik Madde (TPC) (mmol GAE/L)	Oleuropein (µg/mL)
PE (Su)	7.73±0.22	1.43±0.13	1.18±0.00
ZKE (Su)	175.2±1.37	55.6±1.39	23.23±0.00
ZKE (Etil asetat)	1.1±0.03	0.4±0.11	-

ZKE’nin etil asetatlı ekstraktına ait AA içeriği 1.1 mmol TE/L, TPC değeri ise 0.4 mmol GAE/L olarak saptanmıştır. ZKE’nin sulu ekstraktına (Çizelge 4.1) ait AA ve TPC içeriğinin ZKE’nin etil asetatlı ekstraktına göre daha yüksek değerlerde tespit edilmesinden dolayı çalışmaya ZKE’nin sulu ekstraktı ile devam edilmiştir.

De Marco et al. (2007) tarafından yapılan araştırmada asitlendirilmiş zeytin karasuyunun etil asetatlı ekstraktlarının TPC miktarı 25.2 mmol tyrosol/L, toplam AA miktarı 55.8 mmol TE/L olarak tespit edilmiştir. Yenilebilir film kaplamasında kullanmak amacıyla hazırladığımız PE ve ZKE AA’si sırasıyla 7.73 ve 175.2 mmol TE/L olarak belirlenmiş olup ZK sulu ekstraktının AA’si De Marco et al (2007) tarafından saptanan etil asetatlı ZKE’na göre daha yüksek bulunmuştur. Tespit edilen ilgili farkın, ekstraktın elde edilme yönteminden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Etil asetat kullanılarak elde edilen ZKE’nin AA içeriğindeki azalmanın sulu ekstrakta göre daha yüksek olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.1'den görüldüğü gibi PE ve ZKE TPC miktarı sırasıyla, 1.43 ve 55.6 mmol GAE/L olarak tespit edilmiştir. ZK'nun farklı teknolojiye (2 fazlı veya 3 fazlı sistem) ve farklı ülkede elde edilme durumuna bağlı olarak TPC içeriklerinin 0.003-724 g GAE/L arasında değişim gösterdiği bildirilmiştir (Fleyfel et al., 2022). Yapılan araştırmada ZK sulu ekstraktına ait toplam fenolik bileşen miktarı 9.53 g/L olarak belirlenmiş olup Fleyfel et al. (2022) tarafından belirtilen TPC aralığında olduğu saptanmıştır.

Oleuropein açısından incelenen PE ve ZKE oleuropein miktarları sırasıyla 1.18 ve 23.23 µg/mL olarak tespit edilmiştir. Oleuropein miktarı açısından zengin olduğu saptanan zeytin yaprağına ait oleuropein miktarı, 60-90 mg/g olarak belirlenmiştir (Özçimen vd., 2010). ZKE ve PE oleuropein miktarlarının literatürdeki zeytin yaprağının oleuropein içeriğine göre daha düşük olduğu saptanmıştır. Obied et al. (2005) tarafından ZK'nun, zeytin meyvesindeki toplam polifenollerin %98'ini içerdiği ifade edilmiştir. Bu nedenle yapılan araştırma sonucunda ZKE'nin AA, TPC ve oleuropein miktarlarının PE'na göre daha yüksek belirlendiği düşünülmektedir.

Çizelge 4.1'den görüldüğü gibi PE'nin AA'si 7.73 mmol TE/L, TPC miktarı 1.43 mmol GAE/L, oleuropein içeriği 1.18 µg/mL olarak belirlenmiştir. Katsinas et al. (2021) yağı alınmadan dondurularak kurutulmuş zeytin P'sının AA'si 4.36 mmol TE/g k.m., TPC miktarı 131 mg GAE/g k.m., oleuropein miktarı 3.4 mg/g olarak tespit etmiştir. Ekstrakt elde edilme yöntemlerinin farklı olmasından dolayı AA, TPC ve oleuropein miktarlarının da farklılık gösterdiği düşünülmektedir.

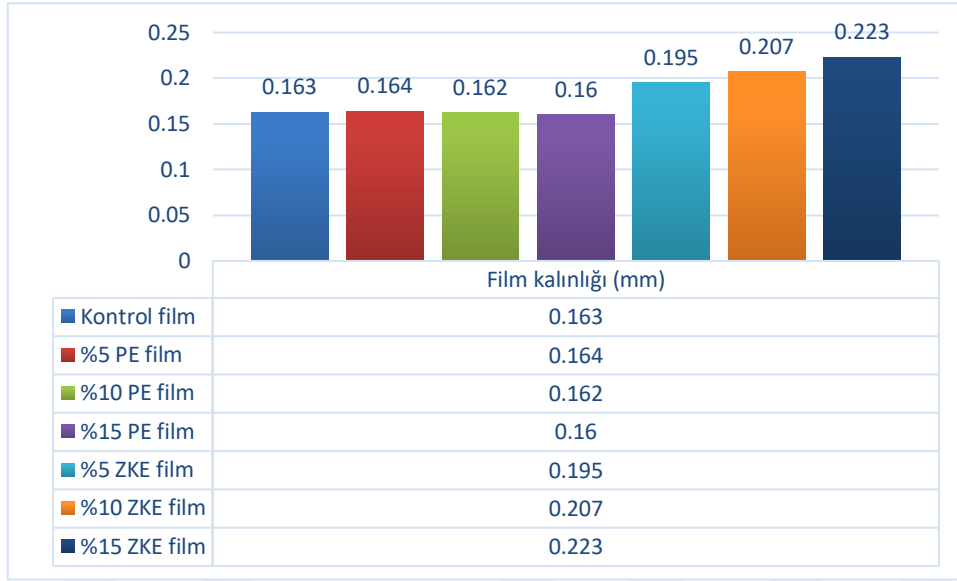
Martiny et al. (2020), zeytin yapraklarını kurutup öğüttükten sonra elekten geçirerek elde ettikleri ekstraktın TPC miktarını 115.96 mg GAE/g km, AA değerini %89.52, oleuropein değerini 11.59 mg/g olarak saptamıştır. Çalışmada kullanılan ZKE ve PE AA, TPC ve oleuropein miktarlarının ekstraktın çeşidine bağlı olarak değişim gösterdiği söylenebilir.

ZKE'nin, yenilebilir film kaplamada kullanılan bazı ekstraktlardan (tarçın ekstraktından) daha yüksek AA ve TPC içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir (Mileriene et al., 2020).

Çizelge 4.2 Yenilebilir filmlerin özellikleri

Film kaplama materyali	Film Kalınlığı (mm)	Nem (%)	Suda Çözünürlük (%)	Su Buharı Geçirgenliği (g/m.Pa.s)	Antioksidan aktivite (AA) (g TE/100g km)	Toplam Fenolik Madde (TPC) (mg GAE/100g km)
Kontrol	0.163±0.01 ^a	17.06±2.26 ^{ab}	35.80±4.62 ^{ab}	10.25±0.00 ^c	0.01±0.00 ^a	4.31±0.56 ^a
%5PE	0.164±0.01 ^a	16.45±1.09 ^a	30.95±4.85 ^a	6.31±0.00 ^{ab}	0.02±0.00 ^a	21.64±1.75 ^b
%10PE	0.162±0.01 ^a	15.69±3.71 ^a	32.90±3.48 ^{ab}	7.20±0.00 ^{abc}	0.04±0.01 ^a	24.29±3.61 ^b
%15PE	0.160±0.03 ^a	15.63±2.71 ^a	33.15±2.21 ^{ab}	8.30±0.00 ^{abc}	0.05±0.02 ^a	34.94±1.81 ^c
%5ZKE	0.195±0.03 ^{ab}	20.78±1.88 ^c	32.30±3.90 ^{ab}	8.24±0.00 ^{abc}	1.29±0.10 ^b	76.96±6.28 ^d
%10ZKE	0.207±0.04 ^b	21.45±1.64 ^c	36.98±1.41 ^b	8.39±0.00 ^{abc}	2.67±0.20 ^c	174.58±4.17 ^e
%15ZKE	0.223±0.10 ^b	20.47±2.00 ^{bc}	35.10±0.90 ^{ab}	9.43±0.00 ^{bc}	4.38±0.45 ^d	274.00±5.80 ^f

a, b, c, d, e, f: Aynı sütundaki farklı harfler p<0.05 düzeyinde önemlidir

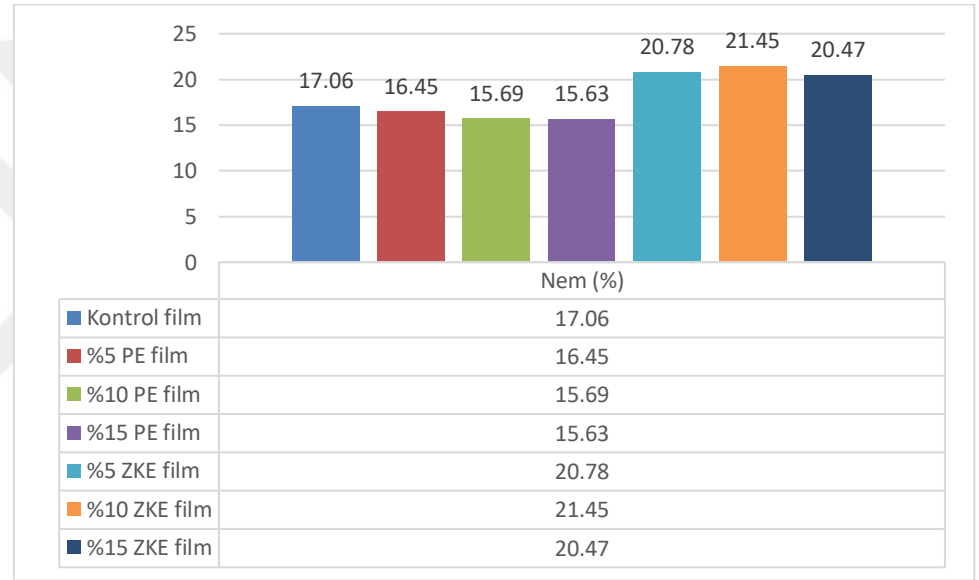


Şekil 4.3 Yenilebilir film kalınlıklarının kıyaslanması

Çizelge 4.2 incelendiğinde PE film kalınlıkları 0.160-0.164 mm aralığında hesaplanmıştır (Şekil 4.3). Film kalınlığı bakımından kontrol ve PE filmleri incelendiğinde aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir ($p>0.05$) (Ek 8). Garcia et al. (2020) farklı konsantrasyonlarda zeytin ekstraktı ile hazırladıkları yenilebilir filmlerin kalınlıklarını 0.09 ile 0.11 mm arasında saptamıştır. Garcia et al. (2020) tarafından hazırlanan kontrol ve ağırlıkça % 0.05, 0.1 ve 0.2 zeytin ekstraktı içeren yenilebilir film formülasyonlarına ait film kalınlıkları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmediği ifade edilmiştir. Garcia et al. (2020) tarafından hazırlanan filmlerin kalınlığının daha ince olması 30 ml film çözeltisinin daha geniş çaplı (18 cm) petrilere dökülmesinden kaynaklanmaktadır.

Çizelge 4.2 incelendiğinde yenilebilir film kalınlıkları 0.195-0.223 mm arasında saptanmıştır. ZKE yenilebilir filmlerinin kalınlıkları kontrol filmine göre daha kalın ölçülmüştür (Şekil 4.3). %10 ZKE ve % 15 ZKE yenilebilir filmlerinin kalınlıkları kontrol filmine göre daha yüksek belirlenmiş olup bu fark istatistiksel olarak anlamlı tespit edilmiştir ($p<0.05$) (Ek 8). Martiny et al. (2020) tarafından yapılan bir çalışmada zeytin yaprağı ekstraktı (% 62.5 (a/a) zeytin yaprağı ekstraktı (karregenana ağırlığını esas alan)) içeren karregenana esaslı yenilebilir filmin kalınlığı 0.048 mm, ekstrakt içermeyen karregenana bazlı yenilebilir filmin kalınlığı

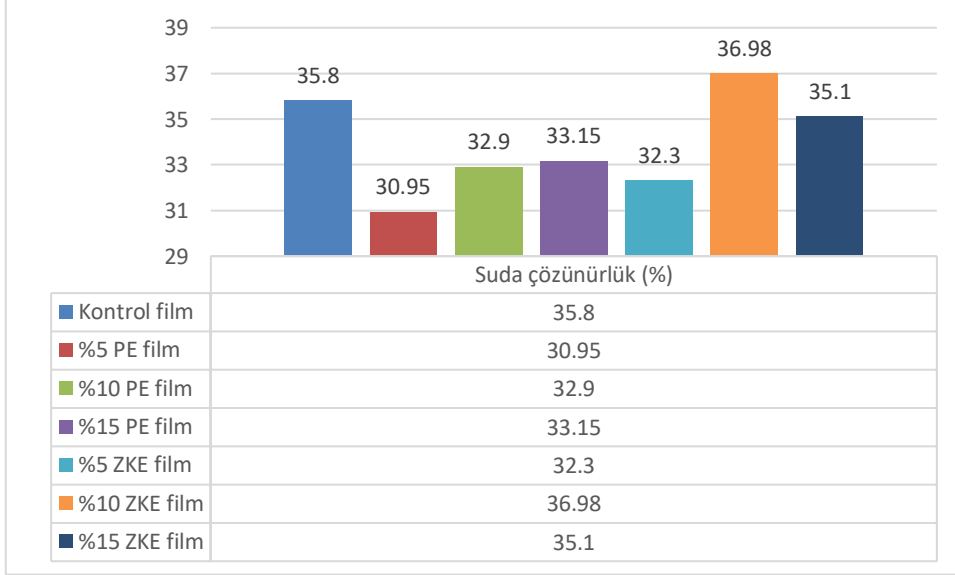
ise 0.032 mm olarak ölçülmüştür. Zeytin yaprağı ekstraktı ilave edilmesi ile yenilebilir filmin kalınlığında anlamlı düzeyde artış gözlenmiş, ekstrakt ilavesinin yenilebilir film formülasyonunun kütlesinde artışa neden olduğu ve film kalınlığını arttırdığı ifade edilmiştir. ZKE ilave edilen yenilebilir film kalınlıklarının önemli düzeyde artış göstermesi de Martiny et al. (2020) çalışması ile benzerlik göstermiştir. Literatürde yenilebilir film kalınlıklarının birbirinden farklı değerlerde tespit edilmesinin yenilebilir film formülasyonlarından, deneyin hazırlanma prosedüründen ve kompozisyonundan kaynaklanabileceği belirtilmiştir (Martiny et al. 2020).



Şekil 4.4 Yenilebilir filmlerin nem içeriklerinin kıyaslanması

Kontrol ve PE filmlerine ait nem içerikleri değerlendirildiğinde en düşük nem içeriğinin %15.63 ile %15 PE yenilebilir filmde en yüksek nem içeriğinin ise %17.06 ile kontrol filmde tespit edildiği görülmektedir (Şekil 4.4). Çizelge 4.2 incelendiğinde PE yenilebilir filmleri arasındaki nem içerikleri istatistiksel olarak anlamlı fark göstermemiştir ($p>0.05$) (Ek 9). Garcia et al. (2020) tarafından zeytin ekstraktı ilave edilmiş film formülasyonlarında en yüksek nem içeriği %7.3 ile kontrol ve %0.05 zeytin ekstraktı içeren yenilebilir film örneğinde tespit edilmiştir. Yenilebilir film formülasyonlarının (Kontrol, %0.05-0.1-0.2 zeytin ekstraktı) nem içerikleri arasında anlamlı fark olmadığı saptanmıştır.

ZKE yenilebilir filmlere ait nem içerikleri incelendiğinde ZKE ilave edilen yenilebilir filmlerin nem miktarları kontrol filmine göre daha yüksek değerlerde tespit edilmiştir ($p<0.05$) (Şeki 4.4). Çizelge 4.2 incelendiğinde %5 ZKE, %10 ZKE ve %15 ZKE yenilebilir filmlerin nem içerikleri arasında anlamlı fark görülmemiştir ($p>0.05$) (Ek 9). Ye et al. (2022) yaban mersini suyu posasından elde ettikleri pektin ile hazırladıkları yenilebilir filmlerin nem miktarlarını ölçmüşlerdir. Yaban mersini pektini, yaban mersini pektini + jelatin ve jelatin içeren yenilebilir filmlerin nem değerleri sırasıyla %48.26, %13.21 ve %15.88 olarak saptanmıştır. Kontrol ve ZKE yenilebilir filmlerin nem içerikleri ile Ye et al. (2022) tarafından hazırlanan yaban mersini+jel ve jelatin yenilebilir filmlerinin nem değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmüştür. Yenilebilir filmlere doğal antimikrobiyal ajanların ilave edilmesi ve çözünen/çözünemeyen liflerin varlığının yenilebilir filmlerde süngerimsi yapı oluşturduğu ve filmin kalınlığını, nemini ve transparanlığını etkilediği ifade edilmiştir (Kumar et al., 2022)

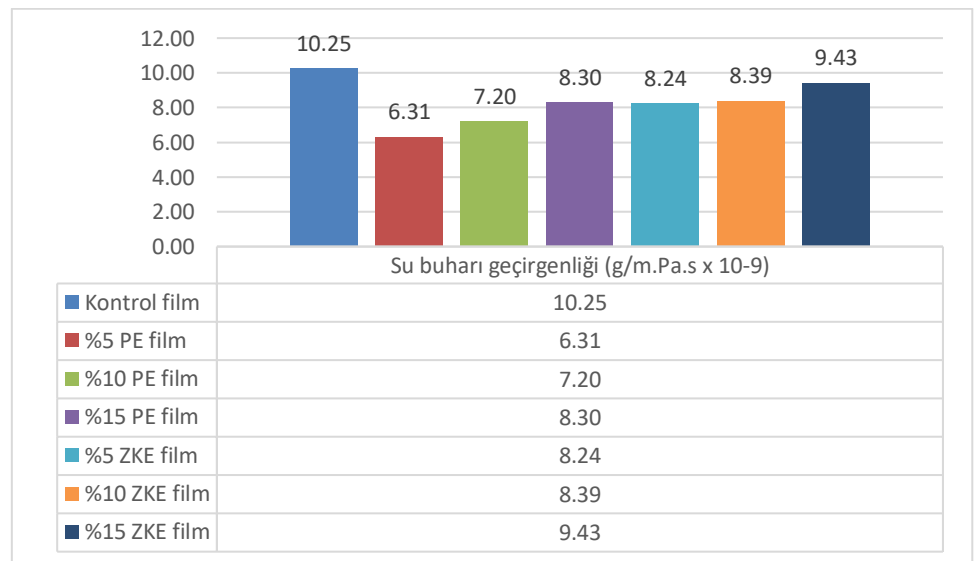


Şekil 4.5 Yenilebilir filmlerin suda çözünürlüklerinin kıyaslanması

Çizelge 4.2 incelendiğinde suda çözünürlük değerleri bakımından kontrol ve PE filmleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0.05$) (Ek

10). Yenilebilir filmin içerdği PE'ı konsantrasyonu arttıkça suda çözünürlüğün arttığı belirlenmiştir (Şekil 4.5). Ma et al. (2012) tarafından zeytinyağı içeren jelatin bazlı yenilebilir film kaplamalar (% a/a 0-5-10-15-20, zeytinyağı/protein) üretilerek suda çözünürlük değerleri incelenmiştir. Suda çözünürlük değerleri %22.07 ile %44.67 arasında saptanmıştır. Yapılan çalışmada zeytinyağı ilavesi ile yenilebilir filmlerin suda çözünürlüğünün azaldığı tespit edilmiştir. Mevcut sonuçlar, jelatin bazlı yenilebilir filmlere PE'ı ve zeytinyağı ilavesinin yenilebilir filmlerin suda çözünürlüğünü azalttığı yönündedir.

Çizelge 4.2 incelendiğinde ZKE yenilebilir filmlerinin suda çözünürlük değerleri %32.30-36.98 arasında belirlenmiştir (Şekil 4.5). Kontrol ile ZKE yenilebilir filmlerinin suda çözünürlük değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmemiştir ($p>0.05$) (Ek 10). Martiny et al. (2020) tarafından hazırlanan karregen bazlı yenilebilir filmlerin suda çözünürlük değerleri kontrol yenilebilir filmde %82.60, zeytin yaprağı ekstraktı ilave edilen yenilebilir filmlerde %76.60 olarak saptanmıştır. Martiny et al. (2020) tarafından üretilen yenilebilir filmlerin suda çözünürlük değerlerinin ZKE filmlerinden daha yüksek belirlenmesinin nedeni, karregen bazlı yenilebilir filmlerin polisakkarit yapıda olmasından dolayı jelatin bazlı yenilebilir filmlere göre daha yüksek hidrofilik özellikte olmasından kaynaklanması olarak açıklanabilir.

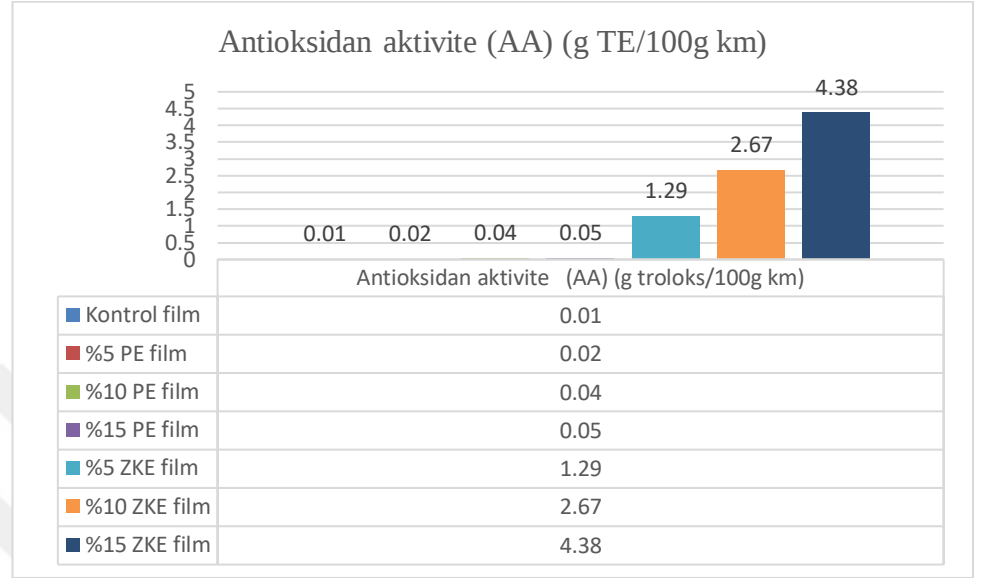


Şekil 4.6 Yenilebilir filmlerin su buharı geçirgenliğinin kıyaslanması

Çizelge 4.2’de PE yenilebilir filmleri arasındaki su buharı geçirgenlikleri incelendiğinde, kontrol filmi 10.25×10^{-9} g/m.Pa.s ile en yüksek su buharı geçirgenliğinde tespit edilirken, PE yenilebilir filmleri içinde 8.30×10^{-9} g/m.Pa.s ile %15 PE yenilebilir filmi en yüksek su buharı geçirgenlik değerinde tespit edilmiştir (Şekil 4.6). Yenilebilir film içeriğindeki PE konsantrasyonu arttıkça filmlerin su buharı geçirgenliği artmıştır ($p>0.05$) (Ek 11). Garcia et al. (2020) tarafından farklı oranlarda zeytin ekstraktları ile hazırlanan yenilebilir filmlere ait su buharı geçirgenliği değerleri incelendiğinde zeytin ekstraktının nişasta-gliserol yenilebilir filminin su buharı geçirgenliğini etkilediği bildirilmiştir. Yenilebilir filmlere ait su buharı geçirgenlik değerlerinin $15-33 \times 10^{-4}$ kg/m.Pa.s arasında değişim gösterdiği ve en düşük su buharı geçirgenliğinin zeytin ekstraktını en fazla içeren yenilebilir film formülasyonuna (% 0.2, a/a) ait olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, yapılan bu çalışmada zeytin ekstraktının yenilebilir film formülasyonundaki oranı arttıkça yenilebilir filmin su buharı geçirgenliğinin azaldığı ifade edilmiştir (Garcia et al., 2020). Literatürdeki bazı çalışmalarda su buharı geçirgenlikleri yenilebilir film formülasyon içeriğine bağlı olarak değişim göstermiştir. Karregen bazlı yenilebilir filmlerin su buharı geçirgenlikleri, jelatin bazlı yenilebilir filmlere göre daha düşük miktarda tespit edilmiştir (Martiny et al., 2020; Garcia et al., 2020).

Çizelge 4.2’de ZKE yenilebilir filmleri arasındaki su buharı geçirgenlikleri incelendiğinde %5 ZKE yenilebilir filminin en düşük değere ($8.24 \text{ g/m.Pa.s} \times 10^{-9}$), sahip olduğu belirlenmiştir ($p>0.05$) (Şekil 4.6). ZKE yenilebilir filmlerinin su buharı geçirgenlikleri kontrol filmi ile benzer özellik göstermiştir ($p>0.05$) (Ek 11). Martiny et al. (2020) tarafından su buharı geçirgenliği açısından incelenen karregen bazlı yenilebilir filmin (kontrol) su buharı geçirgenliği $6.61 \text{ g/m.Pa.s} \times 10^{-11}$, zeytin yaprağı ekstraktı ilave edilmiş karregen bazlı yenilebilir filmin su buharı geçirgenliği ise $7.43 \text{ g/m.Pa.s} \times 10^{-11}$ olarak saptanmıştır. Martiny et al. (2020) tarafından üretilen yenilebilir filmlerin su buharı geçirgenlikleri, ZKE filmlerinin su buharı geçirgenliklerinden daha düşük tespit edilmiştir. Yenilebilir filmlerin su buharı geçirgenlikleri arasında görülen farklılıkların filmlerin % bağıl nem farkından ve/veya film kalınlığından kaynaklanabileceği ifade edilmiştir (Martiny et al., 2020). ZKE ve zeytin yaprağı ekstraktı gibi ekstraktların yenilebilir

film formülasyonuna ilave edilmesinin yenilebilir film formülasyonlarının ağırlıklarını arttığı ve film kalınlıklarının kontrol filmlerine göre arttığı, su buharı geçirgenliğini azalttığı söylenebilir.

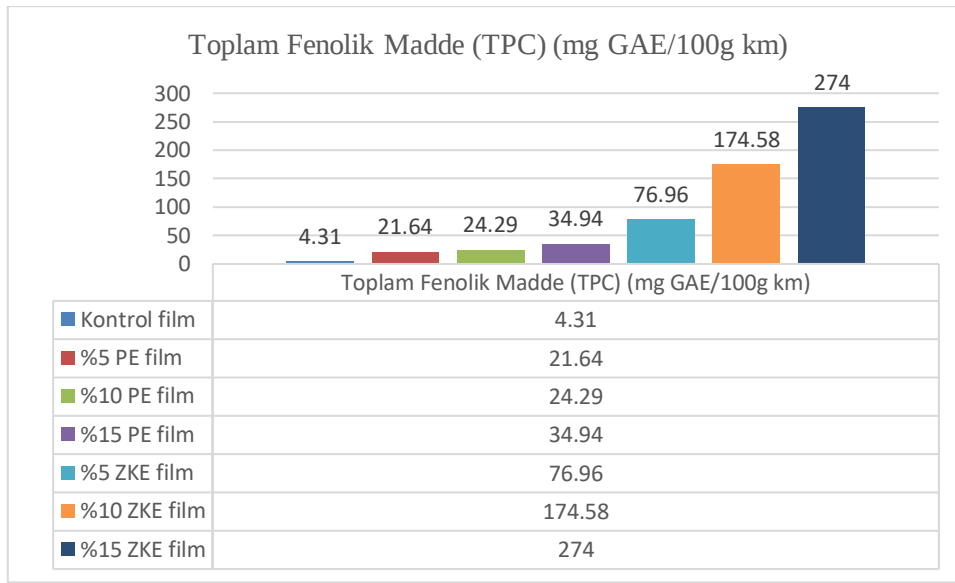


Şekil 4.7 Yenilebilir filmlerin AA içeriklerinin kıyaslanması

Çizelge 4.2'den görüldüğü gibi AA incelendiğinde PE filmlerine ait AA'nin kontrol filmine göre daha yüksek olduğu ve yenilebilir film formülasyonundaki PE içeriği arttıkça AA'nin artış gösterdiği tespit edilmiş, ancak PE yenilebilir filmleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmemiştir ($p>0.05$)(Ek 12). Garcia et al. (2020) tarafından AA'si (DPPH, %) incelenen yenilebilir film örneklerinde AA değeri kontrol filminde %0.71 ile en düşük, %0.2 zeytin ekstraktı içeren yenilebilir filminde %96.02 ile en yüksek değer olarak saptanmıştır. Bu çalışmada, film formülasyonunda zeytin ekstraktı oranı arttıkça yenilebilir filmin AA değerinde artış gözlenmiştir.

Çizelge 4.2'den görüldüğü gibi AA değerleri incelendiğinde ZKE filmlerinin AA değerlerinin kontrol filmine göre önemli derecede daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$) (Ek 12). Yenilebilir film formülasyonundaki ZKE konsantrasyonu arttıkça yenilebilir filmin AA değeri önemli derecede artış göstermiştir ($p<0.05$). En yüksek AA 4.38 g TE/100g k.m. ile %15 ZKE yenilebilir

filminde saptanmıştır (Şekil 4.7). Albertos et al. (2017) tarafından balık jelatin yenilebilir filmine farklı oranlarda zeytin yaprağı ekstraktı (% 0, 1.88, 3.75, 5.63, a/a) ilave edilmiştir. Zeytin yaprağı ekstraktı ilaveli yenilebilir filmlerin TPC ve AA değerleri değerlendirildiğinde yenilebilir film formülasyonunda zeytin yaprağı ekstraktı arttıkça yenilebilir filmlerin TPC ve AA değerlerinde artış saptanmıştır. Zeytin yaprağı ekstraktı içermeyen balık jelatin yenilebilir filminin (%0, kontrol) AA değeri 0.95 mg TE/g k.m. , %5.63 zeytin yaprağı ekstraktı ilave edilmiş balık jelatin yenilebilir filminin AA değeri 173.77 mg TE/g k.m. olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.8 Yenilebilir filmlerin TPC içeriklerinin kıyaslanması

Çizelge 4.2’den görüldüğü gibi PE yenilebilir filmlerinin TPC içeriklerinin kontrol filmine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Yenilebilir filmdeki PE konsantrasyonu arttıkça TPC içeriği de artış göstermiştir ($p < 0.05$) (Ek 13). Dolayısıyla, PE’ndan gelen TPC içeriğinin, yenilebilir filmin TPC içeriğini arttırdığı saptanmıştır (Şekil 4.8). Velásquez et al. (2022) k-karragenan filmlerine %5 (a/h) oranında fenolik bileşence zengin bal (Quillay ve Ulmo) ve arı polen ekstraktlarını eklemiştir. Ekstrakt ilave edilen k-karregenan yenilebilir filmlerinin tümünün TPC içeriğinin kontrol örneğine göre önemli derecede artış gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca, TPC ile AA’nin yakın korelasyonu göz önüne alındığında, TPC’in AA’nin bir göstergesi olarak kullanılabileceği belirtilmiştir.

Çizelge 4.2'den görüldüğü gibi TPC içerikleri incelendiğinde ZKE konsantrasyonunun artışıyla TPC değerinin istatistiksel olarak anlamlı artış gösterdiği belirlenmiştir ($p<0.05$) (Ek 13). En yüksek TPC içeriği 274 mg GAE/100g k.m. ile %15 ZKE yenilebilir filminde tespit edilmiştir (Şekil 4.8). ZKE yenilebilir filmleri arasından %5 ZKE yenilebilir filmi 76.96 mg GAE/100g km ile en düşük TPC içeriğinde bulunmuştur. ZKE yenilebilir filmlerinin kontrol yenilebilir filmine göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek miktarda TPC içerdiği saptanmıştır ($p<0.05$). Albertos et al. (2017) tarafından yapılan çalışmada zeytin yaprağı ekstraktı içermeyen balık jelatin yenilebilir filminin (%0, kontrol) TPC içeriği 0.31 mg GAE/g k.m. ile en düşük değerde, %5.63 zeytin yaprağı ekstraktı ilave edilmiş balık jelatin yenilebilir filminin TPC içeriği 26.69 mg GAE/g k.m. ile en yüksek değerde saptanmıştır.

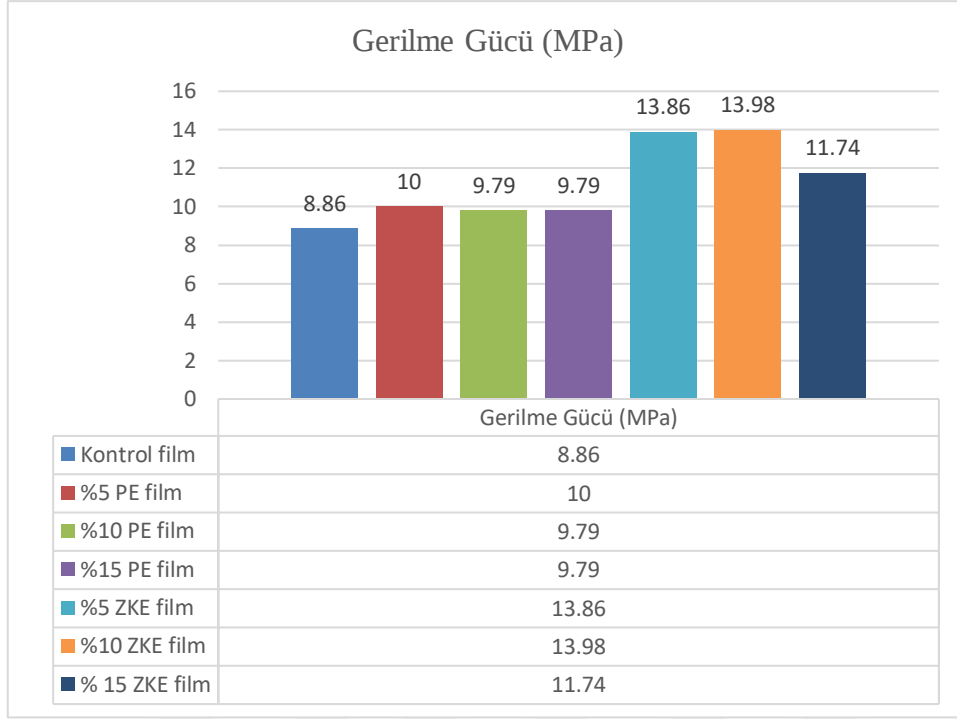
4.3. Yenilebilir Filmlerin Doku Analizi

Yenilebilir filmlere ait gerilme gücü ve uzama miktarlarına ait değerler Çizelge 4.3 ve Şekil 4.9, 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.3 Yenilebilir filmlerinin dokusal özellikleri

Film kaplama materyali	Gerilme Gücü (MPa)	Uzama (%)
Kontrol	8.86±1.06 ^a	100.52±5.49 ^d
%5 PE	10.00±1.01 ^b	85.30±2.65 ^{b,c}
%10 PE	9.79±0.98 ^b	87.09±4.35 ^c
%15 PE	9.79±1.00 ^b	82.09±8.36 ^b
%5 ZKE	13.86±0.90 ^d	82.96±4.81 ^{b,c}
%10 ZKE	13.98±1.57 ^d	75.78±4.05 ^a
% 15 ZKE	11.74±0.92 ^c	99.64±3.96 ^d

a, b, c, d: Aynı sütundaki farklı harfler $p<0.05$ düzeyinde önemlidir

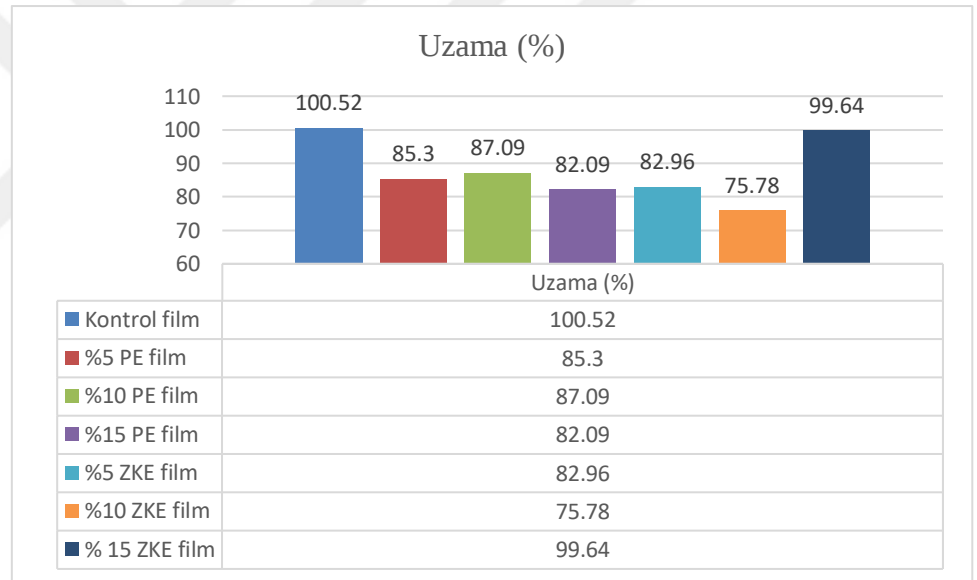


Şekil 4.9 Yenilebilir filmlerin gerilme gücünün kıyaslanması

Çizelge 4.3'ten görüldüğü gibi gerilme gücü değerleri incelendiğinde PE ilave edilen yenilebilir filmlerin gerilme gücünün kontrol filmine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$) (Şekil 4.9). PE içeren filmler arasındaki gerilme gücünde anlamlı düzeyde farklılık gözlenmemiştir ($p > 0.05$) (Ek 14). Garcia et al. (2020) tarafından hazırlanan zeytin ekstraktı ilave edilen yenilebilir filmlerin gerilme kuvvetleri incelendiğinde kontrol filminin gerilme gücü 3.4 MPa olarak tespit edilirken %0.05 ve %0.1 zeytin ekstraktı içeren yenilebilir filmlerin gerilme gücü sırasıyla 4.1 ve 4.6 MPa olarak saptanmış ve %0.2 zeytin ekstraktı ilaveli yenilebilir filmin gerilme gücünün kontrol filmine göre önemli düzeyde azaldığı (2.1 MPa) belirlenmiştir. Yenilebilir film formülasyonuna %0.2 oranında zeytin ekstraktının ilavesinin nişasta/gliserol matriksine önemli düzeyde etki ettiği ve mekanik özelliklerinde azalmaya neden olurken filmin esnekliğini ise arttırdığı ifade edilmiştir (Garcia et al. 2020). PE ilave edilmiş yenilebilir filmlerin gerilme gücündeki değişim Garcia et al. (2020)'nin elde ettiği sonuçlarla benzerlik göstermiştir.

Çizelge 4.3'ten görüldüğü gibi ZKE ilave edilen yenilebilir filmlerin gerilme gücünün kontrol filmine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$) (Ek 14). %5 ve %10 ZKE yenilebilir film formülasyonlarının gerilme gücü değerleri

benzerlik göstermiştir ($p>0.05$). Ayrıca %15 ZKE yenilebilir film formülasyonlarının gerilme gücüne göre daha yüksek değerde tespit edilmiştir ($p<0.05$) (Şekil 4.9). Ye et al. (2022) tarafından hazırlanan jelatin yenilebilir filminin gerilme gücü 14.08 MPa, yaban mersini pektini ilave edilen (SBP/Jel) jelatin yenilebilir filminin gerilme gücü ise 25.09 MPa olarak saptanmıştır. SBP ilavesi ile jelatin yenilebilir filminin gerilme gücü artış göstermiştir. ZKE ilave edilen filmlerin gerilme gücündeki değişim Ye et al. (2022) tarafından elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermiştir. Ye et al. (2022) tarafından bu durumun polifenollerin jelatin ile birlikte hidrofobik etkileşim kazanarak hidrojen bağları yoluyla proteinin ikincil yapısını etkilemesinden ve yenilebilir filmlerin esnekliğini azaltmasından kaynaklandığı bildirilmiştir.



Şekil 4.10 Yenilebilir filmlerin uzama yüzdelerinin kıyaslanması

Çizelge 4.3'ten görüldüğü gibi PE yenilebilir filmleri arasındaki uzama değerlerinin %82.09-100.52 arasında olduğu saptanmıştır (Şekil 4.10). Yenilebilir filmlerin uzama değeri PE ilavesi ile azalma göstermiştir ($p<0.05$) (Ek 14). Farklı konsantrasyondaki PE filmlerinin uzama değerleri arasında istatistiksel olarak önemli fark gözlenmemiştir ($p>0.05$) (Ek 14). Garcia et al. (2020) tarafından yapılan çalışmada, kontrol filminin uzama değeri %67 ile en yüksek değerde, zeytin

ekstraktı içeren yenilebilir filmlerin uzama değerleri %41-47 aralığında tespit edilmiştir. Bu çalışmada zeytin ekstraktı ilavesi yenilebilir filmlerin uzama değerlerinin azalmasına neden olurken kontrol yenilebilir filmine göre fonksiyonel özelliklerin geliştiği belirtilmiştir. PE ile üretilen yenilebilir film formülasyonlarında uzama değerleri kontrol filmine göre daha düşük oranda tespit edilmiştir. Nitekim, yenilebilir filmlerin uzama değerlerine ait sonuçlar Garcia et al. (2020) tarafından yapılan çalışma sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.3'ten görüldüğü gibi ZKE yenilebilir filmleri açısından uzama değerleri incelendiğinde ZKE yenilebilir filmlerinin uzama değerleri kontrol yenilebilir filminin uzama değerine göre daha düşük saptanmıştır (Şekil 4.10). Yenilebilir filmlerin gerilme gücü azaldıkça uzama değerleri artış göstermiştir. Kontrol yenilebilir filminin uzama değeri, %5 ve %10 ZKE yenilebilir filmlerine göre istatistiksel anlamda önemli düzeyde farklı bulunmuştur ($p < 0.05$) (Ek 14). Ye et al. (2022) tarafından yapılan çalışmadaki jelatin filminin uzama değeri %70.05, yaban mersini pektini ilave edilmiş jelatin yenilebilir filminin (SBP/Jel) uzama değeri %41.66 olarak saptanmıştır. Yenilebilir filmlere SBP ve ZKE ilave edilmesi jelatin bazlı yenilebilir filmlerinin uzama değerlerinde azalmaya neden olmuştur. Literatürde yapılan çalışmalarda, uzama değerindeki benzer azalış çapraz bağlı dialdehit karboksimetilselüloz ilave edilmiş jelatin filmlerinde, nar çekirdek suyu ilave edilmiş balık jelatin filmlerinde de gözlenmiştir (Mu et al., 2012; Valdés et al., 2020). Mekanik özelliklerde görülen değişimin polimerler ve ilave edilen katkılar arasındaki etkileşime bağlı olduğu belirtilmiştir. Yenilebilir film formülasyonlarındaki serbest hacim ve moleküler hareketliliğin mekanik özelliklerin gücünü azalttığı bildirilmiştir (Kumar et al., 2022). %15 ZKE ekstraktı ilavesi yenilebilir filmlerinin su buharı geçirgenliğini arttırdığından kontrol yenilebilir filmi ile benzer değerler elde edilmiştir. Su buharı geçirgenliği ile ilişkili olan gerilme gücü ve uzama yüzdesi gibi yenilebilir film dokusuna ait değerler %15 ZKE ilaveli yenilebilir filmlerin bu değerlerinin kontrol filmine yakın değerlerde saptanmasına neden olmuştur. %15 ZKE, su buharı geçirgenliğinde artışa neden olduğu için polimerler arası su moleküllerinin artışı plastikleştirici görevi görmüştür. Protein zincirleri arası hidrojen bağları azalması ve zincirlerin hareketliliğinin artması nedeniyle filmin çekme kuvvetinin azaldığı, elastikiyet ve uzama katsayısının arttığı düşünülmektedir (Çağrı-Mehmetoğlu, 2010).

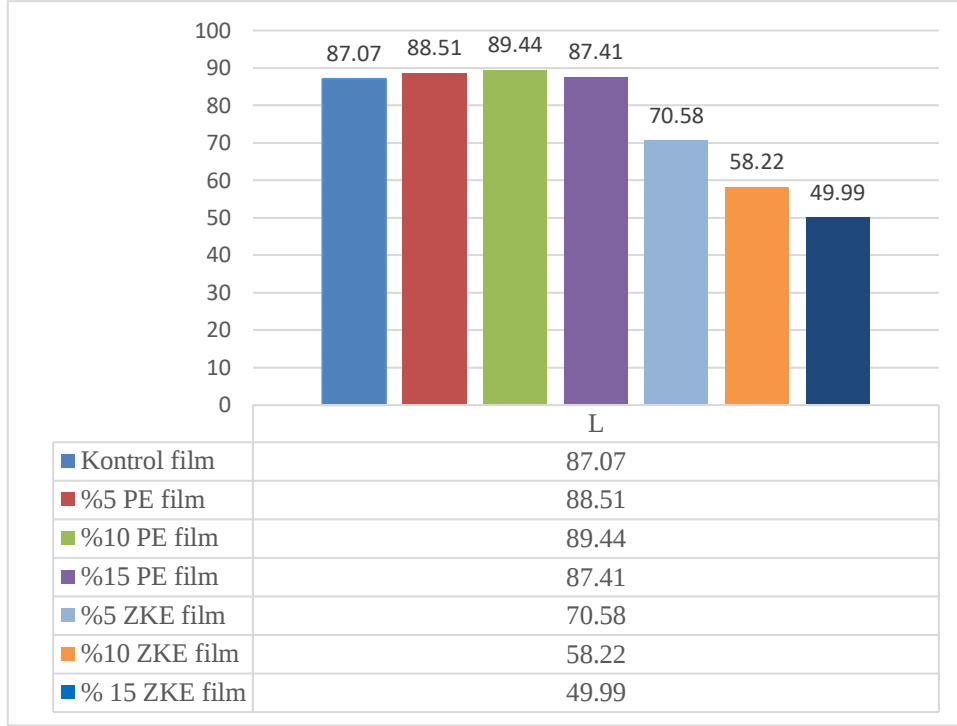
4.4. Yenilebilir Filmlerinin Renk Analizi

Yenilebilir filmlerine ait L, a, b, ΔE ve BI'ya ait değerler Çizelge 4.4 ve Şekil 4.11, 4.12, 4.13, 4.14, 4.15'te verilmiştir.

Çizelge 4.4 Yenilebilir filmlerin renk değerleri

Filmkaplama materyali	L	a	b	ΔE	BI
Kontrol	87.07±0.42 ^d	-0.50±0.07 ^d	2.57±0.24 ^a	-	86.81±0.00 ^e
%5 PE	88.51±0.82 ^{de}	-0.80±0.04 ^c	4.96±0.11 ^b	2.66±0.70 ^a	87.45±0.80 ^e
%10 PE	89.44±0.45 ^e	-0.88±0.12 ^c	6.14±0.72 ^c	4.35±0.45 ^b	87.75±0.73 ^e
%15 PE	87.41±2.33 ^d	-1.24±0.30 ^b	7.52±0.88 ^d	5.43±0.70 ^c	85.25±2.44 ^d
%5 ZKE	70.58±0.33 ^c	-2.15±0.05 ^a	17.98±0.35 ^e	15.15±0.42 ^d	65.45±0.42 ^c
%10 ZKE	58.22±0.72 ^b	-0.23±0.19 ^e	25.60±0.48 ^f	36.92±0.44 ^e	51.00±0.49 ^b
%15 ZKE	49.99±0.47 ^a	1.70±0.23 ^f	26.07±0.26 ^f	43.96±0.39 ^f	43.58±0.40 ^a

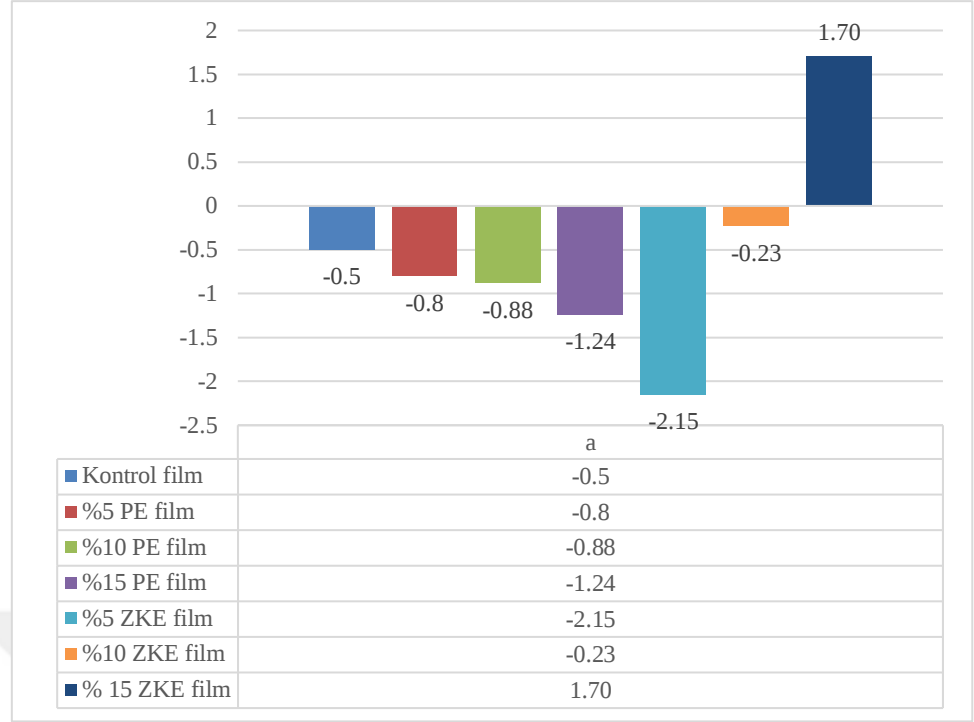
a, b, c, d, e, f: Aynı sütundaki farklı harfler $p < 0.05$ düzeyinde önemlidir



Şekil 4.11 Yenilebilir filmlerin L değerlerinin kıyaslanması

Çizelge 4.4'ten görüldüğü gibi PE yenilebilir filmleri açısından L değerleri incelendiğinde kontrol yenilebilir filmi ve PE yenilebilir filmleri arasında aydınlık değerleri açısından istatistiksel olarak fark belirlenmemiştir ($p>0.05$). %5, 10 ve 15 oranlarında PE içeren yenilebilir filmlerin aydınlık değerleri arasında önemli fark saptanmamıştır ($p>0.05$) (Ek 15).

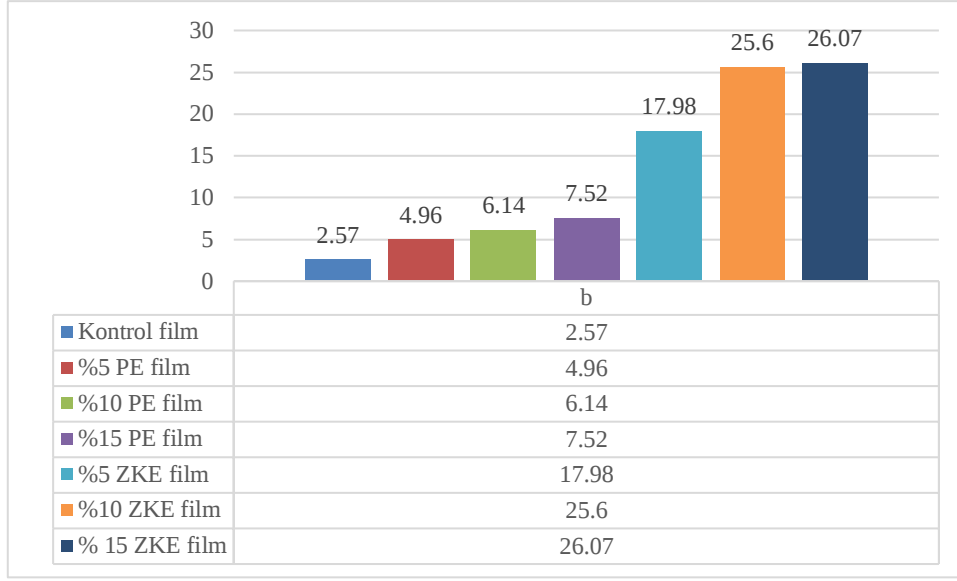
Çizelge 4.4'ten görüldüğü gibi ZKE yenilebilir filmleri açısından L değerleri incelendiğinde yenilebilir filmlerdeki ZKE miktarı arttıkça filmlerin aydınlık değeri azalmıştır ($p<0.05$) (Ek 15). En yüksek aydınlık değeri 87.07 ile kontrol yenilebilir filmde belirlenirken en düşük L değeri 49.99 ile %15 ZKE yenilebilir filmde belirlenmiştir ($p<0.05$) (Şekil 4.11).



Şekil 4.12 Yenilebilir filmlerin a değerlerinin kıyaslanması

Çizelge 4.4'ten görüldüğü gibi PE yenilebilir filmleri açısından a değerleri incelendiğinde yenilebilir filmlerin a (kırmızılık) değerlerinin PE konsantrasyonu arttıkça azaldığı belirlenmiştir (Şekil 4.12). Kontrol yenilebilir filminin a (kırmızılık) değeri ile PE ilave edilmiş yenilebilir filmler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmiştir ($p < 0.05$) (Ek 15). Yenilebilir filmlerinin a değerleri PE içeriği arttıkça yeşil renge doğru değişim göstermiştir.

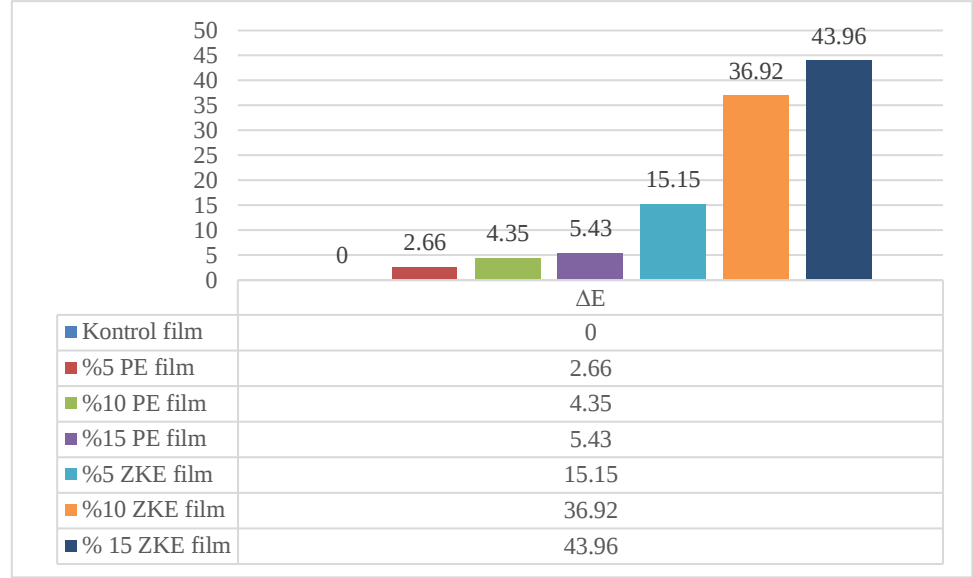
Çizelge 4.4'ten görüldüğü gibi ZKE yenilebilir filmleri açısından a değerleri incelendiğinde yenilebilir filmlerin a (kırmızılık) değerleri, ZKE ilavesi ile arttığı belirlenmiştir (Şekil 4.12). En yüksek kırmızılık değeri 1.70 ile %15 ZKE yenilebilir filmde saptanırken, kontrol ile ZKE yenilebilir filmleri arasındaki a değerleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$) (Ek 15). Kontrol, %5 ve %10 ZKE yenilebilir filmlerinin a değerleri negatif bölgede olup yeşil renk aralığında iken %15 ZKE yenilebilir filminin a değeri pozitif bölgede kırmızı renk aralığında tespit edilmiştir.



Şekil 4.13 Yenilebilir filmlerin b değerlerinin kıyaslanması

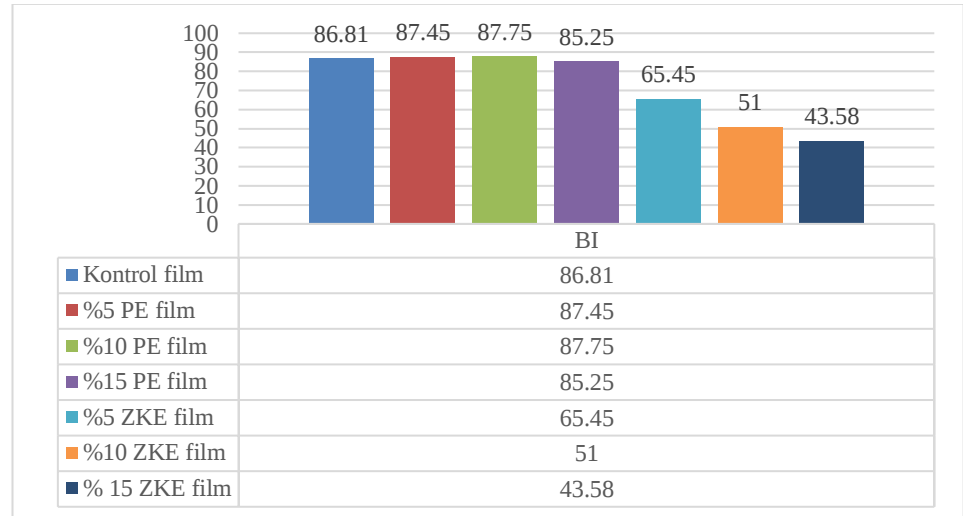
Çizelge 4.4'ten görüldüğü gibi PE yenilebilir filmleri açısından b değerleri incelendiğinde PE konsantrasyonu arttıkça yenilebilir filmlerinin b (sarılık) değerinin arttığı saptanmıştır ($p < 0.05$) (Şekil 4.13) (Ek 15). Kontrol yenilebilir filmi ile PE yenilebilir filmlerine ait b değerleri arasında önemli istatistiksel fark olduğu görülmüştür ($p < 0.05$) (Ek 15).

Çizelge 4.4'ten görüldüğü gibi ZKE yenilebilir filmleri açısından b değerleri incelendiğinde yenilebilir filmlerin b (sarılık) değerlerinde ZKE ilavesi ile artış saptanmıştır ($p < 0.05$) (Şekil 4.13). Kontrol yenilebilir filmi ile ZKE yenilebilir filmleri arasındaki b (sarılık) değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır ($p < 0.05$) (Ek 15).



Şekil 4.14 Yenilebilir filmlerin ΔE değerlerinin kıyaslanması

Çizelge 4.4'ten görüldüğü gibi PE yenilebilir filmleri açısından ΔE değerleri incelendiğinde yenilebilir film formülasyonundaki PE artışına bağlı olarak ΔE anlamlı düzeyde artmıştır ($p < 0.05$) (Şekil 4.14) (Ek 15). Çizelge 4.4'te ZKE yenilebilir filmleri arasındaki ΔE değerleri incelendiğinde yenilebilir film formülasyonundaki ZKE artışına bağlı olarak ΔE anlamlı düzeyde artış göstermiştir ($p < 0.05$). ZKE yenilebilir filmlerinin ΔE değerleri, PE yenilebilir filmlerine göre daha yüksek değerlerde tespit edilmiştir ($p < 0.05$) (Şekil 4.14) (Ek 15).



Şekil 4.15 Yenilebilir filmlerin BI değerlerinin kıyaslanması

Çizelge 4.4'ten görüldüğü gibi PE yenilebilir filmleri açısından BI değerleri incelendiğinde kontrol ile %5 ve %10 PE yenilebilir filmleri arasındaki beyazlık derecesi arasında önemli fark saptanmazken, %15 PE yenilebilir filminin BI değerinin kontrol filmine göre önemli düzeyde azaldığı belirlenmiştir ($p>0.05$) (Şekil 4.15) (Ek 15). Ayva çekirdeği müsilaajından üretilen yenilebilir filmlerin BI değerlerinin incelendiği bir çalışma, %25, 35 ve 50 (a/a) oranlarında gliserol ilave edilmesi ile yenilebilir filmlerin BI değerlerini arttırdığını göstermiştir ($p<0.05$) (Jouki et al., 2013).

Çizelge 4.4'ten görüldüğü gibi BI değerleri incelendiğinde ZKE yenilebilir filmlerinin BI değerlerinin kontrol filmine göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$) (Şekil 4.15). En düşük BI değeri, 43.58 beyazlık indeksi değeri ile % 15 ZKE yenilebilir filmde hesaplanmıştır. Yenilebilir film formülasyonunda ZKE miktarı arttıkça yenilebilir filmin BI değeri azalmıştır ($p<0.05$) (Ek 15). Literatürde farklı ekstraktlarla hazırlanan yenilebilir filmlerin BI değerleri, elde ettiğimiz sonuçlardan farklılıklar gösterebilmektedir (Jouki et al., 2013).

Garcia et al. (2020) tarafından farklı oranlarda zeytin ekstraktı (%0, 0.05, 0.1, 0.2) ilave edilerek üretilen mısır nişastası bazlı yenilebilir filmlerin L, a, b, ΔE ve BI değerleri incelenmiştir. Kontrol filmi ile karşılaştırılan zeytin ekstraktı ilave edilmiş yenilebilir filmlerin zeytin ekstraktı içeriği arttıkça yenilebilir filmin transparanlığının azaldığı ve sarı renk oluşumunda artış gözlemlendiği ifade edilmiştir. Yenilebilir film formülasyonunda zeytin ekstraktı oranı arttıkça L değerleri azalırken a ve b değerlerinin arttığı belirtilmiştir. Toplam renk farkı (ΔE) değerinin %0.2 zeytin ekstraktı ilaveli yenilebilir filmlerde belirgin derecede arttığı, BI değerlerinin zeytin ekstraktı ilavesi ile azalma eğiliminde olduğu ifade edilmiştir. Zeytin ekstraktından gelen doğal sarı rengin yenilebilir filmlerin rengini koyulaştırdığı bildirilmiştir. PE ile hazırlanan yenilebilir filmlerin L, b, ΔE ve BI değerlerindeki değişimler Garcia et al. (2020) tarafından zeytin ekstraktları ile hazırlanan yenilebilir filmler ile benzer sonuçlar göstermiştir.

Martiny et al. (2022) tarafından üretilen zeytin yaprağı ekstraktı ilave edilen karregenat filmlerinin renk değerleri incelendiğinde, zeytin yaprağı ilave edilen filmlerin ΔE değeri 64.72 olarak saptanmış olup toplam renk farkının kontrol

filmine göre değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Yenilebilir filme zeytin yaprağı ekstraktı ilavesi ile L değerinin azaldığı, a değerinin artması ile kırmızı renge doğru değiştığı, b (sarılık) değerinin önemli derecede arttığı ifade edilmiştir. ZKE ilave edilen yenilebilir filmlerin L, a, b ve ΔE değerlerindeki değişimin Martiny et al. (2020)'ın yaptığı çalışmada belirlediği değişimlerle benzer olduğu görülmüştür.

Literatürde birçok yenilebilir film formülasyonu geliştirilmiş olup kaplandığı ürünlerin tüketici tarafından kabul edilebilirliğini etkileyen yenilebilir filmlerin renk değerleri incelenmiştir. Farklı oranlarda (%0, 1, 2, 3) kolza tohumu yağı ilave edilen yenilebilir filmin renk değerlerinin incelendiği bir çalışmada kolza tohumu yağı miktarı arttıkça yenilebilir filmin L değerinin 88.7'den 82.8'e kadar azaldığı, a (kırmızılık) değerlerinin azalma gösterdiği, b (sarılık) değerinin ise artış gösterdiği tespit edilmiştir. %0, 1 ve 2 kolza tohumu yağı içeren yenilebilir filmlerde a değerleri pozitif değerlerde olup kırmızı renk aralığında iken %3 kolza tohumu yağı ilaveli yenilebilir filmin a değeri negatif değerde olup yeşil renk aralığında bulunmuştur. Kolza tohumu yağı ilavesi ile yenilebilir filmlerin a değerleri 0.16'dan -0.26 değerine doğru azalma göstermiştir. Ancak bu azalış %2 kolza tohumu yağı ilaveli yenilebilir filmde 0.53 olan a değeri ile istisna sonuç göstermiştir. Bu durumun film çözeltisi emülsiyonundaki yağ dağılımının homojen olmamasından kaynaklanmış olabileceği ifade edilmiştir. Ayrıca, %2 yağ içeren film emülsiyonunun en fazla sayıda büyük yağ damlacıklarına sahip olması nedeniyle yenilebilir filmin yüzeyinde düzensiz bir şekilde dağıldığı bildirilmiştir (Galus, 2018). %5 ZKE yenilebilir filminin a değerindeki istisnai artış Galus (2018) tarafından yapılan çalışma ile benzerlik göstermiştir. Kolza tohumu yağının yenilebilir film formülasyonundaki konsantrasyonu arttıkça b değerinin artış göstermesi kolza yağının sarı renkte olmasından kaynaklandığı ve yenilebilir filmin renk parametrelerini etkilediği ifade edilmiştir (Galus, 2018). ZKE'den gelen kahverengi rengin yenilebilir filmin b değerinde artışa neden olduğu ve Galus (2018)'un elde ettiği b değerlerinden daha yüksek miktarda olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun ZKE'nin kolza tohumu yağına göre farklı renkte olmasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

4.5. Yenilebilir Filmi Kaplı Olgunlaştırılmış Taze Kaşar Peynirlerine Uygulanan Analizler

4.5.1. Duyusal değerlendirme

Yenilebilir filmlerin sıralama testi toplamaları Çizelge 4.5'te verilmiştir. Çizelge 4.5'teki sıralama toplamaları 4 işlem ve 7 tekrar olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.5 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin sıralama toplamaları

Örnek adı	Renk	Lezzet	Tercih
Kontrol	10	24	25
%5 PE	21	16	18
%10 PE	18	15	14
%15 PE	13	16	14
%5 ZKE	18	17	17
%10 ZKE	18	17	17
%15 ZKE	27	12	12

Elde edilen veriler Wilcoxon işaretli sıralar testi ile değerlendirildiğinde, kontrol film kaplı kaşar peynirlerinin renk, lezzet ve tercih sıralamalarında anlamlı fark saptanmamıştır ($p>0.05$). Kontrol film kaplı kaşar peynirlerinin lezzet ($Mdn=4$) ve tercih ($Mdn=4$) sıralamaları renk ($Mdn=1$) sıralamasına göre daha yüksek değerde tespit edilmiştir (EK 16).

%5 PE film kaplı kaşar peynirlerinin renk, lezzet ve tercih sıralamaları anlamlı fark göstermemiştir ($p>0.05$). %5 PE film kaplı kaşar peynirlerinin renk sıralaması ($Mdn=4$) lezzet ve tercih ($Mdn=3$) sıralamalarına göre daha yüksek değerde tespit edilmiştir (EK 16).

%10 PE film kaplı kaşar peynirlerinin renk, lezzet sıralamasında anlamlı fark göstermezken ($p>0.05$) tercih sıralamasında anlamlı fark oluşmuştur ($p<0.05$). %10 PE film kaplı kaşar peynirlerinin renk, lezzet ve tercih sıralamaları ($Mdn=2$) eşit değerlerde tespit edilmiştir . (EK 16).

%15 PE film kaplı kaşar peynirlerinin renk, lezzet ve tercih sıralamalarında anlamlı fark göstermiştir ($p<0.05$). %15 PE film kaplı kaşar peynirlerinin renk, lezzet ve tercih sıralamaları ($Mdn=2$) eşit değerlerde tespit edilmiştir (EK 16).

%5 ZKE film kaplı kaşar peynirlerinin renk, lezzet ve tercih sıralamalarında anlamlı fark göstermiştir ($p<0.05$). %5 ZKE film kaplı kaşar peynirlerinin renk sıralaması ($Mdn=3$), lezzet ve tercih ($Mdn=2$) sıralamalarına göre daha yüksek değerlerde tespit edilmiştir (EK 16).

%10 ZKE film kaplı kaşar peynirlerinin renk, lezzet ve tercih sıralamalarında anlamlı fark göstermiştir ($p<0.05$). %10 ZKE film kaplı kaşar peynirlerinin renk sıralaması ($Mdn=3$), lezzet ve tercih ($Mdn=2$) sıralamalarına göre daha yüksek değerlerde tespit edilmiştir (EK 16).

Çizelge 4.5'te görüldüğü gibi %15 ZKE film kaplı kaşar peynirlerinin renk, lezzet ve tercih sıralamalarında anlamlı fark göstermiştir ($p<0.05$). %15 ZKE film kaplı kaşar peynirlerinin renk sıralaması ($Mdn=4$), lezzet ve tercih ($Mdn=2$) sıralamalarına göre daha yüksek değerlerde tespit edilmiştir (EK 16).

Sıralama testi sonuçları değerlendirildiğinde; sıralama toplamaları dikkate alındığında PE yenilebilir film kaplı peynirler arasında, %15 PE yenilebilir film kaplı örnekler, lezzet ve tercih açısından anlamlı fark oluşturmuştur ($p<0.05$). ZKE yenilebilir film kaplı peynirlerinin tümü renk, lezzet ve tercih bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark göstermiş olup ($p<0.05$) renk açısından sıralama değerleri değişiklik göstermiştir. %15 ZKE film kaplı kaşar peynirinin renk sıralama toplamının en yüksek, lezzet ve tercih sıralama toplamının ise en düşük değerlerde olduğu görülmektedir. Bu nedenle yenilebilir filmlere eklenecek PE ve ZKE oranları %5 ve %10 olarak seçilmiş, diğer analizler ve depolama çalışmasına bu oranlarla devam edilmiştir.

Civelek (2019) tarafından antagonistik maya ilave edilmiş yenilebilir film ile kaşar peynirleri kaplanarak 0. günde duyuşal değerlendirme yapılmıştır. Daldırma yöntemi ile kaplanan kaşar peyniri örnekleri görünüş, doku ve lezzet bakımından değerlendirilmiştir. Farklı kaplama materyali (Saf su, *W. Saturnus* içeren saf su,

peynir altı suyu proteini (PASP), *W. Saturnus* + PASP) ile kaplanmış peynir örneklerinin görünüş, doku ve lezzet özellikleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0.05$). Film çözeltisine ilave edilen mayanın çoğalırken metabolit üretmediği ve/veya ürettiği metabolitlerin ürünü lezzet açısından etkilemediği ifade edilmiştir.

Şengül ve Dağdemir (2017) yaptıkları çalışmada ayva çekirdeği jelini yenilebilir film kaplama olarak kaşar peynirlerini kaplamada kullanmışlardır. Kaplama yapılan kaşar peynirleri renk, görünüş, doku, tat ve koku açısından duysal olarak değerlendirilmiştir. Olgunlaşma süresi ve ambalaj ilişkisinin ölçülen ilgili duysal parametreler üzerinde istatistiksel olarak önemli etkisinin olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Civelek (2019) ve Şengül ve Dağdemir (2017) tarafından yapılan çalışmalarda antagonistik maya ve ayva çekirdeği jeli gibi bileşenler içeren filmlerle kaplanan kaşar peynirlerinin renk, lezzet gibi özelliklerinin etkilenmediği görülürken PE ve ZKE filmleri ile kaplanana kaşar peynirlerinde renk, lezzet gibi özelliklerinde farklılıklar saptanmıştır.

Saygılı (2015) tarafından yapılan araştırmada mersin uçucu yağı içeren yenilebilir filmleri üretilerek daldırma yöntemi kullanılarak kaşar peynirleri kaplanmıştır. Kaşar peyniri örneklerinde (kontrol (kaplamasız) (K), mersin uçucu yağı içermeyen yenilebilir film (F), mersin uçucu yağı içeren yenilebilir film (M)) olgunlaşmanın 1, 7, 15 ve 30. günlerinde renk, görünüş, doku, tat ve koku bakımından duysal olarak değerlendirilmiştir. Kaşar peynir örneklerinin renk değerleri açısından aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir ($p<0.05$). 30. gün depolama süresi sonucunda kaplamasız kaşar peyniri (K) örneğindeki renk değişimi önemsiz bulunurken F ve M örneklerinin renk değişimleri anlamlı farklılıkta saptanmıştır ($p<0.05$). En yüksek renk puanlarını kaplamasız kaşar peynirleri almıştır. Kesit ve görünüş açısından K ve F örnekleri M örneğine göre daha yüksek puan almıştır. Depolama süresi, kesit ve görünüş bakımından K ve F örneklerinde önemli fark oluştururken M örneklerinde anlamlı fark bulunmadığı belirtilmiştir. Doku olarak değerlendirilen kaşar peynir örnekleri en düşük doku puanlarını F ve M örnekleri almıştır. En düşük doku puanını M örneği almış olup orta sertlik derecesinde görülmüştür. Depolama süresi boyunca kaşar peynirlerinin yapısında görülen değişim anlamlı farklılıkta tespit edilmiştir

($p<0.05$). Kaplama materyaline göre karşılaştırılan kaşar peynirlerinin yapısındaki değişim önemli farklılıkta bulunmuştur ($p<0.05$). Depolama süreleri sonunda yenilebilir film ile kaplanan kaşar peynirlerinde yumuşama gözlemlendiği belirtilmiştir. Tat ve koku açısından K örneği “kendine has koku ve tatta”, F örneği “yavan ya da hafif yabancı tatta veya kokuda”, M örneği “aşırı düzeyde yabancı tat ve kokuda” değerlendirilmiştir. Depolama süresi boyunca tat ve kokudaki değişim önemli düzeyde bulunmamıştır ($p>0.05$). Ancak kaplama materyaline göre tat ve kokuda görülen değişimler arasında anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p<0.05$). Tat ve kokudaki değişimin mersin uçucu yağının keskin tat ve kokusundan kaynaklandığı belirtilmiştir.

4.5.2. Ağırlık kaybı

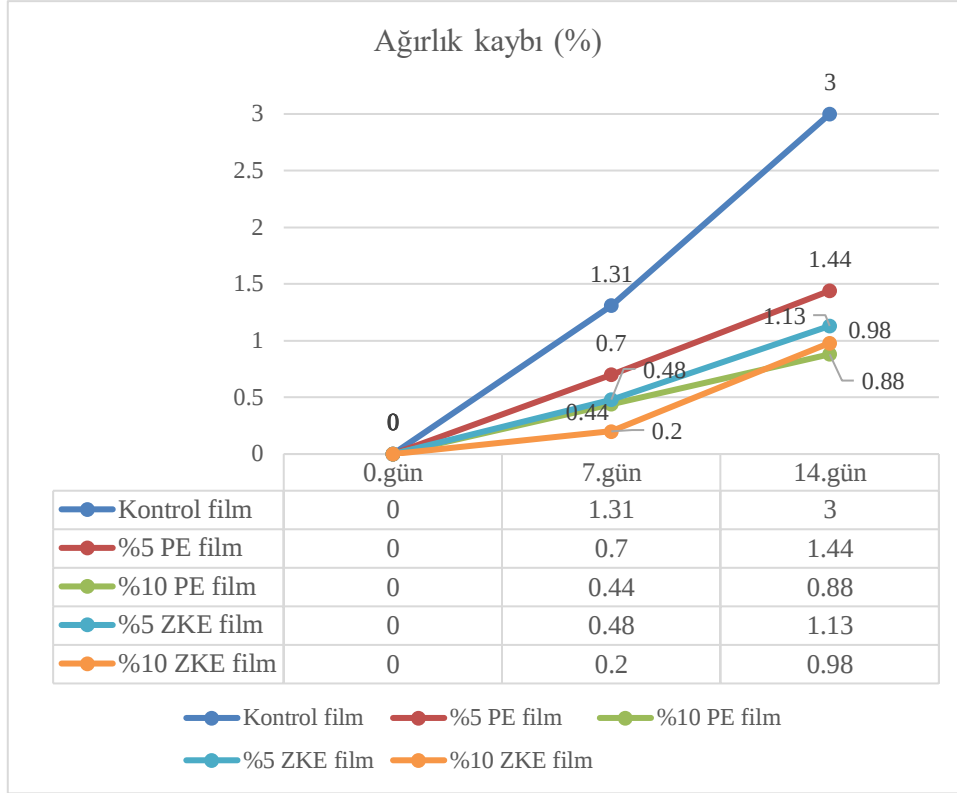
Kontrol, PE ve ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerin ağırlık kaybı sonuçlarına ait değerler Çizelge 4.6 ve Şekil 4.16’de verilmiştir.

Çizelge 4.6 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin ağırlık kaybı

Ağırlık Kaybı (%)				
Taze Olgunlaştırılmış Kaşar Peyniri	Depolama Süresi	0.gün	7.gün	14.gün
Kaplama materyali	Kontrol	-	1.31±0.27 ^{a,B}	3.00±0.71 ^{b,B}
	%5 PE	-	0.70±0.48 ^{a,AB}	1.44±1.13 ^{a,A}
	%10 PE	-	0.44±0.50 ^{a,A}	0.88±0.34 ^{a,A}
	%5 ZKE	-	0.48±0.30 ^{a,A}	1.13±0.74 ^{a,A}
	%10 ZKE	-	0.20±0.15 ^{a,A}	0.98±0.46 ^{b,A}

a, b: Aynı satırdaki farklı harfler $p<0.05$ düzeyinde önemlidir (depolama süresine göre)

A,B: Aynı sütunda farklı harfler $p<0.05$ düzeyinde önemlidir (kaplama materyaline göre)



Şekil 4.16 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin ağırlık kaybı sonuçlarının kıyaslanması

Çizelge 4.6'dan görüldüğü gibi PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin ağırlık kaybına ait sonuçlar depolama süresine göre değerlendirildiğinde kontrol ve PE film kaplı peynir örneklerinde ağırlık kaybının depolama süresince arttığı saptanmıştır (Ek 17). Ağırlık kaybındaki artış kontrol filminde önemli düzeyde ($p < 0.05$) tespit edilirken %5 ve %10 PE filminde 7 ve 14. günler arasındaki ağırlık kaybı istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$).

Çizelge 4.6'da görüldüğü gibi PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin ağırlık kaybına ait sonuçlar kaplama materyaline göre karşılaştırıldığında PE film ile kaplı peynir örneklerinde ağırlık kaybının kontrol film kaplı peynir örneğe göre daha az olduğu ve depolama süresince en az ağırlık kaybının %10 PE içeren örnekte olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.16).

Çizelge 4.6'dan görüldüğü gibi ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin ağırlık kaybına ait sonuçlar depolama süresine göre değerlendirildiğinde kontrol ve ZKE film kaplı peynir örneklerinde ağırlık kaybının depolama süresince arttığı

saptanmıştır (Ek 17). 7. günden 14. güne peynirlerin ağırlık kaybındaki artış %5 ZKE film kaplı kaşar peynirlerinde istatistiksel olarak önemli bulunmazken ($p>0.05$) %10 ZKE film kaplı kaşar peynirlerinde ağırlık kaybındaki artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Çizelge 4.6'dan görüldüğü gibi ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin ağırlık kaybına ait sonuçlar kaplama materyaline göre karşılaştırıldığında ZKE filmi ile kaplı peynir örneklerinin ağırlık kaybının kontrol film kaplı peynir örneğine göre daha az olduğu ($p<0.05$) (Ek 17) ve depolama süresince en az ağırlık kaybının %10 ZKE içeren örnekte olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.16).

Saygılı (2015) tarafından mersin uçucu yağı ile hazırlanan yenilebilir filmin kaşar peynirinin olgunlaşma süresi boyunca (1, 7, 15, 30, 60 ve 90. gün) ağırlık kaybı üzerine etkisi incelenmiştir. Kaşar peyniri örneklerinin (kaplamasız) (K), mersin uçucu yağı içermeyen yenilebilir film (F), mersin uçucu yağı içeren yenilebilir film (M) ağırlık kaybı değerleri % nem cinsinden hesaplanarak verilmiştir. K örneğinin kaplama yapılan diğer F ve M örneklerine göre daha fazla ağırlık kaybına uğradığı ve bu farkın istatistiksel olarak önemli düzeyde olduğu ifade edilmiştir ($p<0.05$). 90 günlük depolama sonunda K, M ve F kaşar peynirlerinin % nem kayıpları sırasıyla %1.167, %0.943 ve %0.935 olarak saptanmıştır. Bu çalışmada yenilebilir film ile yapılan kaplamanın örneklerde nem geçişini engellediği dolayısıyla ağırlık kaybını azalttığı vurgulanmıştır. Çalışmamızda, ZKE ve PE yenilebilir filmleri ile kaplanan kaşar peynirlerinde depolama süresi boyunca oluşan ağırlık kaybının kontrol yenilebilir filmi kaplı kaşar peynirine göre daha düşük miktarda tespit edilmesinin nedeninin ZKE ve PE yenilebilir filmlerinin su buharı geçirgenliklerinin kontrol yenilebilir filmine göre daha düşük olmasından kaynaklanmış olacağı düşünülmektedir.

Civelek (2019) tarafından kaşar peynirleri maya ilaveli yenilebilir filmler ile kaplandıktan sonra 0, 28 ve 56. günlerde ağırlık kaybı yönünden değerlendirilmiştir. Dilimlenmiş kaşar peynir örnekleri steril saf su, *W. saturnus* içeren steril saf su, PASP film çözeltisi veya *W. saturnus* içeren PASP film ile kaplanmıştır. Farklı kaplama çeşidi ile kaplanan kaşar peynir örneklerinin ağırlık kayıpları arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($p<0.05$). PASP kaplamasının kaşar

peyniri örneklerinde ağırlık kaybını azalttığı ancak bu azalmanın istatistiksel açıdan önemli fark oluşturmadığı sonucu elde edilmiştir. Depolama süresi arttıkça ağırlık kaybının da artış gösterdiği görülmüştür. Civelek (2019) tarafından yapılan çalışmaya benzer sonuçlar elde ettiğimiz çalışmamızda kontrol, ZKE ve PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin ağırlık kayıpları depolama süresi uzadıkça artış göstermiştir.

4.5.3. pH

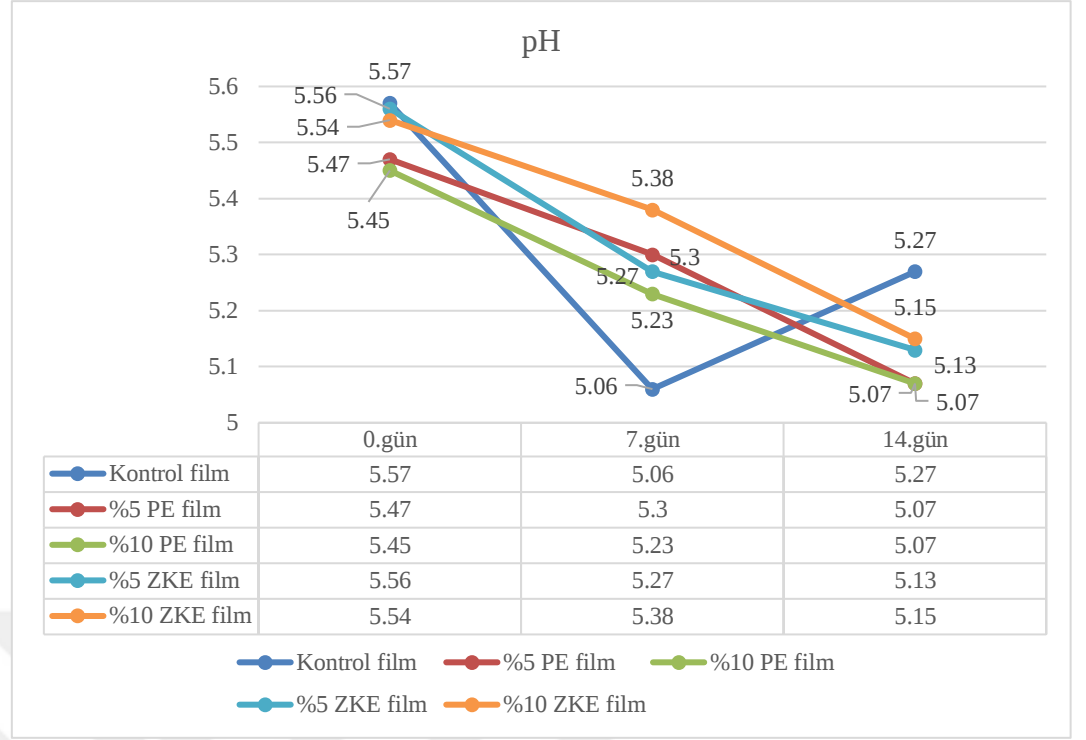
Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin pH sonuçlarına ait değerler Çizelge 4.7 ve Şekil 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4.7 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinde pH

pH				
Taze Olgunlaştırılmış Kaşar Peyniri	Depolama Süresi	0.gün	7.gün	14.gün
Kaplama materyali	Kontrol	5.57±0.03 ^{c,A}	5.06±0.05 ^{a,A}	5.27±0.02 ^{b,A}
	%5 PE	5.47±0.04 ^{b,A}	5.30±0.15 ^{ab,AB}	5.07±0.16 ^{a,A}
	%10 PE	5.45±0.01 ^{b,A}	5.23±0.14 ^{ab,AB}	5.07±0.18 ^{a,A}
	%5 ZKE	5.56±0.11 ^{b,A}	5.27±0.21 ^{ab,AB}	5.13±0.16 ^{a,A}
	%10 ZKE	5.54±0.07 ^{b,A}	5.38±0.15 ^{ab,B}	5.15±0.16 ^{a,A}

a, b: Aynı satırdaki farklı harfler p<0.05 düzeyinde önemlidir

A,B: Aynı sütundaki farklı harfler p<0.05 düzeyinde önemlidir



Şekil 4.17 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin pH sonuçlarının kıyaslanması

Çizelge 4.7’den görüldüğü gibi PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin pH değerleri depolama süresine göre karşılaştırıldığında PE film kaplı kaşar peynirlerinin pH değerlerinin 5.47-5.07 arasında değiştiği saptanmıştır (Şekil 4.17) (Ek 18). Kontrol filmi kaplı peynir örneğinin 0 dan 14. güne doğru depolama süresince pH değişiminin anlamlı farklılık gösterdiği tespit edilmiştir ($p < 0.05$). %5 ve %10 PE film kaplı peynir örneklerinin pH değerleri arasında depolama süresince istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p > 0.05$).

Çizelge 4.7’den görüldüğü gibi PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin pH sonuçları kaplama materyaline göre karşılaştırıldığında 0, 7 ve 14. günlerde kontrol, % 5 ve 10 PE film kaplı peynir örneklerinin pH değerlerinde kaplama materyalinden kaynaklı anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p > 0.05$) (Ek 18).

Çizelge 4.7’den görüldüğü gibi ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin pH sonuçları depolama süresine göre karşılaştırıldığında ZKE film kaplı taze olgunlaştırılmış kaşar peynirlerinin pH değerlerinin 5.56-5.13 arasında değiştiği

saptanmıştır (Şekil 4.17) (Ek 18). Depolama süresine göre değerlendirildiğinde %5 ve %10 ZKE film kaplı peynir örneklerinin pH değerleri arasında depolama süresince istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p>0.05$).

Çizelge 4.7’den görüldüğü gibi ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin pH sonuçları kaplama materyaline göre karşılaştırıldığında 0, 7 ve 14. günlerde kontrol, % 5 ve 10 ZKE film kaplı peynir örneklerinin pH değerlerinde kaplama materyalinden kaynaklı anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0.05$) (Şekil 4.17) (Ek 18).

Sarioğlu ve Öner (2006) tarafından sorbitol içeren sodyum kazeinat filmi kaplı kaşar peyniri ve kontrol (kaplamasız) kaşar peynirinin 90 günlük olgunlaşma süresi boyunca pH değerleri incelenmiştir. Olgunlaşma süresi boyunca en düşük ve en yüksek pH değerleri film kaplı kaşar peynirlerinde 4.30-5.20 iken kontrol peynirlerinde 4.35-5.27 arasında saptanmıştır. Kaplanmış ve kontrol kaşar peynirlerinin pH değerleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır. Dolayısıyla kaplamanın kaşar peynirinin asitliği üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı sonucu elde edilmiştir. Çalışmamızda kontrol filmi kaplı kaşar peynirlerinin pH’sı 14 gün depolama süresi boyunca en düşük 5.06 en yüksek 5.57 değerinde tespit edilmiştir. 14 gün depolama süresi boyunca PE film kaplı kaşar peynirlerinin pH’sı 5.07-5.47, ZKE film kaplı kaşar peynirlerinin pH’sı 5.13-5.56 arasında değişmiştir. Çalışmamızda olgunlaşmış kaşar peyniri kullanılması nedeniyle pH değerlerinin Sarioğlu ve Öner (2006) tarafından yapılan çalışmadaki kaşar peynirlerinin pH değerlerinden daha yüksek tespit edildiği düşünülmektedir.

Öksüztepe ve ark. (2009) vakum paketli kaşar peynirlerinin pH değerlerini 5.01-5.92 arasında belirlemişlerdir. Kontrol, PE ve ZKE kaplı filmlerinin pH değerleri vakum ambalajlı kaşar peynirlerinin pH değer aralığında tespit edilmiştir. Dolayısıyla vakum ambalaj gibi yenilebilir film kaplamalarının kaşar peynirinin pH’sını benzer değer aralığında koruduğu söylenebilir.

4.5.4. Titrasyon asitliği

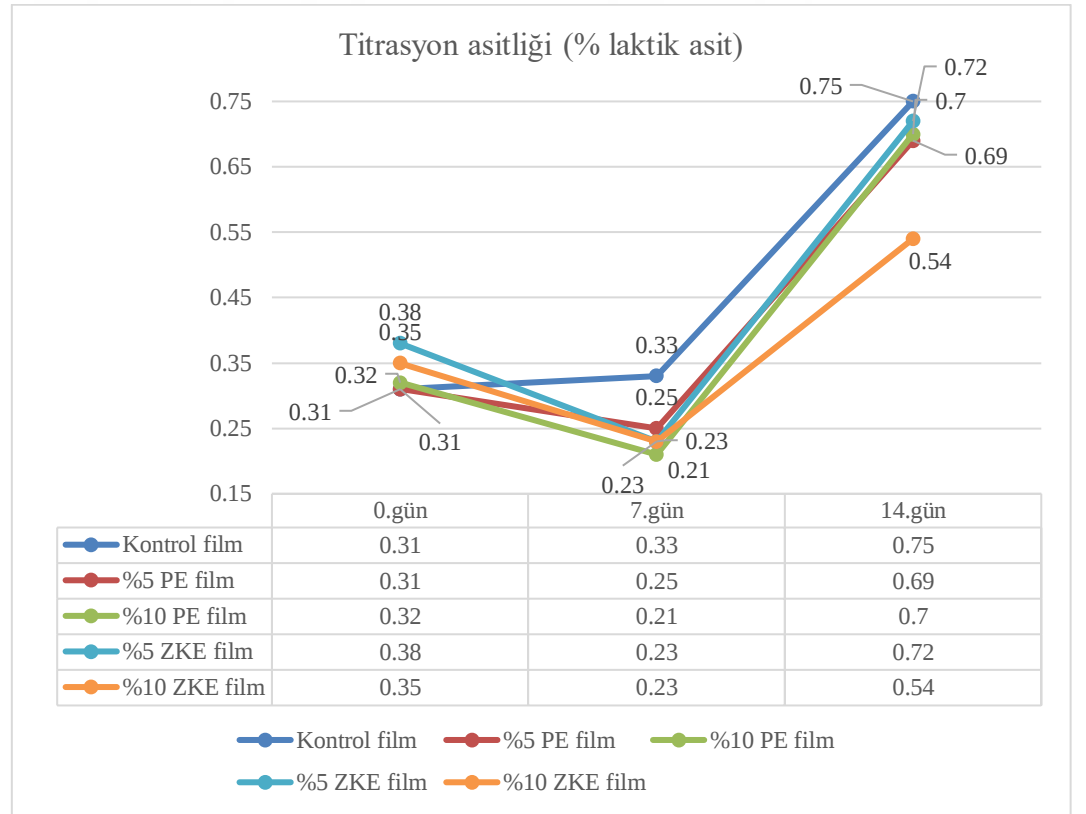
Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin titrasyon asitliği sonuçlarına ait değerler Çizelge 4.8 ve Şekil 4.18’da verilmiştir.

Çizelge 4.8 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin titrasyon asitliği

Titrasyon Asitliği (% laktik asit)				
Taze Olgunlaştırılmış Kaşar Peyniri	Depolama Süresi	0.gün	7.gün	14.gün
Kaplama materyali	Kontrol	0.31±0.04 ^{a,A}	0.33±0.06 ^{a,B}	0.75±0.04 ^{b,B}
	%5 PE	0.31±0.03 ^{b,A}	0.25±0.02 ^{a,A}	0.69±0.01 ^{c,B}
	%10 PE	0.32±0.00 ^{b,AB}	0.21±0.01 ^{a,A}	0.70±0.07 ^{c,B}
	%5 ZKE	0.38±0.02 ^{b,B}	0.23±0.02 ^{a,A}	0.72±0.10 ^{c,B}
	%10 ZKE	0.35±0.02 ^{b,AB}	0.23±0.02 ^{a,A}	0.54±0.06 ^{c,A}

a, b, c: Aynı satırdaki farklı harfler $p<0.05$ düzeyinde önemlidir

A,B: Aynı sütundaki farklı harfler $p<0.05$ düzeyinde önemlidir



Şekil 4.18 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin titrasyon asitliği sonuçlarının kıyaslanması

Çizelge 4.8'den görüldüğü gibi PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin titrasyon asitliği sonuçları depolama süresine göre karşılaştırıldığında PE yenilebilir film kaplamalı kaşar peynirlerinin 14. gündeki titrasyon asitliğinde 0. günlerdeki titrasyon asitliğine göre anlamlı derecede artış belirlenmiştir ($p<0.05$) (Ek 19) (Şekil 4.18).

Çizelge 4.8'den görüldüğü gibi PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin titrasyon asitliği sonuçları kaplama materyaline göre karşılaştırıldığında depolamanın başında (0. gün) titrasyon asitliği, %5-10 PE film kaplı peynirler ile kontrol filmi kaplı peynirler arasında titrasyon asitliği açısından anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0.05$) (Ek 19). Depolamanın 7. gününde kontrol örneğinin titrasyon asitliği %5 ve %10 PE kaplı peynir örneklerine göre önemli derecede daha yüksek miktarda tespit edilirken ($p<0.05$), depolamanın 14. gününde kontrol örneğinin titrasyon asitliği, %5, %10 PE film kaplı örneklerle göre önemli fark saptanmamıştır ($p>0.05$) (Şekil 4.18).

Çizelge 4.8'den görüldüğü gibi ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin titrasyon asitliği sonuçları depolama süresine göre karşılaştırıldığında ZKE yenilebilir film kaplamalı kaşar peynirlerinin 14. gündeki titrasyon asitliğinde 0. günlerdeki titrasyon asitliğine göre anlamlı derecede artış saptanmıştır ($p<0.05$) (Ek 19) (Şekil 4.18).

Çizelge 4.8'den görüldüğü gibi ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin titrasyon asitliği sonuçları kaplama materyaline göre karşılaştırıldığında depolamanın başında (0. gün) titrasyon asitliği, %10 ZKE ile kontrol filmi kaplı peynirler arasında titrasyon asitliği açısından anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0.05$) (Ek 19). Depolamanın 7. gününde kontrol örneğinin titrasyon asitliği %5 ve %10 ZKE kaplı peynir örneklerine göre önemli derecede daha yüksek miktarda tespit edilirken ($p<0.05$), depolamanın 14. gününde kontrol örneğinin titrasyon asitliği, %5 ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerine göre önemli fark saptanmazken

($p>0.05$) %10 ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin titrasyon asitliği önemli derecede daha düşük değer göstermiştir ($p<0.05$) (Şekil 4.18).

Wagh et al. (2014) tarafından yapılan çalışmada süt protein filmleri hazırlanarak çedar peynirinin kaplanması kullanılmıştır. Film kaplı peynirlerin 10, 20 ve 30. gün titrasyon asitliği (% laktik asit) kontrol film kaplı peynirlerde 1.07-1.09 arasında, süt protein filmlerinin titrasyon asitliği 1.05-1.08 arasında tespit edilmiştir. Bu çalışmada depolama süresinin ve kaplama materyalinin çedar peynirlerinin titrasyon asitliği üzerinde etkili olmadığı saptanmıştır. Çalışmamızda depolama süresi boyunca kontrol, PE ve ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin titrasyon asitliği önemli düzeyde artış göstermiş olup depolama süresinin peynirin titrasyon asitliğini etkilediği tespit edilmiştir ($p<0.05$). 14 gün depolama süresi sonunda kontrol filmi ile karşılaştırıldığında PE yenilebilir filmi kaplı kaşar peynirlerinde kaplama materyalinin kaşar peynirlerinin titrasyon asitliği üzerinde etkili olmadığı saptanmıştır ($p>0.05$). Çalışmamızın bu kısmında Wagh et al. (2014)'ün titrasyon asitliği sonuçlarına benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Ancak, bu sonuçların aksine 14 gün depolama süresi sonunda % 10 ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin titrasyon asitliği değerleri kaplama materyaline göre farklılık göstermiştir ($p<0.05$).

Öksüztepe ve ark. (2009) tarafından yapılan çalışmada vakum paketlenme yapılan kaşar peynirlerinin olgunlaşma süresi boyunca titrasyon asitliği (% laktik asit) 0.21 ile 0.57 arasında hesaplanmıştır. Öksüztepe ve ark. (2009)'nın çalışmasındaki vakum paketlenen kaşar peynirlerinin titrasyon asitliği ile çalışmamızda 1 ve 7. gün depolama sürelerindeki kontrol, PE ve ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin titrasyon asitlikleri benzer değer aralığında saptanırken 14 gün depolama sonunda kontrol, PE ve ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peyniri örneklerinin titrasyon asitlik değerleri artış göstermiştir. Titrasyon asitliğindeki en fazla artış kontrol filmi kaplı kaşar peynirlerinde olmuştur. Wagh et al. (2014) tarafından yapılan çalışmada titrasyon asitliğinin en fazla kontrol örneğinde artış gösterdiği saptanmıştır. Bu durumun, olgunlaşma süresince doku gelişiminden sorumlu olan enzimlerin aktivitesi sonucu peynirdeki asitliği arttırmış olmasından kaynaklandığı belirtilmiştir.

4.5.5. Toplam kuru madde

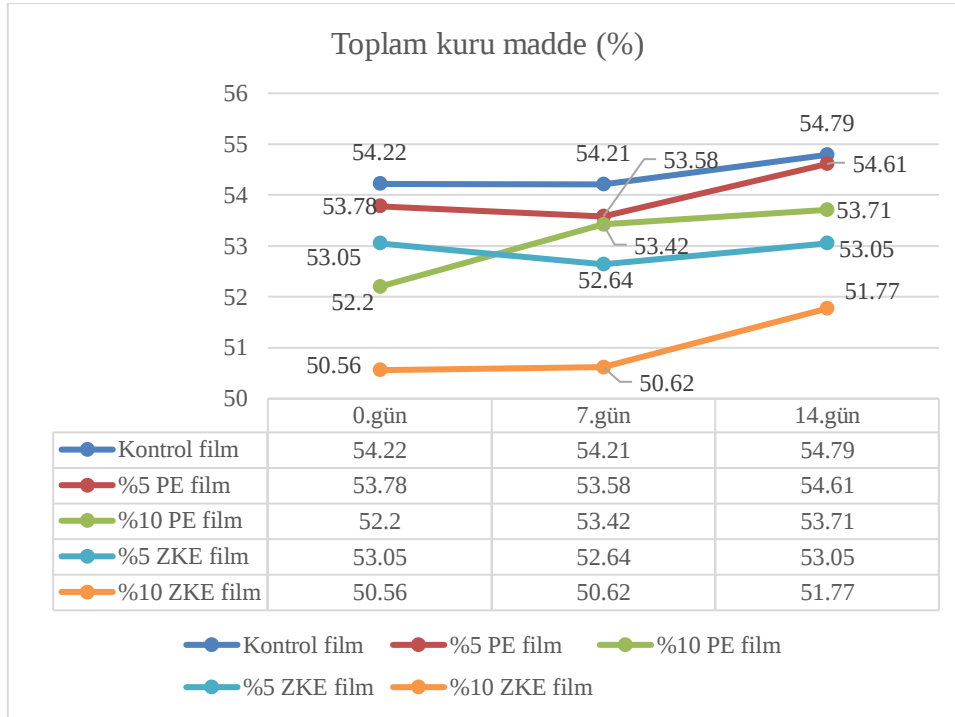
Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin toplam kuru madde sonuçlarına ait değerler Çizelge 4.9 ve Şekil 4.19’de verilmiştir.

Çizelge 4.9 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin toplam kuru madde içerikleri

Toplam kuru madde (%)				
Taze Olgunlaştırılmış Kaşar Peyniri	Depolama Süresi	0.gün	7.gün	14.gün
Kaplama materyali	Kontrol	54.22±0.48 ^{a,C}	54.21±0.61 ^{a,C}	54.79±0.87 ^{a,C}
	%5 PE	53.78±0.62 ^{a,C}	53.58±0.56 ^{a,BC}	54.61±0.83 ^{a,C}
	%10 PE	52.20±0.35 ^{a,B}	53.42±0.47 ^{b,BC}	53.71±0.33 ^{b,BC}
	%5 ZKE	53.05±0.37 ^{a,BC}	52.64±0.81 ^{a,B}	53.05±0.87 ^{a,AB}
	%10 ZKE	50.56±1.03 ^{a,A}	50.62±0.56 ^{a,A}	51.77±0.70 ^{a,A}

a, b: Aynı satırdaki farklı harfler p<0.05 düzeyinde önemlidir

A, B, C: Aynı sütundaki farklı harfler p<0.05 düzeyinde önemlidir



Şekil 4.19 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin toplam kuru madde sonuçlarının kıyaslanması

Çizelge 4.9'dan görüldüğü gibi PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin toplam kuru madde sonuçları depolama süresine göre karşılaştırıldığında 0. günden 14. güne kadar geçen depolama süresi boyunca %5 PE film kaplı peynir örneğinin toplam kuru madde içeriği istatistiksel açıdan önemli fark oluşturmazken ($p>0.05$), %10 PE film kaplı peynir örneğinin toplam kuru madde içeriği istatistiksel bakımdan önemli düzeyde artış göstermiştir ($p<0.05$) (Ek 20).

Çizelge 4.9'dan görüldüğü gibi PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin toplam kuru madde sonuçları kaplama materyaline göre karşılaştırıldığında 0. gün toplam kuru madde içeriği %10 PE yenilebilir film kaplı peynirinde, kontrol ve %5 PE yenilebilir film kaplı peynirlerine göre önemli düzeyde daha düşük miktarda tespit edilmiştir ($p<0.05$). Depolamanın 7 ve 14. günlerinde ise toplam kuru madde miktarının kaplama maddesinin çeşidinden etkilenmediği belirlenmiştir ($p>0.05$) (Şekil 4.19).

Çizelge 4.9'dan görüldüğü gibi ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin toplam kuru madde sonuçları depolama süresine göre karşılaştırıldığında 0. günden 14. güne kadar geçen depolama süresi boyunca %5 ZKE yenilebilir film kaplı peynir örneklerinin toplam kuru madde içerikleri benzer değerlerde bulunmuştur ($p>0.05$) (Ek 20) (Şekil 4.19). %10 ZKE yenilebilir film kaplı peynir örneklerinin toplam kuru madde içeriğinin 14 günlük depolama süresi boyunca gösterdiği artış istatistiksel açıdan anlamlı fark oluşturmamıştır ($p>0.05$).

Çizelge 4.9'dan görüldüğü gibi ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin toplam kuru madde sonuçları kaplama materyaline göre karşılaştırıldığında 0. gün toplam kuru madde içeriği %10 ZKE yenilebilir film kaplı peynirinde, kontrol ve %5 ZKE yenilebilir film kaplı peynirlerine göre önemli düzeyde daha düşük miktarda tespit edilmiştir ($p<0.05$). Depolamanın 7 ve 14. günlerinde ise toplam kuru madde miktarının kaplama maddesinin çeşidinden etkilendiği ve toplam kuru madde içeriğinin en düşük %10 ZKE yenilebilir film kaplı peynirinde olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$) (Şekil 4.19).

Sarioğlu ve Öner (2006) tarafından üretilen sorbitol içeren sodyum kazeinatlı yenilebilir film ile kaplanan kaşar peynirlerinin 90 günlük olgunlaşma süresi boyunca kuru madde miktarları belirlenmiştir. Film kaplı kaşar peynirlerinin kuru madde miktarları %59.95-78.94 değerleri arasında, kontrol olarak kullanılan kaplama yapılmamış kaşar peynirlerinin kuru madde miktarları ise %59.89-78.42 arasında olduğu tespit edilmiştir. Olgunlaşma süresi arttıkça film kaplı kaşar peynirleri ve kontrol kaşar peynirlerinin her ikisinin kuru madde miktarında artış gözlenmiş olup bu artışın istatistiksel açısından önemli fark oluşturduğu görülmüştür ($p<0.001$). Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği (2015/6)'ya göre taze kaşar peynirlerinin kuru madde miktarının %55'in üzerinde olması gerektiği belirtilmiştir. Çalışmamızda PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin toplam kuru madde değerleri %52.20-54.61 arasında, ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin toplam kuru madde değerleri ise %50.56-53.05 arasında tespit edilmiştir. Kaşar peynirlerinin, TKG Peynir Tebliğinden daha düşük miktarda toplam kuru madde içeriğine sahip olmasının ortam koşullarındaki bağıl nemin uygun olmamasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmüştür (Sarioğlu ve Öner, 2006). Kaşar peynirlerin depolama sürelerine göre toplam kuru madde miktarları karşılaştırıldığında ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirleri üzerinde depolama süresinin etkili olmadığı görülmüştür. 14. gün depolama süresi sonunda PE ilaveli yenilebilir filmlerin kaşar peynirlerinin toplam kuru madde miktarını koruduğu görülmüştür. 14. gün depolama süresi sonunda ZKE ilaveli yenilebilir filmlerin toplam kuru madde miktarlarının ise kontrol yenilebilir filmleri ile kaplı kaşar peynirlerinden daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun yenilebilir film kalınlığı ve/veya su buharı geçirgenliği, ortam bağıl nemindeki değişimlerden kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

4.5.6. Renk analizi

4.5.6.1. Yenilebilir film kaplı olgunlaştırılmış taze kaşar peynirlerinin L, a, b, ΔE ve BI değerleri

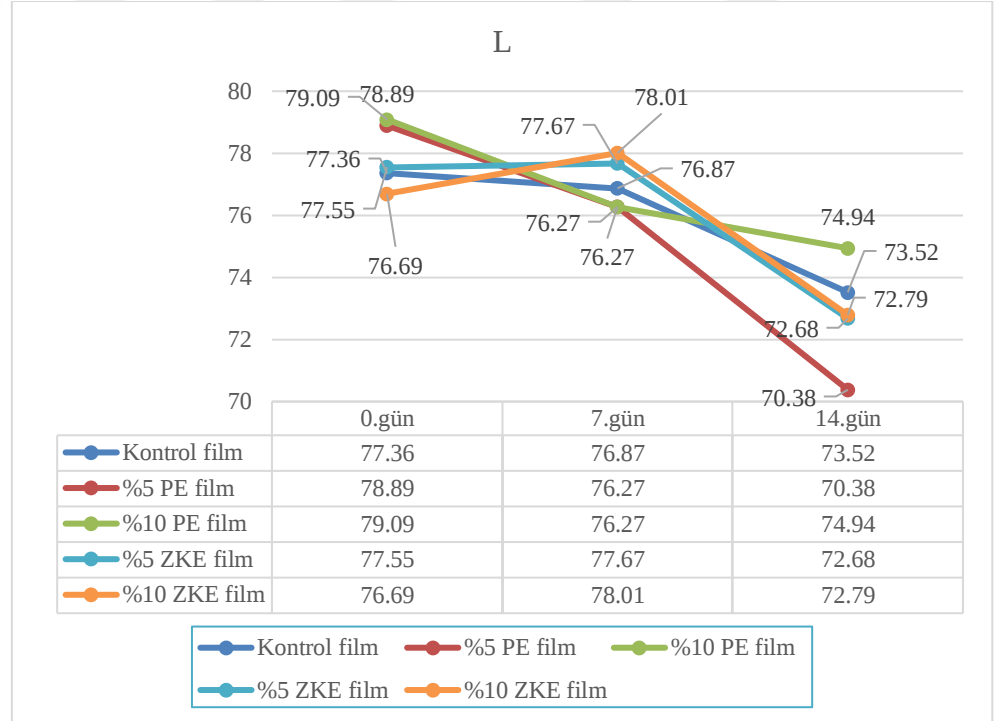
Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin L, a, b, ΔE ve BI değerlerine ait sonuçlar Çizelge 4.10, 4.11, 4.12, 4.13, 4.14 ve Şekil 4.20, 4.21, 4.22, 4.23, 4.24'te verilmiştir.

Çizelge 4.10 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin L değerleri

L				
Taze Olgunlaştırılmış Kaşar Peyniri	Depolama Süresi	0.gün	7.gün	14.gün
Kaplama materyali	Kontrol	77.36±3.09 ^{b,A}	76.87±1.37 ^{b,AB}	73.52±2.43 ^{a,B}
	%5 PE	78.89±3.07 ^{b,A}	76.27±2.18 ^{b,A}	70.38±2.80 ^{a,A}
	%10 PE	79.09±3.40 ^{b,A}	76.27±1.46 ^{ab,A}	74.94±4.01 ^{a,B}
	%5 ZKE	77.55±2.59 ^{b,A}	77.67±0.79 ^{b,B}	72.68±3.79 ^{a,AB}
	%10 ZKE	76.69±2.49 ^{b,A}	78.01±1.57 ^{b,B}	72.79±1.37 ^{a,AB}

a, b: Aynı satırdaki farklı harfler $p < 0.05$ düzeyinde önemlidir

A,B: Aynı sütundaki farklı harfler $p < 0.05$ düzeyinde önemlidir



Şekil 4.20 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin L değerlerinin kıyaslanması

Çizelge 4.10'dan görüldüğü gibi PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirleri depolama süresine göre değerlendirildiğinde kontrol, %5 PE ve %10 PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin L değerleri 0. günden 14. güne doğru istatistiksel olarak önemli azalma göstermiştir ($p<0.05$) (Şekil 4.20) (Ek 20).

Çizelge 4.10'dan görüldüğü gibi PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirleri kaplama materyaline göre karşılaştırıldığında 0. gün kontrol film kaplı kaşar peynirlerinin L değerleri birbirine benzer değerlerde tespit edilmiştir. Depolamanın 7. gününde L değerleri, kontrol ve PE film kaplı kaşar peynirleri arasında istatistiksel anlamda önemli farklılık göstermemiştir (Şekil 4.20) ($p>0.05$). Depolamanın 14. gününde kontrol ile %10 PE yenilebilir film kaplı kaşar peynir örnekleri arasında L değerleri açısından benzerlik tespit edilmiştir. Bu durum, %10 PE içeren yenilebilir filminin %5 PE içeren yenilebilir filmine göre kaşar peynirinin L değerini koruma özelliğinin daha yüksek olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.10'dan görüldüğü gibi ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirleri depolama süresine göre değerlendirildiğinde %5 ZKE ve %10 ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin L değerleri 0. günden 14. güne doğru istatistiksel olarak önemli azalma göstermiştir ($p<0.05$) (Şekil 4.20) (Ek 20)

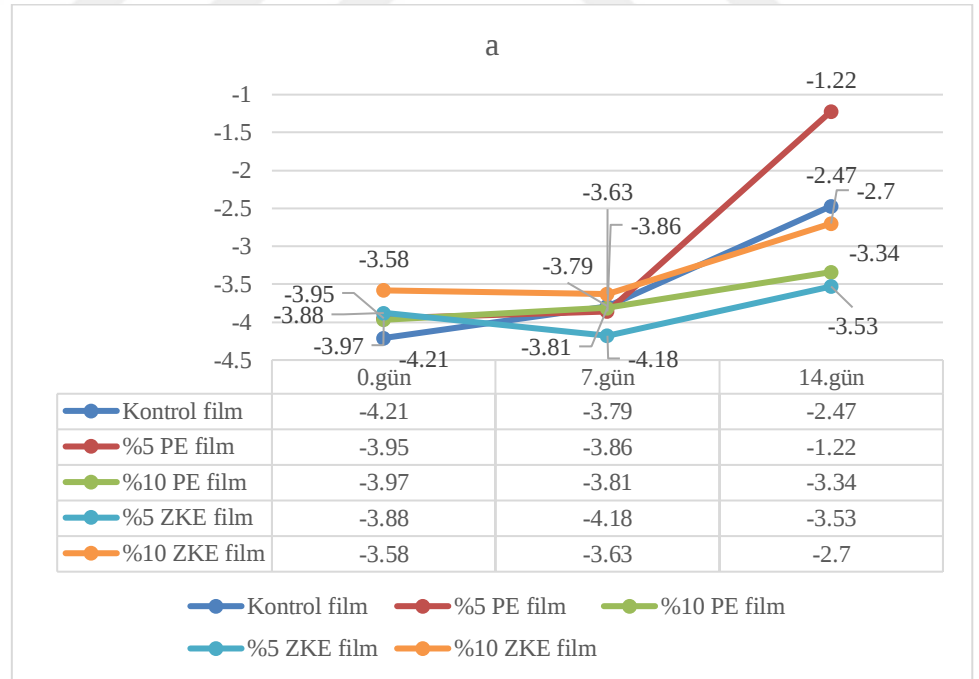
Çizelge 4.10'dan görüldüğü gibi ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirleri kaplama materyaline göre karşılaştırıldığında 14 günlük depolama süresi sonunda %5 ve %10 ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirleri ile kontrol yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin L değerlerinin benzer olduğu saptanmıştır ($p>0.05$) (Şekil 4.20).

Çizelge 4.11 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin a değerleri

a				
Taze Olgunlaştırılmış Kaşar Peyniri	Depolama Süresi	0.gün	7.gün	14.gün
Kaplama materyali	Kontrol	-4.21±0.21 ^{a,A}	-3.79±0.42 ^{a,AB}	-2.47±1.10 ^{b,B}
	%5 PE	-3.95±0.27 ^{a,AB}	-3.86±0.30 ^{a,AB}	-1.22±1.37 ^{b,C}
	%10 PE	-3.97±0.26 ^{a,AB}	-3.81±0.35 ^{a,AB}	-3.34±0.46 ^{b,AB}
	%5 ZKE	-3.88±0.31 ^{b,AB}	-4.18±0.15 ^{a,A}	-3.53±0.29 ^{c,A}
	%10 ZKE	-3.58±0.44 ^{a,B}	-3.63±0.34 ^{a,B}	-2.70±0.74 ^{b,AB}

a, b: Aynı satırdaki farklı harfler p<0.05 düzeyinde önemlidir

A, B, C: Aynı sütundaki farklı harfler p<0.05 düzeyinde önemlidir



Şekil 4.21 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin a değerlerinin kıyaslanması

Çizelge 4.11'den görüldüğü gibi PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirleri depolama süresine göre değerlendirildiğinde kontrol ve PE film kaplı kaşar peynirlerinin a değerlerinin depolama süresince artış göstermiştir. Kontrol, %5 PE ve %10 PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin 0 ve 7. günlerindeki a değerleri anlamlı fark oluşturmazken ($p>0.05$) (Ek 20) 14. günde önemli derecede artış göstermiştir ($p<0.05$).

Çizelge 4.11'den görüldüğü gibi PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirleri kaplama materyaline göre karşılaştırıldığında 0. gün kontrol yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin a değerleri ile PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir ($p<0.05$). Depolamanın 7. gününde kontrol ve PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin a değerleri için benzer sonuçlar elde edilmiştir ($p>0.05$). Depolamanın 14. gününde a değeri, %5 PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinde kontrol ve %10 PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerine göre daha yüksek değerde tespit edilmiştir ($p<0.05$). Depolamanın 14. gününde kontrol ve %10 PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin a değerleri arasında anlamlı fark oluşmamıştır ($p>0.05$) (Şekil 4.21) (Ek 20).

Çizelge 4.11'den görüldüğü gibi ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirleri depolama süresine göre değerlendirildiğinde %5 ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin a değeri 0. günden 7. güne doğru azalma gösterirken 14. güne doğru artış göstermiştir ($p<0.05$). %10 ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin 0 ve 7. günlerindeki a değerleri anlamlı fark oluşturmazken ($p>0.05$) (Ek 20) 14. günde önemli derecede artış göstermiştir ($p<0.05$).

Çizelge 4.11'den görüldüğü gibi ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirleri kaplama materyaline göre karşılaştırıldığında ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerin a değerlerinin depolamanın başında (0. gün) kontrol yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerine göre daha yüksek değerde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.21). Depolamanın 7. gününde kontrol yenilebilir film kaplı kaşar peynirleri ile ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin a değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı saptanmıştır ($p>0.05$). Depolamanın 14. gününde, %10 ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin a değerlerinin kontrol ve %5

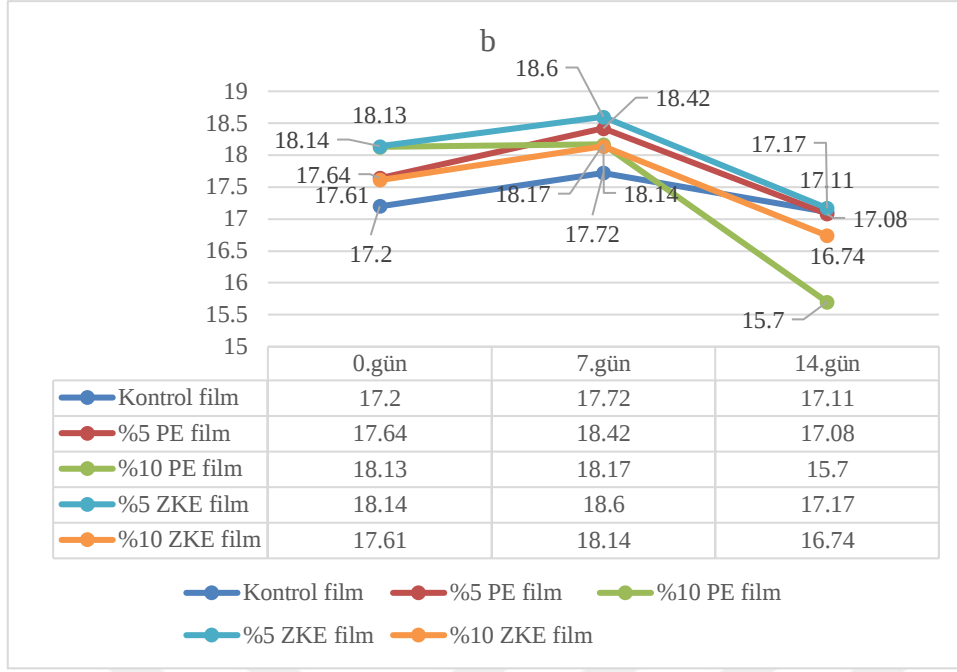
ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirleri ile birbirine yakın olduğu bulgulanmıştır ($p>0.05$).

Çizelge 4.12 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin b değerleri

b				
Taze Olgunlaştırılmış Kaşar Peyniri	Depolama Süresi	0.gün	7.gün	14.gün
Kaplama materyali	Kontrol	17.20±0.64 ^{a,A}	17.72±0.77 ^{a,A}	17.11±0.95 ^{a,A}
	%5 PE	17.64±0.68 ^{ab,AB}	18.42±1.10 ^{b,AB}	17.08±0.69 ^{a,A}
	%10 PE	18.13±0.50 ^{a,B}	18.17±0.51 ^{a,AB}	15.70±5.60 ^{a,A}
	%5 ZKE	18.14±0.64 ^{b,B}	18.60±0.40 ^{c,B}	17.17±0.19 ^{a,A}
	%10 ZKE	17.61±0.53 ^{b,AB}	18.14±0.66 ^{b,AB}	16.74±0.69 ^{a,A}

a, b, c: Aynı satırdaki farklı harfler $p<0.05$ düzeyinde önemlidir

A,B: Aynı sütundaki farklı harfler $p<0.05$ düzeyinde önemlidir



Şekil 4.22 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin b değerlerinin kıyaslanması

Çizelge 4.12’den görüldüğü gibi PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirleri depolama süresine göre değerlendirildiğinde 0 ve 7. gün depolama süresi sonunda kontrol ve PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin b değerleri depolama süresince birbirine yakın değerlerde tespit edilmiştir ($p>0.05$). 0. günden 14. gün depolama süresi sonuna kadar geçen sürede kontrol, %5 PE ve %10 PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin b değerleri azalma göstermiş olup bu azalma istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Çizelge 4.12’den görüldüğü gibi PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirleri kaplama materyaline göre karşılaştırıldığında depolamanın başlangıcında (0. gün) kontrol ve %5 PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin b değerlerinin birbirine yakın değerlerde olduğu, %10 PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin b değerlerinin ise kontrol yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerine göre önemli düzeyde artış gösterdiği saptanmıştır ($p<0.05$). Depolamanın 7. gününde kontrol ve PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirleri benzer b değerlerinde tespit edilmiştir ($p>0.05$) (Şekil 4.22). Depolamanın 14. gününde kontrol ve PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin b değerleri arasında anlamlı fark görülmemiştir ($p>0.05$). Depolama süresi boyunca b değerindeki değişimin PE kaplama materyalinden etkilenmediği belirlenmiştir ($p>0.05$) (Ek 20).

Çizelge 4.12'den görüldüğü gibi ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirleri depolama süresine göre değerlendirildiğinde %5 ve %10 ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin b değerlerinin 14 gün sonunda gösterdiği azalma istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$) (Ek 20).

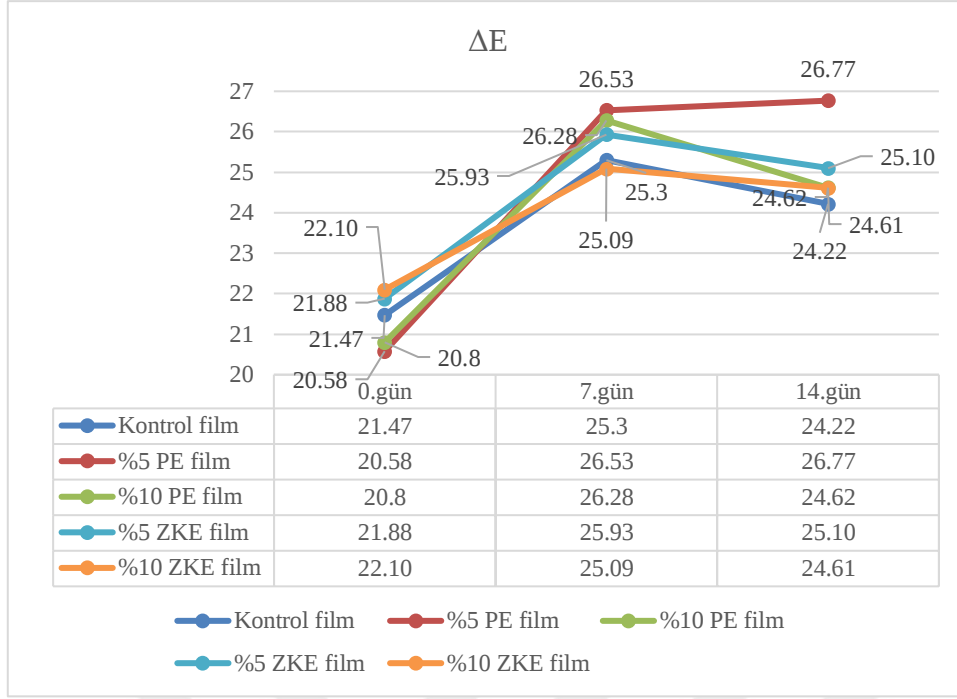
Çizelge 4.12'den görüldüğü gibi ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirleri kaplama materyaline göre karşılaştırıldığında 0, 7 ve 14. gün depolama günleri sonunda b değerindeki değişimin kontrol ile ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirleri arasında istatistiksel olarak önemli fark oluşturmadığı saptanmıştır (Şekil 4.22) ($p>0.05$). Depolama süresi boyunca b değerindeki değişimin ZKE kaplama materyalinden etkilenmediği belirlenmiştir ($p>0.05$).

Çizelge 4.13 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin ΔE değerleri

ΔE				
Taze Olgunlaştırılmış Kaşar Peyniri	Depolama Süresi	0.gün	7.gün	14.gün
Kaplama materyali	Kontrol	21.47±2.47 ^{a,A}	25.30±1.28 ^{b,AB}	24.22±1.96 ^{b,A}
	%5 PE	20.58±2.37 ^{a,A}	26.53±1.08 ^{b,C}	26.77±2.57 ^{b,B}
	%10 PE	20.80±2.58 ^{a,A}	26.28±0.98 ^{b,BC}	24.62±1.62 ^{b,AB}
	%5 ZKE	21.88±1.52 ^{a,A}	25.93±0.50 ^{b,ABC}	25.10±3.20 ^{b,AB}
	%10 ZKE	22.10±2.05 ^{a,A}	25.09±1.06 ^{b,A}	24.61±1.06 ^{b,AB}

a, b: Aynı satırdaki farklı harfler $p<0.05$ düzeyinde önemlidir

A, B, C: Aynı sütundaki farklı harfler $p<0.05$ düzeyinde önemlidir



Şekil 4.23 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin ΔE değerlerinin kıyaslanması

Çizelge 4.13'ten görüldüğü gibi PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirleri depolama süresine göre değerlendirildiğinde kontrol ve PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin ΔE değerlerinin depolama süresi boyunca artış gösterdiği belirlenmiştir ($p < 0.05$) (Şekil 4.23). 7 ve 14 gün depolama süresi sonunda kontrol ve PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin ΔE değerleri 0. güne göre önemli düzeyde artış göstermiştir ($p < 0.05$). 7 ve 14. Gün depolama süreleri arasında kontrol ve PE yenilebilir kaşar peynirlerinin ΔE değerleri arasında önemli fark görülmemiştir ($p > 0.05$) (Ek 20).

Çizelge 4.13'ten görüldüğü gibi PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirleri kaplama materyaline göre karşılaştırıldığında kontrol ve PE film kaplanmış kaşar peynirlerinin toplam renk farkındaki değişim istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$) (Ek 20). %5 ve %10 PE içeren yenilebilir film ile kaplı kaşar peynirlerinin toplam renk farkı benzer değerlerde bulunmuştur ($p > 0.05$). Bu durumun PE'nin açık sarı renkli olmasından kaynaklanmış olduğunu düşündürmektedir.

Çizelge 4.13'ten görüldüğü gibi ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirleri depolama süresine göre değerlendirildiğinde 7 ve 14 gün depolama süresi sonunda ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin ΔE değerlerinin 0. güne göre önemli düzeyde arttığı belirlenmiştir ($p<0.05$). 7 ve 14. Gün depolama süreleri arasında ZKE yenilebilir kaşar peynirlerinin ΔE değerleri arasında önemli fark görülmemiştir ($p>0.05$).

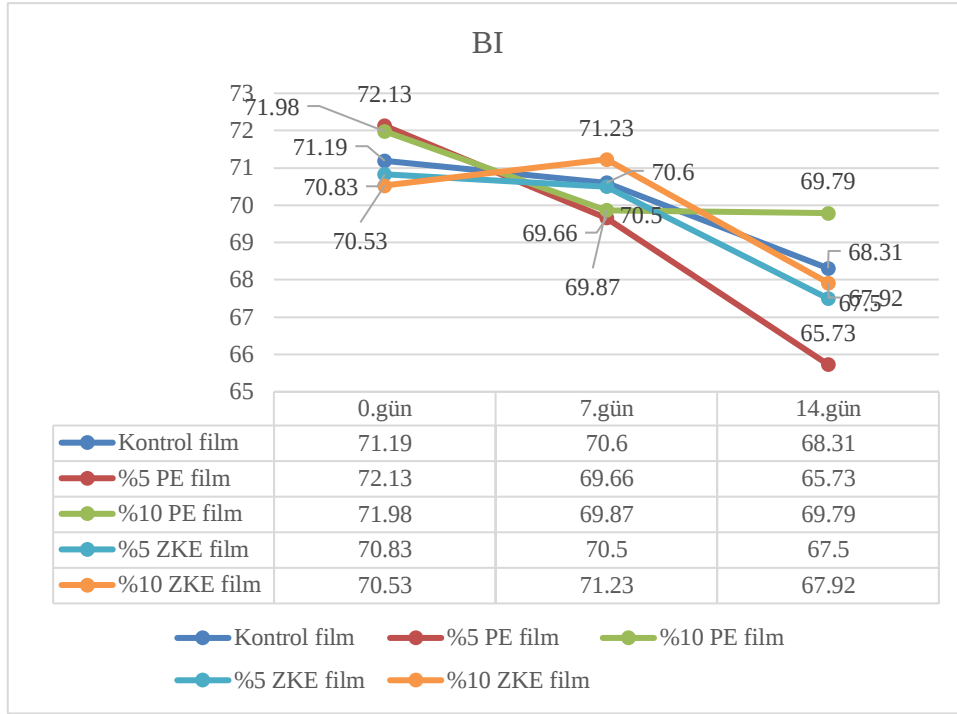
Çizelge 4.13'ten görüldüğü gibi ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirleri kaplama materyaline göre karşılaştırıldığında kontrol ile ZKE film kaplı kaşar peynirlerinin toplam renk farkı değerlerinde benzer sonuçlar elde edilmiştir ($p>0.05$) (Şekil 4.23). Film çözeltisinde %5 ve %10 oranlarında ZKE'nin kullanılmasının kaşar peynirinin kaplanmasında önemli renk farkı oluşturmadağı söylenebilir ($p>0.05$) (Ek 20). Bu durum, ZKE yenilebilir filminin açık kahverengi renkte olmasından ve kaşar peynirinin daldırma yöntemi ile ince tabaka halinde kaplanmasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.14 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin BI değerleri

BI				
Taze Olgunlaştırılmış Kaşar Peyniri	Depolama Süresi	0.gün	7.gün	14.gün
Kaplama materyali	Kontrol	71.19±2.57 ^{b,A}	70.60±0.95 ^{b,AB}	68.31±1.96 ^{a,AB}
	%5 PE	72.13±2.51 ^{c,A}	69.66±1.34 ^{b,A}	65.73±2.57 ^{a,A}
	%10 PE	71.98±2.70 ^{a,A}	69.87±1.10 ^{a,A}	69.79±4.29 ^{a,B}
	%5 ZKE	70.83±1.66 ^{b,A}	70.50±0.59 ^{b,AB}	67.50±3.22 ^{a,AB}
	%10 ZKE	70.53±2.08 ^{b,A}	71.23±1.28 ^{b,B}	67.92±1.11 ^{a,AB}

a, b, c: Aynı satırdaki farklı harfler $p<0.05$ düzeyinde önemlidir

A, B: Aynı sütundaki farklı harfler $p<0.05$ düzeyinde önemlidir



Şekil 4.24 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin BI değerlerinin kıyaslanması

Çizelge 4.14'ten görüldüğü gibi kontrol ve PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirleri depolama süresine göre değerlendirildiğinde yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin BI değerlerinin depolama süresi boyunca azaldığı belirlenmiştir (Şekil 4.24). Ancak BI değerindeki bu azalış kontrol ve %5 PE yenilebilir film kaplı kaşar peyniri örneklerinde istatistiksel olarak önemli derecede saptanırken ($p < 0.05$) %10 PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinde BI değeri depolama süresinden etkilenmemiştir ($p > 0.05$) (Ek 20).

Çizelge 4.14'ten görüldüğü gibi PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirleri kaplama materyaline göre karşılaştırıldığında PE ile kontrol yenilebilir film kaplaması yapılan kaşar peynirleri benzer BI değerlerinde tespit edilmiş ($p > 0.05$) olup PE'nin %5 ve %10 oranlarında ilave edilmesi yenilebilir film ile kaplanan kaşar peynirinin 7 gün depolama süresi boyunca BI değerlerini etkilemediği tespit edilmiştir ($p < 0.05$). 14 gün depolama süresi sonunda %5 PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin BI değerinin %10 PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinden daha az olduğu saptanmıştır ($p < 0.05$) (Ek 20). Dolayısıyla, %5 PE yenilebilir

filminin kaşar peynirlerinin BI değerini koruyuculuğunun, % 10 PE yenilebilir filmine göre daha düşük olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.14'ten görüldüğü gibi ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirleri depolama süresine göre değerlendirildiğinde ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin BI değerlerinin depolama süresince azaldığı (Şekil 4.24) ve bu azalmanın 14. günde istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır ($p<0.05$) (Ek 20).

Çizelge 4.14'ten görüldüğü gibi ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirleri kaplama materyaline göre karşılaştırıldığında ZKE ve kontrol yenilebilir filmi kaplama materyali çeşidinden kaşar peyniri örneklerinin BI değerlerinin etkilenmediği, %5 ve %10 oranlarında ZKE içeren yenilebilir film ile kaplanan peynirlerin BI değerlerinin önemli değişim göstermediği belirlenmiştir ($p>0.05$) (Ek 20).

Süperkritik karbondioksit yöntemi kullanılarak elde edilmiş tarçın ekstraktı ilaveli sıvı peyniraltı suyu konsantresi bazlı yenilebilir filmi ile teleme peyniri kaplanarak peynir kalitesi ve raf ömrü üzerindeki etkilerinin incelendiği bir çalışmada L, a, b ve ΔE değerleri araştırılmıştır. Vakum paketlenen ve paketlenmeyen iki farklı grup peynir üzerinde çalışılmıştır. Örnekler, paketleme yapılmamış teleme peyniri (Kontrol=CC), paketleme yapılmamış yenilebilir film ile kaplı teleme peyniri (CC+C), vakum paketli kaplamasız teleme peyniri (CC+V), vakum paketli yenilebilir film ile kaplı teleme peyniri (CC+C+V) olarak tanımlanmıştır. Peynir örneklerinin 1, 10, 15, 20 ve 24. günlerdeki renk değerlerindeki değişim incelenmiştir. b (sarılık) değeri açısından 1. gün değerlendirilen peynir örneklerinde sarılık değerleri yenilebilir kaplama yapılan ürünlerde daha yüksek bulunmuştur. Sarılık değerindeki bu farkın gözle görülemeyecek durumda olmasının nedeni olarak yenilebilir filmin peynir yüzeyinde ince tabaka halinde ve açık sarı renkte olmasından kaynaklı olması gösterilmiştir. Tarçın ekstraktının yenilebilir filme sarı renk kazandırmasından dolayı peynir örnekleri üzerinde sarı rengin artış gösterdiği ifade edilmiştir. Depolama süresince sarılık (b) değeri bakımından CC örnekleri 1. günden 10. güne kadar, CC+C örnekleri 1. günden 20. güne kadar anlamlı artış gösterdiği tespit

edilmiştir. Peynir örneklerinin b değerlerindeki azalmanın (mavi renk) ve a değerindeki artışın (yeşil renk) yoğun küf gelişimini gösterdiği belirtilmiştir. Film kaplanmış olsa da vakum paketlenen peynirlerdeki bu değişimin daha hızlı olduğu görülmüştür. Bu durumun peynir yüzeyindeki nem kaybı ve küf gelişiminden kaynaklı olduğu vurgulanmıştır. Vakum paketlenen yapılmayan ürünlerin tümünün L, a, b ve ΔE değerleri depolama süresince en yüksek değişimi göstermiştir. CC+C peynir örneklerinin ΔE değeri, CC peynir örneklerinden daha az bulunmuştur. Yenilebilir film kaplamanın paketlenmemiş teleme peynirinin raf ömrünü artırma potansiyeline sahip olduğu ifade edilmiştir. Vakum paketlenen peynir örneklerinde (CC+V, CC+C+V) renk değişimi açısından depolama süresi boyunca fark oluşmadığı saptanmıştır (Mileriene et al., 2020). Çalışmamızda PE ve ZKE ilaveli yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin 14. gün sonunda a değerlerinde görülen artış, b değerlerinde görülen azalışın Mileriene et al. (2020) tarafından yapılan çalışma ile benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. L ve ΔE değerleri bakımından depolama süresince görülen değişim Mileriene et al. (2020) tarafından saptanan değişimle benzer olduğu saptanmıştır.

Berti et al. (2019) tarafından tapyoka nişastası ve gliserol içeren natamisin ve nisin ilaveli (GNANI) yenilebilir film üretilerek Gouda peynirinin kaplanmasında kullanılmıştır. Kontrol örneği olarak su, natamisin ve nisin içeren sıvı çözeltiye daldırılarak kaplanan Gouda peynirleri CNANI olarak tanımlanmıştır. Her iki çeşit peynir örneğinin 30 günlük olgunlaşma süresi boyunca L, a ve b değerleri incelendiğinde L değerinin azaldığı tespit edilmiştir. Ancak, L değerindeki en fazla azalmanın GNANI peynir örneklerinde olduğu belirlenmiştir. Her iki kaplama çeşidinin a değeri negatif değer aralığında yeşil renk göstergesinde tespit edilmiştir. Olgunlaşma süresi boyunca a değerleri önemli düzeyde azalma göstermiştir. GNANI ve CNANI örneklerinin olgunlaşma süresi sonunda a değerleri arasında istatistiksel anlamda önemli fark bulunmamıştır. Her iki çeşit kaplama yapılan peynirlerin b değerleri pozitif değerlerde olup sarı renk aralığında saptanmıştır. GNANI ve CNANI peynirlerinde olgunlaşma süresi boyunca b değerlerinde belirgin bir artış gözlenirken kaplama çeşidine bağlı olarak peynirlerin b değerleri arasında anlamlı fark gözlenmemiştir. Araştırma sonucunda kaplama materyalinin renk parametrelerini etkilemediği sonucuna varılmıştır. Berti et al. (2019) ile benzer olarak çalışmamızda da depolama süresince PE ve ZKE film kaplı peynir

örneklerinin L değerlerindeki azalma gözlenmiş, depolama süresince ZKE ve PE film kaplı peynir örneklerinin a ve b değerlerinin de benzer olduğu saptanmıştır.

Pena-Serna et al. (2016) tarafından yapılan çalışmada zein-oleik asit (Z-OA) ve zein-oleik asit-ksantan gum (Z-OA-XG) film çözeltileri hazırlanıp Minas Padrão peynirinin kaplamasında kullanılmıştır. 56 günlük depolama süresince peynirlerin renk değerlerindeki değişim incelenmiştir. Zeinin doğal renginden kaynaklı Z-OA ve Z-OA-XG filmleri ile kaplanan peynir örneklerinin renginin kaplamanın yapıldığı ilk gün sarıya dönüştüğü belirtilmiştir. Bu çalışmada plastik paketlenme ve paketlenmemiş peynir örnekleri ile karşılaştırıldığında Z-OA ve Z-OA-XG filmlerinin daha yüksek renk değişimi gösterdiği tespit edilmiştir. Film formülasyonunda kullanılan bileşenlerden gelen doğal renkler film çözeltisinin rengini ve kaplama yapılan materyalin rengini etkilediği Pena-Serna et al. (2016) tarafından yapılan çalışmada görüldüğü gibi ZKE ve PE ile yaptığımız çalışmamızda da saptanmıştır.

Ramos et al. (2012) tarafından whey protein izolatlarından hazırlanan antimikrobiyal filmler peynirin raf ömrünü geliştirmek için kullanılmıştır. Film kaplı peynirler ve kaplamasız peynirler renk değerleri bakımından incelendiğinde tüm peynir örneklerinin 60 günlük depolama süresince ΔE değerinin artış gösterdiği tespit edilmiştir ($p < 0.05$). ΔE değeri kaplamasız peynirlerde en yüksek değerde tespit edilmiştir. Renk değişiminin kaplamalı peynirlerde daha az olmasının kaplamalı peynirde daha düşük peynir dehidrasyon oranından kaynaklı olabileceği belirtilmiştir. Dolayısıyla kaplamalı peynirlerde daha az kuruluk, daha az koyu renk ve kabuk oluşumunun gözlemlendiği ifade edilmiştir. PE ve ZKE ilave edilen film kaplamalı peynir örneklerinin ΔE değerleri ile kontrol film kaplı peynir örneği arasında anlamlı fark görülmemiştir. Toplam renk farkının kontrol filmine göre daha yüksek olmasının nedeni ekstraktların doğal renginden kaynaklanmaktadır. Ekstraktların film formülasyonundaki miktarı arttıkça toplam renk farkı da peynir örnekleri arasında artış göstermiştir. Depolama süresince ZKE ve PE peynir örneklerinin ΔE değerleri artış göstermiş olup Ramos et al. (2012) tarafından elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermiştir.

Jouki et al. (2013) tarafından farklı oranlarda tere tohumu karbonhidrat gamı ilave edilerek hazırlanan yenilebilir filmlerinin BI değerleri yenilebilir film formülasyonunun içerdiği tere tohumu karbonhidrat gam miktarının artışına bağlı olarak artış gösterdiği saptanmıştır. ZKE yenilebilir filmlerinin BI değerlerinde film içeriğindeki konsantrasyonu arttıkça önemli derecede azalma görülürken kaşar peynirinin kaplamasında kullanıldığında BI değerlerinde istatistiksel anlamda önemli fark oluşmadığı tespit edilmiştir. ZKE ve PE ilave edilen yenilebilir filmlerin BI değerleri Jouki et al. (2013) tarafından elde edilen sonuçlarla farklılık göstermiştir. Bu durumun, yenilebilir film formülasyonunun ve kullanılan ekstraktın farklı olmasından kaynaklı olabileceği düşünülmüştür.

4.5.7. Doku analizi

4.5.7.1. Yenilebilir film kaplı olgunlaştırılmış taze kaşar peynirlerinde doku profili analizi (TPA)

Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin sertlik, iç yapışkanlık, sakızimsılık, dış yapışkanlık, esneklik ve elastikiyet değerleri Çizelge 4.15, Şekil 4.25, 4.26, 4.27, 4.28, 4.29 ve 4.30'de verilmiştir.

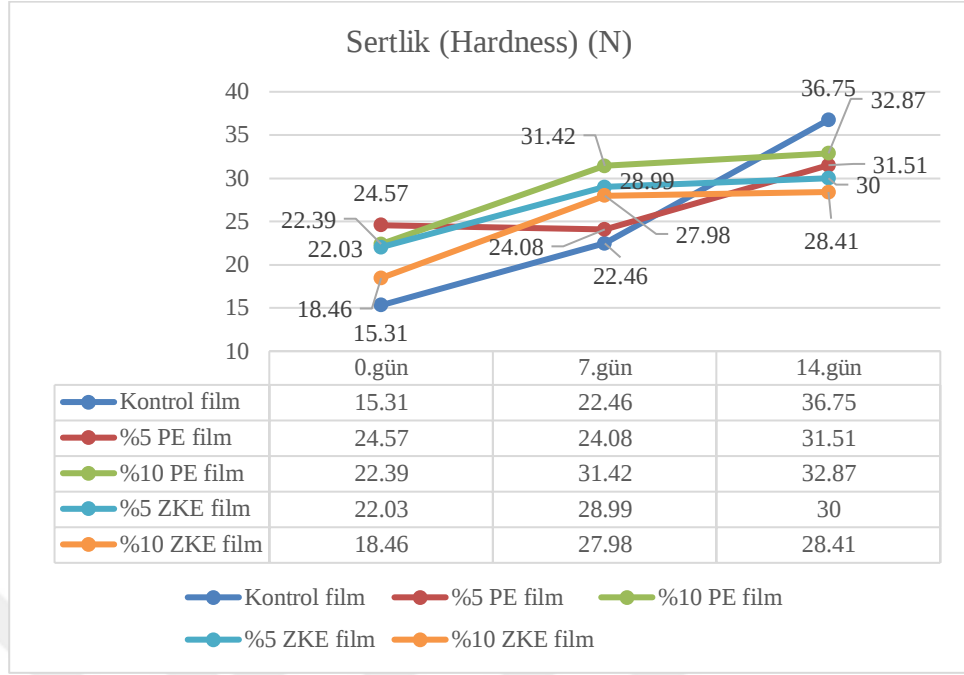
Çizelge 4.15 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin sertlik, iç yapışkanlık, sakızımsılık, dış yapışkanlık, esneklik, elastikiyet özellikleri

		Depolama süresi (gün)		
Doku parametreleri	Kaplama materyali	0.gün	7.gün	14.gün
Sertlik (Hardness) (N)	Kontrol	15.31±4.75 ^{a,A}	22.46±4.00 ^{b,A}	36.75±1.02 ^{c,D}
	%5 PE	24.57±3.27 ^{a,C}	24.08±2.12 ^{a,A}	31.51±0.33 ^{b,BC}
	%10 PE	22.39±1.38 ^{a,C}	31.42±1.32 ^{b,C}	32.87±1.00 ^{c,C}
	%5 ZKE	22.03±1.22 ^{a,C}	28.99±2.32 ^{b,BC}	30.00±3.62 ^{b,AB}
	%10 ZKE	18.46±1.84 ^{a,B}	27.98±4.21 ^{b,B}	28.41±4.53 ^{b,A}
İç yapışkanlık (Cohesiveness)	Kontrol	0.32±0.03 ^{b,C}	0.27±0.03 ^{a,AB}	0.27±0.06 ^{a,A}
	%5 PE	0.27±0.04 ^{a,B}	0.29±0.01 ^{a,BC}	0.27±0.03 ^{a,A}
	%10 PE	0.23±0.02 ^{a,A}	0.29±0.03 ^{b,BC}	0.31±0.03 ^{b,B}
	%5 ZKE	0.29±0.06 ^{a,BC}	0.31±0.03 ^{a,C}	0.33±0.03 ^{a,B}
	%10 ZKE	0.30±0.04 ^{a,C}	0.26±0.05 ^{a,A}	0.26±0.05 ^{a,A}
Sakızımsılık (Gumminess) (N)	Kontrol	4.95±2.06 ^{a,A}	6.44±1.92 ^{a,A}	10.21±2.25 ^{b,C}
	%5 PE	6.58±1.12 ^{a,B}	7.00±0.65 ^{a,A}	8.47±0.92 ^{b,AB}
	%10 PE	5.11±0.61 ^{a,A}	9.14±0.90 ^{b,B}	10.32±0.96 ^{c,C}
	%5 ZKE	6.50±1.34 ^{a,B}	9.04±1.00 ^{b,B}	9.95±1.16 ^{b,BC}
	%10 ZKE	5.51±0.58 ^{a,AB}	7.35±1.75 ^{b,A}	7.48±2.09 ^{b,A}

		Depolama süresi (gün)		
Doku parametreleri	Kaplama materyali	0.gün	7.gün	14.gün
Dış yapışkanlık (Adhesiveness) (g.sn)	Kontrol	-236.11±6.00 ^{b,E}	-233.21±4.40 ^{b,E}	-374.30±3.81 ^{a,D}
	%5 PE	-623.35±4.30 ^{a,A}	-330.63±7.84 ^{c,C}	-602.96±2.31 ^{b,A}
	%10 PE	-525.02±2.42 ^{a,C}	-295.61±5.41 ^{c,D}	-493.16±1.8 ^{b,C}
	%5 ZKE	-508.32±1.54 ^{b,D}	-364.88±3.34 ^{c,B}	-534.44±3.38 ^{a,B}
	%10 ZKE	-534.01±3.42 ^{b,B}	-456.69±2.49 ^{c,A}	-605.69±2.88 ^{a,A}
Esneklik (Resilience)	Kontrol	0.08±0.01 ^{b,C}	0.05±0.01 ^{a,A}	0.05±0.02 ^{a,AB}
	%5 PE	0.04±0.01 ^{a,AB}	0.05±0.01 ^{a,A}	0.05±0.01 ^{a,A}
	%10 PE	0.03±0.00 ^{a,A}	0.06±0.02 ^{b,A}	0.07±0.02 ^{c,B}
	%5 ZKE	0.05±0.02 ^{a,B}	0.06±0.01 ^{a,A}	0.07±0.02 ^{a,B}
	%10 ZKE	0.05±0.01 ^{a,B}	0.05±0.02 ^{a,A}	0.05±0.02 ^{a,A}
Elastikiyet (Springiness)	Kontrol	0.30±0.02 ^{c,C}	0.27±0.02 ^{b,AB}	0.23±0.04 ^{a,A}
	%5 PE	0.27±0.03 ^{a,AB}	0.30±0.02 ^{b,C}	0.28±0.02 ^{ab,B}
	%10 PE	0.25±0.02 ^{a,A}	0.27±0.02 ^{b,B}	0.27±0.03 ^{ab,B}
	%5 ZKE	0.28±0.05 ^{a,BC}	0.28±0.02 ^{a,B}	0.27±0.05 ^{a,B}
	%10 ZKE	0.29±0.02 ^{b,BC}	0.25±0.02 ^{a,A}	0.26±0.03 ^{a,B}

a, b, c: Aynı satırdaki farklı harfler p<0.05 düzeyinde önemlidir

A, B, C, D: Aynı sütundaki farklı harfler p<0.05 düzeyinde önemlidir



Şekil 4.25 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin sertlik değerlerinin kıyaslanması

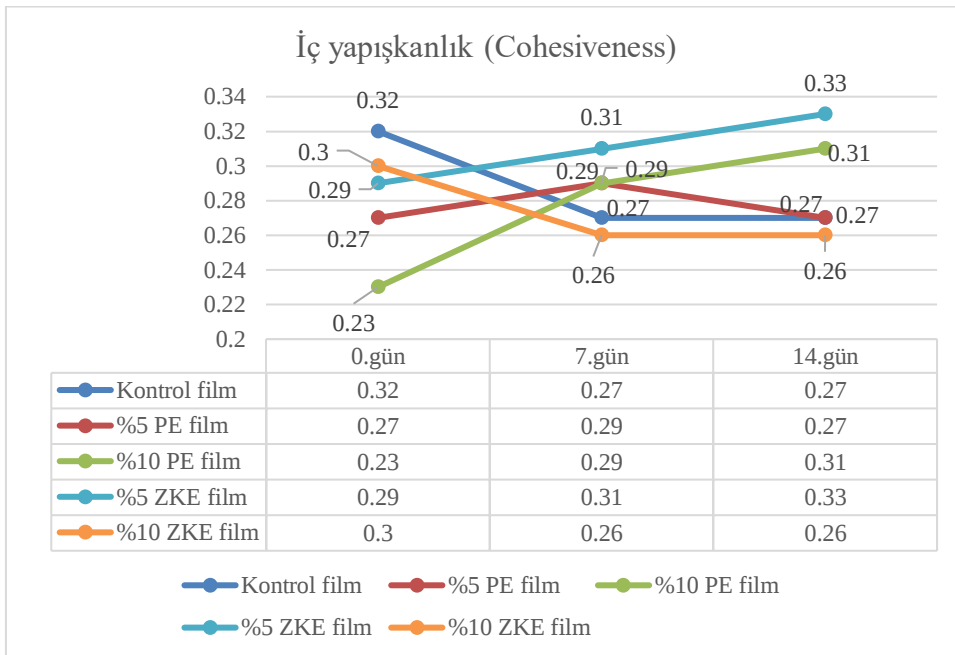
Çizelge 4.15'ten görüldüğü gibi PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirleri depolama süresine göre değerlendirildiğinde sertlik (hardness) açısından yenilebilir film kaplı peynir örneklerinin tümünün 0. günden 14. güne doğru sertlik değerleri artmıştır ($p < 0.05$). Kontrol yenilebilir film kaplı peynirlerinde 0. gün ve 14. gün sertlik değerleri arasında istatistiksel olarak önemli fark görülmüştür ($p < 0.05$) (Ek 21). 14 gün sonunda en yüksek sertlik değeri kontrol yenilebilir film kaplı peynir örneklerinde görülmüştür (Şekil 4.25).

Çizelge 4.15'ten görüldüğü gibi PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirleri kaplama maddesine göre değerlendirildiğinde sertlik açısından depolamanın başında (0. gün) PE film kaplı kaşar peynirlerinin sertlik değerlerinin kontrole göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. 7 gün sonunda PE film kaplı kaşar peynirlerinin sertliği kontrol film kaplı kaşar peynirlerine göre daha yüksek değerde tespit edilmiştir (Şekil 4.25). 7. gün kontrol ve %5 PE film kaplı kaşar peynirlerinin sertlik değeri arasında önemli fark oluşmamış ($p > 0.05$) olup %10 PE ilavesi film kaplı kaşar peynirlerinin sertlik değerini önemli derecede arttırmıştır ($p < 0.05$) (Ek 21). 14. gün depolama süresi sonunda PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin

sertlik değerleri kontrol yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinden daha düşük değerlerde tespit edilmiştir ($p<0.05$) (Ek 21).

Çizelge 4.15'ten görüldüğü gibi ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirleri depolama sürelerine göre değerlendirildiğinde 0. günden 14. güne sertlik değerleri istatistiksel açıdan önemli derecede anlamlı fark göstermiştir ($p<0.05$). %5 ZKE ve %10 ZKE film kaplı kaşar peynirlerinin 7 ve 14. günlerdeki sertlik değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark oluşmamıştır ($p>0.05$) (Ek 21).

Çizelge 4.15'ten görüldüğü gibi ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirleri kaplama materyaline göre karşılaştırıldığında 0. günde ZKE film kaplı kaşar peynirlerinin kontrol film kaplı kaşar peynirlerinden daha yüksek sertlik değerinde olduğu saptanmıştır (Şekil 4.25) ($p<0.05$). 7. gün depolama süresi sonunda ZKE film kaplı kaşar peynirlerinin sertlik değerleri kontrol film kaplı kaşar peynirlerinden daha yüksek sertlikte tespit edilmiştir ($p<0.05$). Yenilebilir film formülasyonuna ZKE ilavesi 7. günden itibaren film kaplı peynirlerin sertlik değerinin azalmasına neden olmuştur. 14. gün depolama süresi sonunda ise ZKE film kaplı kaşar peynirleri, kontrol film kaplı kaşar peynirlerine göre daha düşük sertlikte saptanmıştır ($p<0.05$) (Ek 21).



Şekil 4.26 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin iç yapışkanlık değerlerinin kıyaslanması

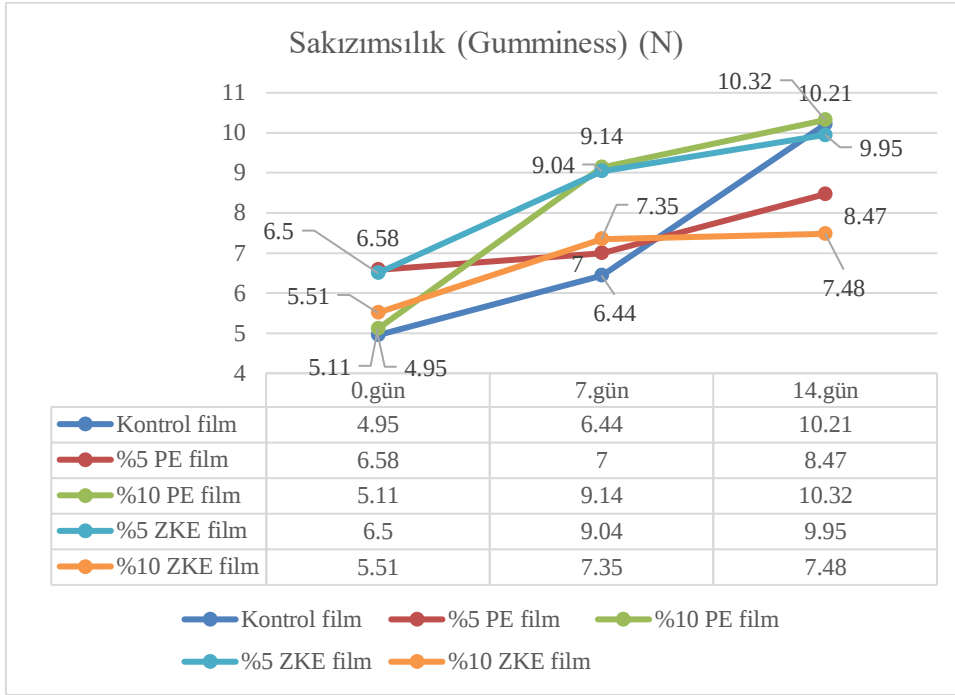
Çizelge 4.15'ten görüldüğü gibi PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirleri depolama sürelerine göre değerlendirildiğinde kontrol yenilebilir filminin iç yapışkanlık değerinde depolama süresi boyunca azalma saptanmıştır ($p<0.05$) (Şekil 4.26). %5 PE film kaplı kaşar peynirlerinin iç yapışkanlık değerlerinin depolama süresi boyunca gösterdiği değişim anlamlı fark oluşturmamıştır ($p>0.05$). %10 PE film kaplı kaşar peynirlerinin iç yapışkanlık değerleri 0. günden 14. güne doğru artış göstermiş olup 0. günden 14. güne doğru iç yapışkanlık değerleri arasında önemli artış görülmüştür ($p<0.05$) (Ek 21).

Çizelge 4.15'ten görüldüğü gibi PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirleri kaplama materyaline göre karşılaştırıldığında 0. gündeki en yüksek iç yapışkanlık değeri 0.32 değeri ile kontrol film kaplı kaşar peynirinde, en düşük iç yapışkanlık değeri 0.23 ile %10 PE film kaplı kaşar peynirinde tespit edilmiştir (Şekil 4.26). 7. Gün depolama süresi sonunda kontrol ile PE film kaplı kaşar peynirlerinin iç yapışkanlık değerleri arasında istatistiksel anlamda anlamlı fark oluşmamıştır ($p>0.05$). 14. Gün depolama süresi sonunda 0.27 değeri ile en düşük iç yapışkanlık değeri kontrol ve %5 PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinde ($p>0.05$), 0.31 ile en yüksek iç yapışkanlık değeri %10 PE film kaplı kaşar peynirinde tespit edilmiştir ($p<0.05$) (Ek 21).

Çizelge 4.15'ten görüldüğü gibi ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirleri depolama sürelerine göre iç yapışkanlık değerleri karşılaştırıldığında %5 ZKE film kaplı kaşar peynirlerinin iç yapışkanlık değerlerinde depolama süresi boyunca artış saptanırken, %10 ZKE film kaplı kaşar peynirlerinin iç yapışkanlık değerlerinde azalma saptanmıştır, bu görülen değişimler istatistiksel anlamda önemli fark oluşturmamıştır ($p>0.05$) (Şekil 4.26) (Ek 21).

Çizelge 4.15'ten görüldüğü gibi ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirleri kaplama materyaline göre iç yapışkanlık özellikleri karşılaştırıldığında 0. günde kontrol ve ZKE film kaplı kaşar peynirlerinin iç yapışkanlık değerlerinde önemli değişiklik saptanmamıştır (Şekil 4.26) ($p>0.05$). Depolamanın 7. gününde en düşük iç yapışkanlık değeri 0.26 ile %10 ZKE film kaplı kaşar peynirinde, en yüksek iç yapışkanlık değeri ise 0.31 ile %5 ZKE film kaplı kaşar peynirinde ($p<0.05$) tespit

edilmiş ve %10 ZKE içeren film kaplı kaşar peynirinin iç yapışkanlık değerlerinin, kontrol film kaplı kaşar peyniri ile benzer özellik gösterdiği belirlenmiştir ($p>0.05$). 14. gün depolama süresi sonucunda ise iç yapışkanlık değerleri karşılaştırıldığında 0.26 ile en düşük %10 ZKE film kaplı kaşar peynirinde, 0.33 ile en yüksek %5 ZKE film kaplı kaşar peynirinde tespit edilmiştir ($p<0.05$). Depolama süresi sonunda kontrol ve %10 ZKE film kaplı kaşar peynirinin iç yapışkanlık değerlerinin benzer olduğu saptanmıştır ($p>0.05$) (Ek 21).



Şekil 4.27 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin sakızimsılık değerlerinin kıyaslanması

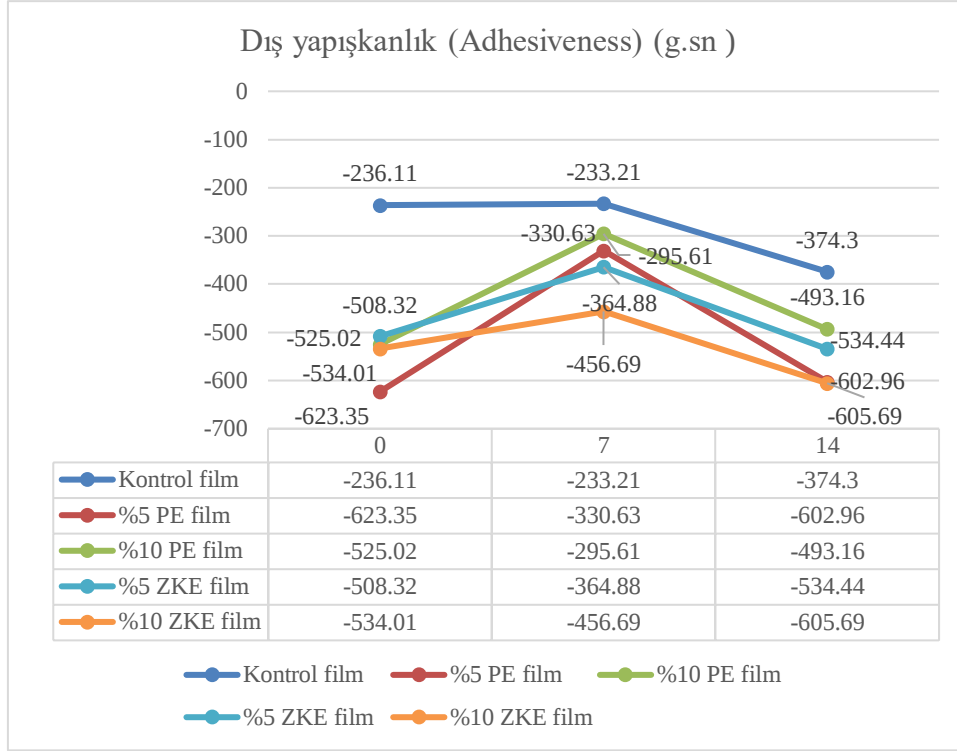
Çizelge 4.15'ten görüldüğü gibi PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirleri depolama süresine göre değerlendirildiğinde kontrol, %5 PE ve %10 PE film kaplı kaşar peynir örneklerinin sakızimsılık değerlerinde 0. günden 14. güne doğru artış saptanmıştır. 0. günden 14. güne doğru sakızimsılık değerlerindeki artışın kontrol ve PE film kaplı kaşar peyniri örneklerinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Çizelge 4.15'ten görüldüğü gibi PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin sakızimsılık değerlerinin kaplama materyaline göre değişimleri incelendiğinde 0. gün

en düşük sakızımsılık değeri 4.97 ile kontrol film kaplı kaşar peynirinde, en yüksek sakızımsılık değeri 6.58 ile %5 PE içeren film kaplı kaşar peynirinde belirlenmiştir (Şekil 4.27) ($p<0.05$). 7. Gün depolama süresi sonunda PE ilave edilen film kaplı kaşar peynirlerinin sakızımsılık değerleri kontrol örneğine göre daha yüksek değerlerde tespit edilmiştir. 7. gün depolama süresi sonunda %10 PE film kaplı kaşar peynirlerinin sakızımsılık değeri en yüksek değerde tespit edilmiştir ($p<0.05$). 14. gün depolama süresi sonucunda en yüksek sakızımsılık değerlerine sahip kontrol ile %10 PE içeren film kaplı kaşar peynirleri arasında önemli fark görülmezken ($p>0.05$) en düşük sakızımsılık değeri 8.47 ile %5 PE içeren film kaplı kaşar peynirleri olmuştur ($p<0.05$) (Ek 21).

Çizelge 4.15'ten görüldüğü gibi ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirleri depolama sürelerine göre karşılaştırıldığında %5 ve %10 ZKE film kaplı kaşar peynirlerinin 0. günden 14. güne sakızımsılık değerleri artmıştır ($p<0.05$) (Ek 21).

Çizelge 4.15'ten görüldüğü gibi ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirleri kaplama materyaline göre karşılaştırıldığında 0. günde ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin sakızımsılık değerleri kontrol yenilebilir film kaplı kaşar peynir örneklerinden daha yüksek hesaplanmıştır (Şekil 4.27). 0. gün sakızımsılık değerleri açısından %5 ve %10 ZKE film kaplı kaşar peynir örnekleri arasında önemli fark gözlenmemiştir ($p>0.05$). 7. gün depolama süresi sonunda en düşük sakızımsılık değeri 6.44 değeri ile kontrol film kaplı kaşar peynirinde olurken en yüksek sakızımsılık değeri ise 9.04 değeri ile %5 ZKE film kaplı kaşar peynirinde tespit edilmiştir ($p<0.05$). 7. gün depolama gününde kontrol ile %10 ZKE film kaplı kaşar peynirlerinin sakızımsılık değerleri arasında anlamlı fark oluşmamıştır ($p>0.05$) (Ek 21). 14. gün depolama süresi sonunda en yüksek sakızımsılık değeri 10.21 değeri ile kontrol film kaplı kaşar peynirinde, en düşük sakızımsılık değeri 7.48 ile %10 ZKE film kaplı kaşar peynirinde saptanmıştır ($p<0.05$). 14 gün depolama süresi sonunda ZKE içeren film kaplı kaşar peynirlerinin sakızımsılık değerleri kontrol film kaplı kaşar peynirlerine göre daha düşük değerlerde tespit edilmiş olup %5 ZKE ve kontrol film kaplı kaşar peynirlerinin sakızımsılık değerleri arasında önemli fark saptanmamıştır ($p>0.05$) (Ek 21).



Şekil 4.28 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin dış yapışkanlık değerlerinin kıyaslanması

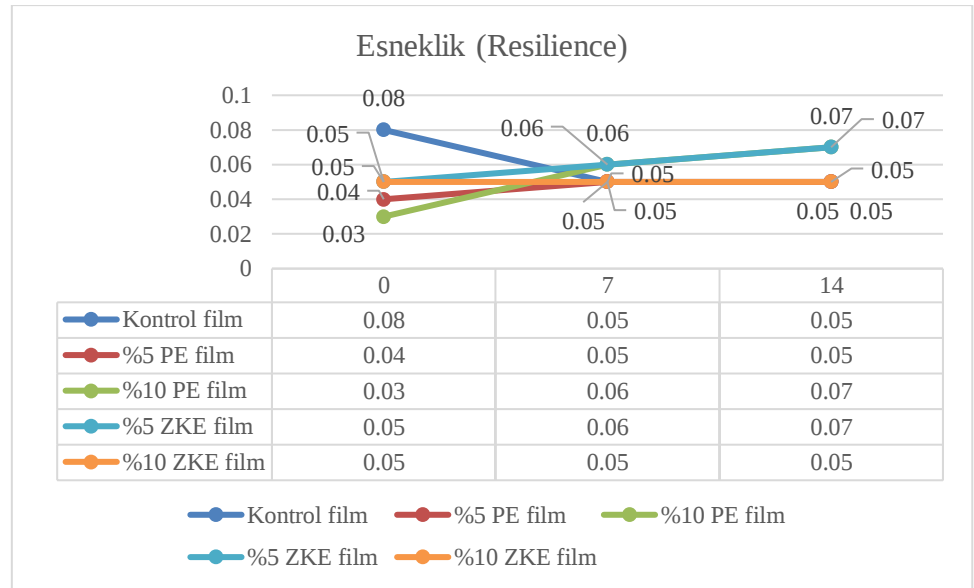
Çizelge 4.15'ten görüldüğü gibi PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin depolama süresine göre dış yapışkanlık değerleri incelendiğinde 0. günden 7. güne doğru tüm film kaplı peynir örneklerinin dış yapışkanlık değerleri önce artmış ardından 14. güne doğru azalmıştır ($p<0.05$) (Şekil 4.28). 14. gün sonunda kontrol örneğinin dış yapışkanlık değeri 0. güne göre azalmıştır ($p<0.05$). 0. gün ile karşılaştırıldığında 14. gün sonunda %5 PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin dış yapışkanlık değerleri artış göstermiştir ($p<0.05$). %10 PE film kaplı yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin dış yapışkanlık değerleri de 0. gün ile karşılaştırıldığında 14. gün sonunda artış göstermiştir ($p<0.05$) (Ek 21).

Çizelge 4.15'ten görüldüğü gibi PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin kaplama materyaline göre dış yapışkanlık değerleri kıyaslandığında 0. Gün en yüksek dış yapışkanlık değerinin -236.11 ile kontrol film kaplı kaşar peyniri, en düşük dış yapışkanlık değerinin -623.35 ile %5 PE film kaplı kaşar peyniri olduğu görülmüştür (Şekil 4.28). 7.gün depolama süresi sonunda en yüksek yapışkanlık değeri -233.21 ile kontrol film kaplı kaşar peyniri olmuştur. 7. Gün sonundaki en düşük dış yapışkanlık değerini ise -330.63 ile %5 PE film kaplı kaşar peyniri göstermiştir. 14. Gün depolama süresi sonunda dış yapışkanlık değeri tüm film

kaplı peynir örnekleri arasında istatistiksel anlamda önemli fark göstermiştir ($p<0.05$) (Ek 21).

Çizelge 4.15'ten görüldüğü gibi ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin depolama sürelerine göre dış yapışkanlık değerleri karşılaştırıldığında 0. günden 7. gün depolamaya kadar geçen süreçte tüm film kaplı kaşar peynir örneklerinin dış yapışkanlık değerleri artarken 14. gün depolama sonucunda dış yapışkanlık değerlerinde azalma saptanmıştır ($p<0.05$) (Ek 21).

Çizelge 4.15'ten görüldüğü gibi ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirleri kaplama materyaline göre karşılaştırıldığında 0. gündeki dış yapışkanlık değeri en yüksek kontrol film kaplı kaşar peynirinde, en düşük %10 ZKE film kaplı kaşar peynirinde tespit edilmiştir (Şekil 4.28) ($p<0.05$). 7. gün depolama süresi sonunda tüm film kaplı kaşar peyniri örneklerinin dış yapışkanlık değerleri arasındaki değişim anlamlı fark oluşturmuştur ($p<0.05$). 14. gün depolama süresi sonunda tüm film kaplı kaşar peyniri örneklerinin dış yapışkanlık değerleri arasındaki değişim anlamlı fark oluşturmuştur ($p<0.05$). 0, 7 ve 14. gün depolama süresi sonunda kaplama materyaline göre yapılan karşılaştırmada film formülasyonundaki ZKE konsantrasyonu arttıkça kaşar peynirlerinin dış yapışkanlık değerlerinin azaldığı belirlenmiştir ($p<0.05$) (Ek 21).



Şekil 4.29 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin esneklik değerlerinin kıyaslanması

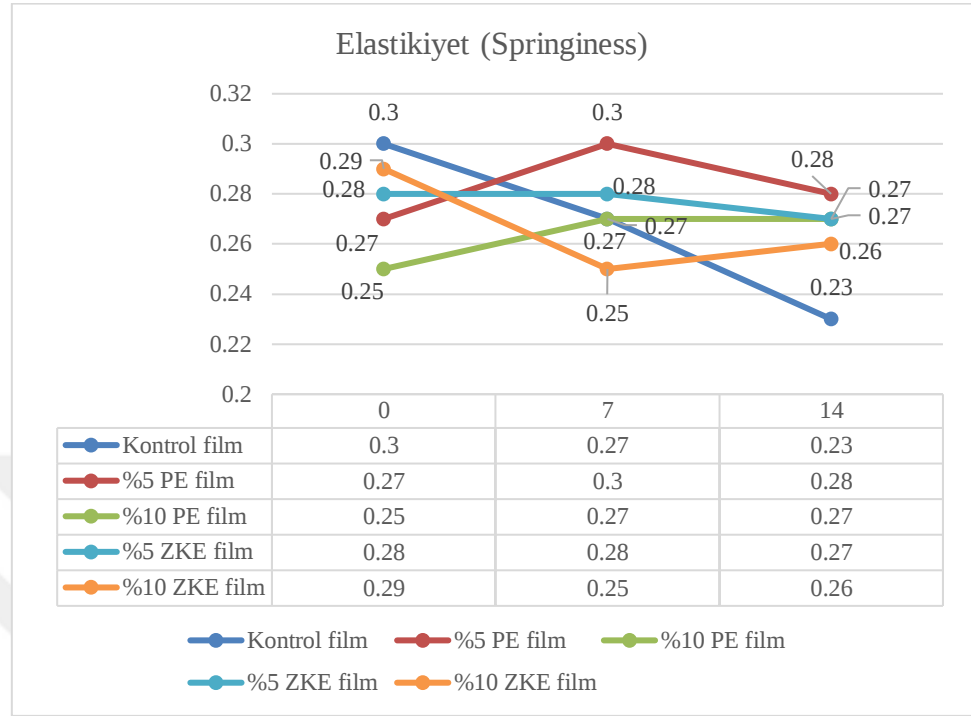
Çizelge 4.15'ten görüldüğü gibi PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin depolama sürelerine göre esneklik değerleri karşılaştırıldığında 0. günden 14. güne kontrol film kaplı kaşar peynirlerinin esnekliği azalmıştır ($p<0.05$). %5 PE film kaplı kaşar peynirleri, depolama boyunca esneklik değerlerini korumuştur ($p>0.05$). %10 PE film kaplı kaşar peynirlerinin esneklik değeri 0. günden 14. güne artış göstermiştir ($p<0.05$) (Ek 21).

Çizelge 4.15'ten görüldüğü gibi PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirleri esneklik değeri bakımından karşılaştırıldığında kaplama materyaline göre 0. gün esneklik değerleri en yüksek örnek 0.08 ile kontrol film kaplı kaşar peyniri, en düşük esneklik değeri 0.03 ile %10 PE film kaplı kaşar peyniri olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.29) ($p<0.05$). 0. gün esneklik değeri açısından kontrol film kaplı kaşar peynirleri PE film kaplı kaşar peynirlerine göre daha esnek yapıda tespit edilmiştir ($p>0.05$). 7. gün depolama süresi sonunda kontrol film kaplı kaşar peyniri ile PE film kaplı kaşar peynirinin esneklik değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı düzeyde değildir ($p>0.05$). 14. gün depolama süresi bitiminde kontrol ve PE film kaplı kaşar peynirlerinin esneklik değerleri arasında anlamlı fark olmadığı görülmüştür ($p>0.05$) (Ek 21).

Çizelge 4.15'ten görüldüğü gibi ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin depolama süresine göre esneklik değerleri incelendiğinde kontrol film kaplı kaşar peynirlerinin esnekliği depolama süresince azalmakla birlikte 7. günden sonra değişim olmadığı belirlenmiştir ($p<0.05$) (Şekil 4.30). 0, 7 ve 14. günlerde %5 ZKE ve %10 ZKE film kaplı kaşar peynirlerinin esnekliğindeki değişimler önemli bulunmamıştır ($p>0.05$) (Ek 21).

Çizelge 4.15'ten görüldüğü gibi ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin kaplama materyaline göre esneklik değerleri karşılaştırıldığında 0. gündeki kontrol film kaplı kaşar peynirinin esneklik değeri ZKE film kaplı kaşar peynirlerine göre anlamlı düzeyde daha yüksek değerlerde tespit edilmiştir (Şekil 4.29) ($p<0.05$). 7. gün depolama süresi sonunda kontrol ve ZKE film kaplı kaşar peynirlerinin esneklik değerleri benzerlik göstermiştir ($p>0.05$). 14. gün depolama süresi sonucunda da kontrol ve ZKE filmlerinin esneklik değerleri arasında anlamlı fark oluşmamıştır ($p>0.05$). Yenilebilir film formülasyonunda 7. günden sonra ZKE

ilave edilmesinin yenilebilir filmin esnekliğini etkilemediği sonucuna ulaşılmıştır ($p>0.05$) (Ek 21).



Şekil 4.30 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin elastikiyet değerlerinin kıyaslanması

Çizelge 4.15'ten görüldüğü gibi PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin depolama sürelerine göre elastikiyet değerleri karşılaştırıldığında kontrol film kaplı kaşar peynir örneğinin elastikiyet değerinde 0. günden 14. güne doğru azalma saptanmıştır ($p<0.05$) (Şekil 4.30). Depolama süresi boyunca 0. günden 14. güne %5 PE ve %10 PE film kaplı kaşar peynirlerinin elastikiyet değerlerinde görülen değişim istatistiksel olarak önemli fark oluşturmamıştır ($p>0.05$) (Ek 21).

Çizelge 4.15'ten görüldüğü gibi PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirleri elastikiyet değeri bakımından kaplama materyaline göre karşılaştırıldığında film kaplı kaşar peyniri örnekleri incelendiğinde 0. gündeki PE film kaplı kaşar peynirleri kontrol film kaplı kaşar peynirine göre daha düşük elastikiyet değerlerinde tespit edilmiştir (Şekil 4.30) ($p<0.05$) (Ek 21). 7. gün depolama süresi sonunda kontrol ve PE film kaplı kaşar peynirlerinin elastikiyet değerleri incelendiğinde %5 PE film kaplı kaşar peynirlerinin elastikiyeti kontrol ve %10 PE film kaplı kaşar peynirlerinden daha yüksek miktarda tespit edilmiştir ($p<0.05$). 14.

gün depolama süresi sonucunda %5 film kaplı kaşar peynirlerinin elastikiyeti en yüksek miktarda tespit edilmiş olup kontrol film kaplı kaşar peynirinin elastikiyet değeri ile arasında anlamlı fark görülürken ($p<0.05$) %10 PE film kaplı kaşar peynirlerinin elastikiyet değerleri ile benzerlik göstermiştir ($p>0.05$).

Çizelge 4.15'ten görüldüğü gibi ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin 14 gün depolama süresi boyunca %5 ZKE film kaplı kaşar peynirlerinin elastikiyeti önemli düzeyde değişim göstermemiştir ($p>0.05$). Depolama süresi boyunca %10 ZKE film kaplı kaşar peynirlerinin elastikiyet değerleri azalma eğilimi göstermekle birlikte 14 gün depolama süresi sonunda 0. güne göre elastikiyet değerlerindeki değişim anlamlı fark oluşturmuştur ($p<0.05$).

Çizelge 4.15'ten görüldüğü gibi ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin kaplama materyaline göre elastikiyet değerleri incelendiğinde yenilebilir film kaplı kaşar peynir örneklerinin 0. günde kontrol ve ZKE film kaplı kaşar peynirlerinin elastikiyet değerleri birbirine yakın saptanmıştır ($p>0.05$) (Şekil 4.30). 7. gün depolama sonucundaki kontrol ve ZKE içeren film kaplı kaşar peynirlerinin elastikiyet değerleri benzerlik göstermiştir ($p>0.05$). 14. gün depolama süresi sonucunda kontrol yenilebilir film kaplı kaşar peynirinin elastikiyet değeri ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirine göre daha düşük değerde tespit edilmiş olup ZKE film kaplı kaşar peynirlerinin 14. gündeki elastikiyet değerleri arasında önemli fark görülmemiştir ($p>0.05$) (Ek 21).

Mileriene et al. (2020) tarafından tarçın ekstraktı ilave edilerek üretilen yenilebilir filmler ile kaplanan teleme peynirlerinin doku analizi yapılarak sertlik, dış yapışkanlık, elastikiyet, iç yapışkanlık ve esneklik değerleri incelenmiştir. CC ve CC+C örneklerinin 31 gün depolama süresi sonunda sertlik değerlerinde istatistiksel anlamda önemli fark gözlenmiştir ($p<0.05$). CC+C peynirlerinin nem miktarının az olması sebebiyle sertlik değerini etkilediği ve sertlik değerinde artışa neden olduğu belirtilmiştir. Benzer olarak kontrol, PE ve ZKE film kaplı kaşar peynirlerinin sertlik değerleri Mileriene et al. (2020)'ın çalışmasında olduğu gibi depolama süresi sonunda artış göstermiştir. Kontrol film kaplı kaşar peynirlerinin sertlik değerinin yüksek olması peynirlerin nem miktarındaki değişimden kaynaklanmış olabilir. Vakum paketlenme yapılan grupları CC+V ve CC+C+V

peynir örneklerinin sertlik (hardness), dış yapışkanlık (adhesiveness), elastikiyet (springiness), iç yapışkanlık (cohesiveness) ve esneklik (resilience) değerlerinin yenilebilir film kaplama materyalinden etkilenmediği tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Berti et al. (2019) tarafından yapılan çalışmada CNANI (Kontrol) ve GNANI yenilebilir filmleri ile kaplanan Gouda peynirlerinin doku profil analizi yapılarak peynirlere ait sertlik (hardness), elastikiyet (springiness), sakızimsılık (gumminess) değerleri incelenmiştir. Her iki çeşit Gouda peynirinde sertlik değeri depolama süresi boyunca artış göstermiştir. Aynı zamandaki olgunlaşma süreleri boyunca GNANI yenilebilir filmi ile kaplı Gouda peynirlerinin sertlik (hardness) değeri CNANI örneklerine göre daha yüksek değerlerde tespit edilmiştir. Sakızimsılık değerinin sertlik ve esneklikle ilişkili olduğu ifade edilmiştir. Yarı katı gıdaların yutulması için gerekli enerji olarak tanımlanan sakızimsılık (gumminess) değeri GNANI peynirlerinde, CNANI peynirlerine göre daha yüksek değerlerde tespit edilmiştir. CNANI peynirinde olgunlaşma süresi boyunca sakızimsılık değerinin artış gösterdiği ancak bu artışın istatistiksel açıdan önemli derecede olmadığı bildirilmiştir. Benzer olarak kontrol, PE ve ZKE film kaplı kaşar peynirlerinin sakızimsılık değerleri de depolama süresi boyunca CNANI peynirleri gibi artış göstermiştir. %10 PE içeren film kaplı kaşar peynirlerinin sakızimsılık değerleri, %10 PE film kaplı kaşar peynirlerinin depolama süresince görülen sertlik ve esneklik değerlerinde görülen artıştan kaynaklı diğer örneklerle göre daha yüksek değerlerde tespit edilmiştir ($p<0.05$). CNANI ve GNANI peynirlerinin olgunlaşma süreleri boyunca elastikiyet (springiness) değerlerinin sabit kalmış olduğu ve kaplama materyalinden etkilenmediği belirtilmiştir. Benzer olarak %5 PE, %10 PE ve %5 ZKE film kaplı kaşar peynirlerinin elastikiyet değerlerinde depolama süresi boyunca değişim görülmemiştir ($p>0.05$). Pena-Serna et al. (2016) tarafından üretilen zein-oleik asit (Z-OA) ve zein-oleik asit-ksantan gum (Z-OA-XG) yenilebilir filmleri ile kaplanan, kaplamasız ve plastik ile kaplanan Minas Padrão peynirlerinin doku profil analizi yapılarak peynirlerin sertlik, iç yapışkanlık ve sakızimsılık değerleri incelenmiştir. Z-OA ve Z-OA-XG kaplamalı peynirlerinin 14. gün depolama sonunda sertlik değerleri %14 artış gösterdiği tespit edilmiştir. Minas Padrão peynirlerinin doku özellikleri, peynirin nem içeriği ve proteolizdeki farklılığın bir sonucu olarak, paketlenme şeklinden etkilendiği belirtilmiştir. Böylece, biyolojik olarak parçalanabilen kaplamalı ve ambalajsız peynir

örneklerinin, plastik ambalajlı peynirlere göre daha sert, daha lastiksi ve daha az kohezyonlu olduğu saptanmıştır. Z-OA ve Z-OA-XG kaplamalı peynirlerinin sakızimsılık değerleri depolama süresi boyunca artış göstermiş olup kaplamasız ve plastik kaplamalı peynirlere göre daha yüksek sakızimsılık değerlerinde tespit edilmiştir. Peynirlerin iç yapışkanlık değerleri incelendiğinde ise Z-OA ve Z-OA-XG kaplamalı peynirlerinin iç yapışkanlık değerleri depolama süresi uzadıkça azalma göstermiş olup kaplamasız ve plastik kaplamalı peynirlerin iç yapışkanlık değerlerine göre daha düşük değerlerde tespit edilmiştir. Z-OA ve Z-OA-XG kaplamalı peynirlerinin iç yapışkanlık, sakızimsılık ve sertlik değerleri açısından karşılaştırıldıklarında ise birbirine benzer değerlerde olduğu tespit edilmiştir.

Saygılı (2015) tarafından yapılan çalışmada mersin uçucu yağı içeren yenilebilir filmleri ile kaplanan kaşar peynirlerinin doku profil analizi yapılarak peynirlere ait sertlik, iç yapışkanlık, dış yapışkanlık, elastiklik, sakızimsılık değerleri incelenmiştir. Kontrol (kaplamasız) (K), mersin uçucu yağı içermeyen yenilebilir film (F), mersin uçucu yağı içeren yenilebilir film (M)) kaplı kaşar peynir örnekleri incelendiğinde sertlik değerinin K peynirinde depolama süresi boyunca artış gösterdiği görülmüştür. F ve M peynirlerinin sertlik değerleri ise depolama süresi boyunca azalma göstermiştir. Kaşar peynirlerinin sertliğindeki bu azalışın film kaplama işlemiyle ilişkili olduğu, yenilebilir filmlerin nem geçişini engellediği ve örneklerde yumuşamaya neden olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca film kaplama işleminin örnekleri nem kaybına karşı koruduğu ve peynirlerin kurumasını engellediği tespit edilmiştir. 1 ve 7. günlerde kaplama materyallerine göre karşılaştırıldığında K ve F peynir örneklerinin sertlik değerleri M peynirlerinden önemli derecede daha yüksek değerlerde tespit edilirken 15. gün depolama süresi sonunda K, F ve M peynirlerinin tümünde sertlik değeri farklılık göstermeye başlamıştır. 15. gün depolama süresinden itibaren en yüksek sertlik K ardından F peynir örneklerinde bulunmuştur. Nitekim, depolama süresi boyunca %5 PE, %5 ZKE ve %10 ZKE film kaplamalarının, peynirleri nem kaybına karşı kontrol ve %10 PE film kaplamasına göre daha iyi koruduğu ve peynirlerin kurumasını engellediği tespit edilmiştir.

İç yapışkanlık değerleri depolama süresi boyunca K, F ve M peynirlerinin tümüne azalma göstermiştir. Kaplama materyaline göre iç yapışkanlık değerleri

karşılaştırılan peynirlerin iç yapışkanlık değeri en yüksek K örneğinde en düşük M örneğinde tespit edilmiştir ($p<0.05$). Mersin uçucu yağı içeren yenilebilir filmler ile kaplı peynirler (M) en düşük iç yapışkanlık değerlerinde bulunmuştur. Çalışmamızda 14 gün depolama sonucunda en düşük iç yapışkanlık değerine sahip peynir %10 ZKE yenilebilir filmi ile kaplı kaşar peynirleri olmuştur.

Dış yapışkanlık değerleri depolama süresi boyunca K peynirinde azalırken F ve M örneklerinde artış göstermiştir. Depolama süresi boyunca yenilebilir film kaplaması ile kaşar peynirlerinin üzerinde oluşturduğu katmanın peynirin dış yapışkanlık değerleri üzerinde artışa neden olduğu saptanmıştır. Kaplama materyaline göre karşılaştırılan peynir örneklerinin dış yapışkanlık değerleri en yüksek K peynirinde en düşük M peynirinde tespit edilmiştir. Yenilebilir film formülasyonuna mersin uçucu yağı ilave edilmesi dış yapışkanlığı azaltmıştır. Bizim yaptığımız çalışmada da dış yapışkanlık değerleri benzer nitelikte değişim göstermiştir. Depolama süresi boyunca kontrol film kaplı kaşar peynirlerinin dış yapışkanlık değerleri ile karşılaştırıldığında yenilebilir filme PE ve ZKE ilave edilmesi peynir örneklerinin dış yapışkanlık değerlerini azaltmıştır.

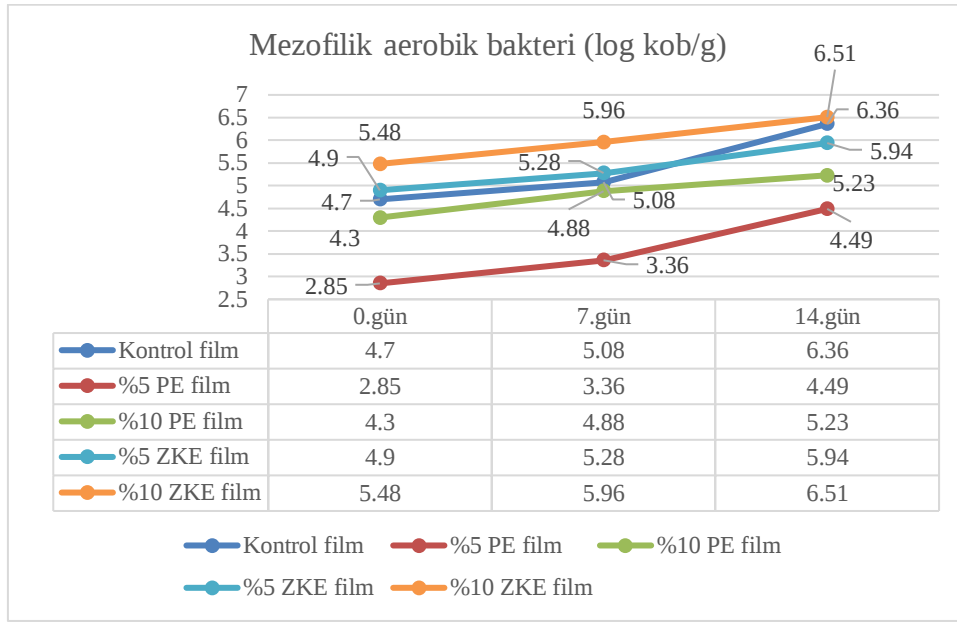
Elastikiyet değerleri bakımından kaşar peyniri örnekleri K, F ve M örneklerinin tümünde depolama süresi boyunca azalma göstermiştir. Kaplama materyaline göre karşılaştırıldığında 1 ve 15. günler arasında kaplama yapılmamış peynirin (K) elastikiyet değeri kaplama yapılan peynirlere (F ve M) göre daha yüksek değerlerde tespit edilmiştir. Mersin uçucu yağı ilaveli yenilebilir filmi (M) ile kaplanan peynirler en düşük elastikiyet değerlerinde saptanmıştır. Çalışmamızda kontrol ve % 10 ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin elastikiyet değerleri 14 gün depolama süresi boyunca anlamlı düzeyde azalma göstermiştir.

Sakızımsılık değerleri incelenen peynir örneklerinin depolama boyunca tümünün sakızımsılık değerlerinde azalma gözlenmiştir. Depolama süresi boyunca yenilebilir film kaplı kaşar peynirleri (F ve M) kaplamasız peynir örneklerine göre daha fazla azalış göstermiştir ($p<0.05$). Kaplama materyallerine göre yapılan karşılaştırmada mersin uçucu yağı ilaveli yenilebilir filmi ile kaplı kaşar

peynirlerinin (M) sakızımsılık değerleri daha düşük miktarlarda saptanmıştır ($p<0.05$).

4.5.8. Yenilebilir film kaplı olgunlaştırılmış taze kaşar peynirlerinin mezofilik aerobik bakteri sayımı, küf ve maya gelişimi

Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin mezofilik aerobik bakteri sonuçları Şekil 4.31’de verilmiştir.



Şekil 4.31 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin mezofilik aerobik bakteri sayısı

Mezofilik aerobik bakteri miktarları, yenilebilir film kaplı peynirlerin içerdiği kontaminant bakteriler konusunda bilgi vermesi amacıyla hesaplanmıştır (Ramos et al., 2012). Şekil 4.31’den görüldüğü gibi 0. günden 14. güne doğru kontrol film kaplı kaşar peynirlerinin mezofilik aerobik bakteri sayısı 4.7’den 6.36 log kob/g’a yükselmiştir. %5 PE film kaplı kaşar peynirlerinin mezofilik aerobik bakteri sayısı 0. günden 14. güne doğru 2.85’den 4.49 log kob/g’a yükselmiştir. %10 PE film kaplı kaşar peynirlerinin mezofilik aerobik bakteri sayısı 0. günden 14. güne doğru 4.3’ten 5.23 log kob/g’a yükselmiştir. Depolama süresi boyunca PE ilavesinin kaşar peynirlerinin mezofilik aerobik bakteri gelişimini yavaşlattığı görülmüştür.

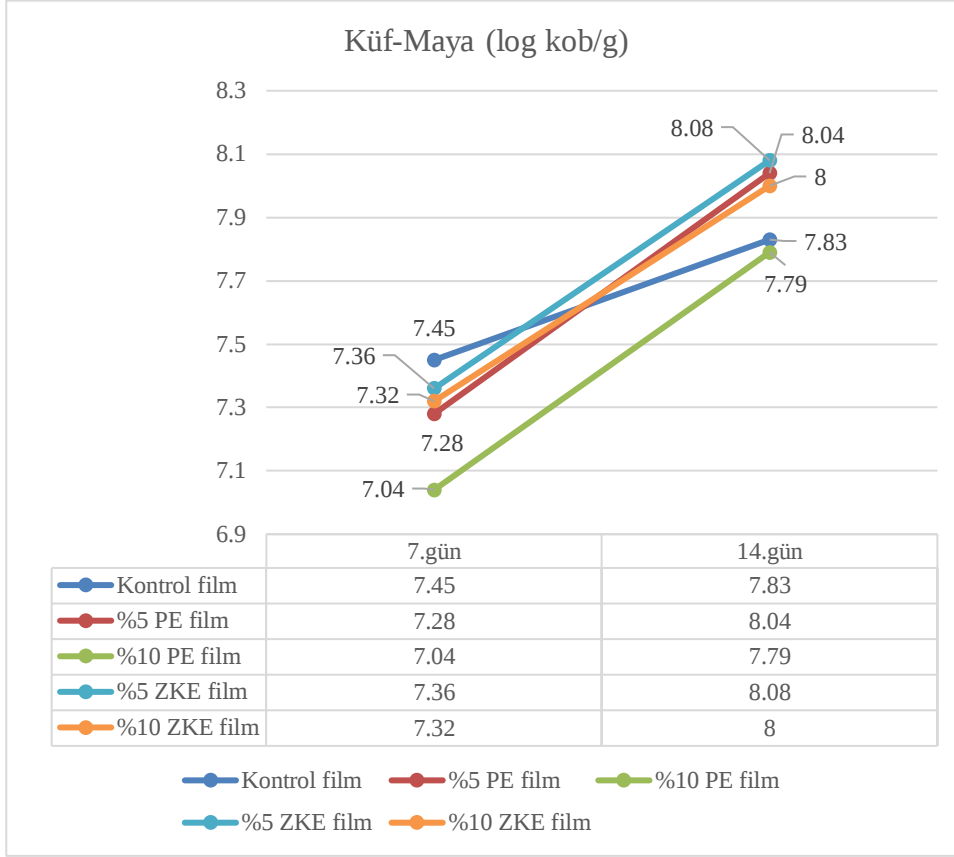
Kaplama materyaline göre karşılaştırıldığında 0. gün 4.7 log kob/g ile en yüksek mezofilik aerobik bakteri kontrol film kaplı kaşar peynirlerinde tespit

edilirken en düşük mezofilik aerobik bakteri 2.85 log kob/g ile %5 PE film kaplı kaşar peynirlerinde tespit edilmiştir (Şekil 4.31). 7. gün depolama süresi sonunda en düşük mezofilik aerobik bakteri sayısı 3.36 log kob/g ile %5 PE film kaplı kaşar peynirlerinde tespit edilmiştir. 14. gün depolama süresi sonunda ise en düşük mezofilik aerobik bakteri sayısı 4.49 log kob/g ile %5 PE film kaplı kaşar peynirlerinde tespit edilmiştir. %5 PE film kaplı kaşar peynirlerinin başlangıçtaki mezofilik aerobik bakteri sayısının düşük olması nedeniyle depolama süresi boyunca kaşar peynirindeki kontaminant bakterilerin gelişim hızını etkilemiş olabileceği düşünülmektedir.

Depolama süresi boyunca yenilebilir film kaplamalı kaşar peynirlerinde mezofilik aerobik bakteri sayısı değişimi %5 ZKE film kaplı kaşar peynirlerinin mezofilik aerobik bakteri sayısı 0. günden 14. güne doğru 4.9'dan 5.94 log kob/g'a yükselmiştir (Şekil 4.31). %10 ZKE film kaplı kaşar peynirlerinin mezofilik aerobik bakteri sayısı 0. günden 14. güne doğru 5.48'den 6.51 log kob/g'a yükselmiştir.

Kaplama materyaline göre karşılaştırıldığında 0. gün 5.48 log kob/g ile en yüksek mezofilik aerobik bakteri %10 ZKE film kaplı kaşar peynirlerinde tespit edilirken en düşük mezofilik aerobik bakteri 4.7 log kob/g ile kontrol film kaplı kaşar peynirlerinde tespit edilmiştir (Şekil 4.31). 7. gün depolama süresi sonunda en düşük mezofilik aerobik bakteri sayısı 5.08 log kob/g ile kontrol film kaplı kaşar peynirlerinde tespit edilmiştir. 14. gün depolama süresi sonunda ise en düşük mezofilik aerobik bakteri sayısı 5.94 log kob/g ile %5 ZKE film kaplı kaşar peynirlerinde tespit edilmiştir. %5 ZKE film kaplı kaşar peynirlerinin başlangıçtaki mezofilik aerobik bakteri sayısının düşük olması ve ZKE'nin antioksidan aktivite içeriğine sahip olması nedeniyle depolama süresi boyunca kaşar peynirindeki kontaminant bakterilerin gelişim hızını etkilemiş olabileceği düşünülmektedir. Depolama süresi boyunca %10 ZKE film kaplı kaşar peynirlerinin mezofilik aerobik bakteri sayısının kontrol ve %5 ZKE film kaplı kaşar peynirine göre yüksek çıkmasının kontaminant bakterilerin yoğunluğundan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin küf maya miktarları Şekil 4.32’de verilmiştir.



Şekil 4.32 Yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin küf-maya miktarlarının kıyaslanması

Film kaplı kaşar peynirlerinde 0. günde küf-maya gelişimi tespit edilmemiştir (Şekil 4.32). Depolama süresince 14. güne doğru kontrol film kaplı kaşar peynirlerinin küf-maya sayısı 7.45’ten 7.83 log kob/g’a yükselmiştir. %5 PE film kaplı kaşar peynirlerinin küf-maya sayısı 7. günden 14. güne doğru 7.28’den 8.04 log kob/g’a yükselmiştir. %10 PE film kaplı kaşar peynirlerinin küf-maya sayısı 7. günden 14. güne doğru 7.04’ten 7.79 log kob/g’a yükselmiştir. Depolama süresi boyunca %10 PE ilavesinin kaşar peynirlerinin küf-maya gelişimini yavaşlattığı görülmüştür. %10 PE yenilebilir filminin kaşar peynirlerinin küf-maya gelişimini engelleme üzerinde etkisi diğer ekstraktlara göre yüksek olmuştur.

Kaplama materyaline göre karşılaştırıldığında 7. gün depolama süresi sonunda en düşük küf-maya sayısı 7.04 log kob/g ile %10 PE film kaplı kaşar

peynirlerinde tespit edilmiştir (Şekil 4.32). 14. gün depolama süresi sonunda ise en düşük küf-maya sayısı 7.79 log kob/g ile %10 PE film kaplı kaşar peynirlerinde tespit edilmiştir. %5 PE film kaplı kaşar peynirlerinin 14. gündeki ağırlık kaybının yüksek olması nedeniyle peynirde nem geçişine sebep olduğu ayrıca kaşar peynirinin pH'sının düşük olması nedeniyle de peynirde küf maya gelişimini diğer peynir örneklerine göre daha çok arttırdığı düşünülmektedir.

Depolama süresi boyunca incelenen yenilebilir film kaplamalı kaşar peynirlerinde %5 ZKE film kaplı kaşar peynirlerinin küf-maya sayısı 7. günden 14. güne doğru 7.36'dan 8.08 log kob/g'a yükselmiştir. %10 ZKE film kaplı kaşar peynirlerinin küf-maya sayısı 7. Günden 14. güne doğru 7.32'ten 8 log kob/g'a yükselmiştir (Şekil 4.32). 7 günlük depolama süresi boyunca ZKE ilavesinin kaşar peynirlerinin küf-maya gelişimini yavaşlattığı ancak 7. günden 14. güne doğru küf-maya gelişimini engelleyemediği görülmüştür.

Kaplama materyaline göre karşılaştırıldığında 7. gün depolama süresi sonunda en düşük küf-maya sayısı 7.32 log kob/g ile %10 ZKE film kaplı kaşar peynirlerinde tespit edilmiştir (Şekil 4.32). 14. gün depolama süresi sonunda ise en düşük küf-maya sayısı 7.83 log kob/g ile kontrol film kaplı kaşar peynirlerinde tespit edilmiştir. %5 ZKE film kaplı kaşar peynirlerinin 14. gündeki ağırlık kaybının yüksek olması nedeniyle peynirde nem geçişine sebep olduğu ayrıca kaşar peynirinin pH'sının düşük olması nedeniyle de peynirde küf maya gelişimini diğer peynir örneklerine göre daha çok arttırdığı düşünülmektedir. Ayrıca, %5 ve 10 ZKE yenilebilir filmlerinin küf-maya gelişimi üzerindeki etkisi kontrol filmi ile benzerlik göstermiştir.

Civelek (2019) tarafından farklı kaplama materyali (Saf su, *W. saturnus* içeren saf su, peynir altı suyu proteini (PASP), *W. saturnus* + PASP) ile kaplanmış peynir örneklerinin laktik asit bakterisi, küf ve maya sayısı depolama süresince incelenmiştir. Yenilebilir film kaplamalara *W. saturnus* eklenmesi ile peynir yüzeyinde kristallenmeye neden olan ve peynirde istenmeyen *Lactobacillus* bakterilerinin üremesinin engellendiği saptanmıştır. Yenilebilir film kaplamalara *W. saturnus* antagonist mayasının eklenmesi ve vakum paketlenme uygulaması maya üremesini depolamanın 28. güne kadar arttırdığı 28. gününden sonra ise önemli

derecede azalttığı tespit edilmiştir. Yenilebilir film kaplamalara *W. saturnus* antagonist mayasının eklenmesi ve vakum paketlenme uygulaması küf üremesini azalttığı bu azalışın istatistiksel olarak önemli düzeyde olduğu ifade edilmiştir ($p<0.05$).

Mileriene et al. (2020) tarafından tarçın ekstraktı ilaveli peynir altı suyu konsantresi bazlı yenilebilir filmleri ile kaplanan kaşar peynirlerinin depolama süresi boyunca toplam bakteri sayısı, laktik asit bakteri (LAB), maya ve küf sayıları incelenmiştir. Toplam bakteri sayısının depolama süresi boyunca tüm kaşar örneklerinde 7'den 4 log kob/g'a azaldığı tespit edilmiştir. Taze peynirde başlangıçta baskın olan laktik asit bakterilerinin sayısı 6.75 ile 7.09 log kob/g arasında değişim göstermiştir. Ancak, 31. gün depolama süresi sonunda tüm peynir örneklerinin içerdiği laktik asit bakterilerinin sayısında önemli bir azalma gözlenmiştir ($p<0.05$). Düşük nem ve artan pH ve laktik asit konsantrasyonu gibi uygun olmayan çevresel koşulların laktik asit bakterilerinde azalmaya neden olduğu belirtilmiştir. Antimikrobiyal ajan olarak yenilebilir film formülasyonunda kullanılan tarçın ekstraktının sütün mikroflorasında negatif etkisinin olmadığı bildirilmiştir. 31 günlük depolama süresi boyunca LAB'nin gelişimi en yüksek CE-LWPC (tarçın ekstraktı içeren film çözeltisi) ile kaplı peynirlerde gözlenmiştir. Kaplama yapılan peynirlerin LAB sayıları 1.02 den 1.37 log kob/g'a kadar azalırken kaplamasız peynirlerin LAB sayıları 1.55 ten 1.98 log kob/g'a ($p<0.05$) kadar azalma göstermiştir. Tüm depolama süreleri boyunca kaplama yapılan peynirlerde maya-küf sayıları daha düşük miktarda tespit edilmiştir. Yenilebilir kaplamanın peynir yüzeyinde daha kuru bir görünüme neden olduğu için maya-küf gelişimini azalttığı ifade edilmiştir.

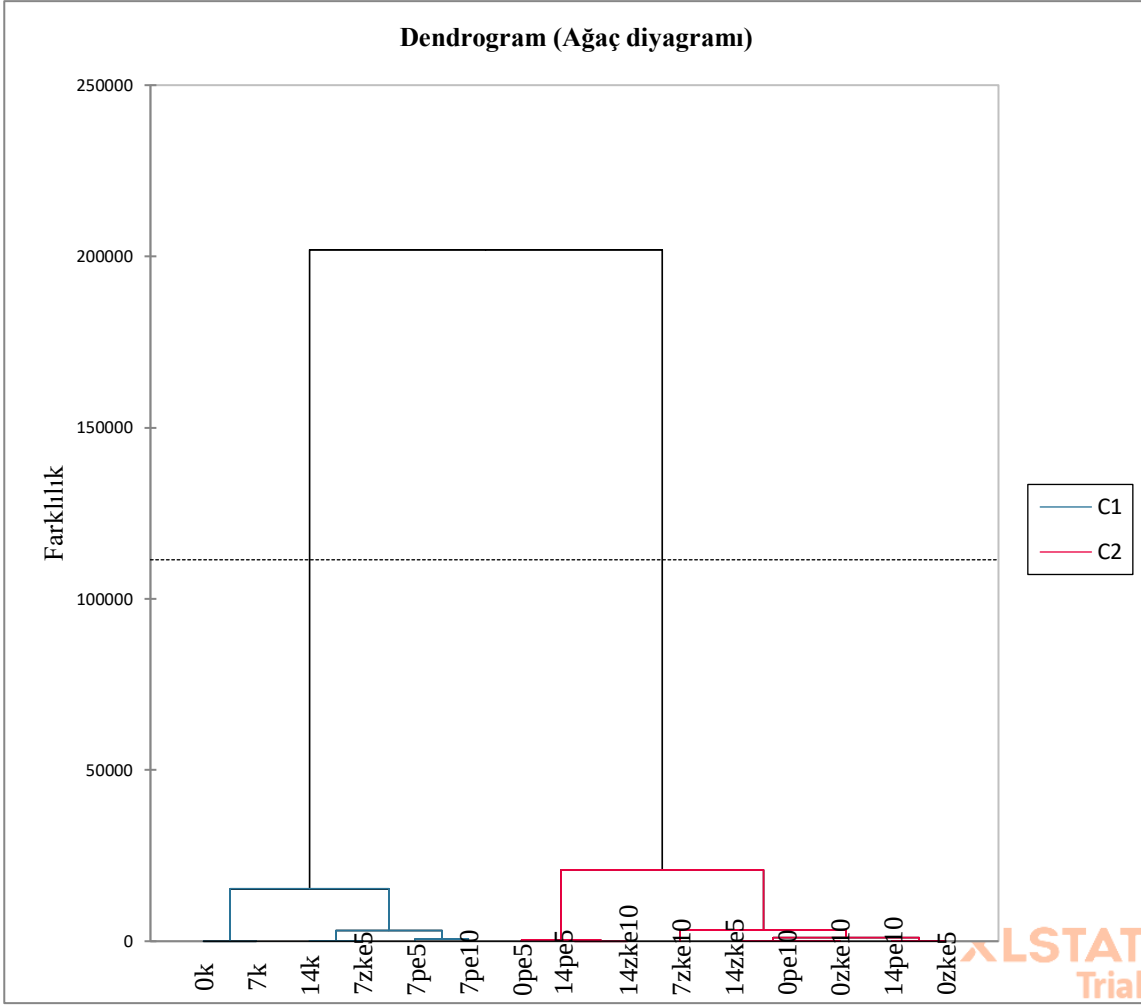
Öksüztepe vd. (2009) tarafından vakum paketli kaşar peynirlerinin mezofilik aerobik bakteri sayısı 7.02 log kob/g ve maya-küf sayısı ise 1.76 log kob/g olarak saptanmıştır.

Ramos et al. (2012) tarafından yapılan çalışmada whey protein izolatlarından hazırlanan antimikrobiyal film kaplı peynirlerin mikrobiyolojik özellikleri incelenmiştir. Peynirlerin 0. gün mikrobiyolojik analizi sonuçlarına göre kontaminant ve patojenik mikroorganizma gelişimi göstermediği (< 100 kob/g)

saptanmıştır. Laktik asit ve mezofilik aerobik bakteri sayısının 6 ile 8 log kob/g arasında değiştiği tespit edilmiştir. 10 günlük depolama süresi sonunda mezofilik aerobik bakteri sayısının kaplamasız peynirlerde daha yüksek olduğu bu durumun kontaminant bakterilerin gelişimi ile ilişkili olduğu ifade edilmiştir.

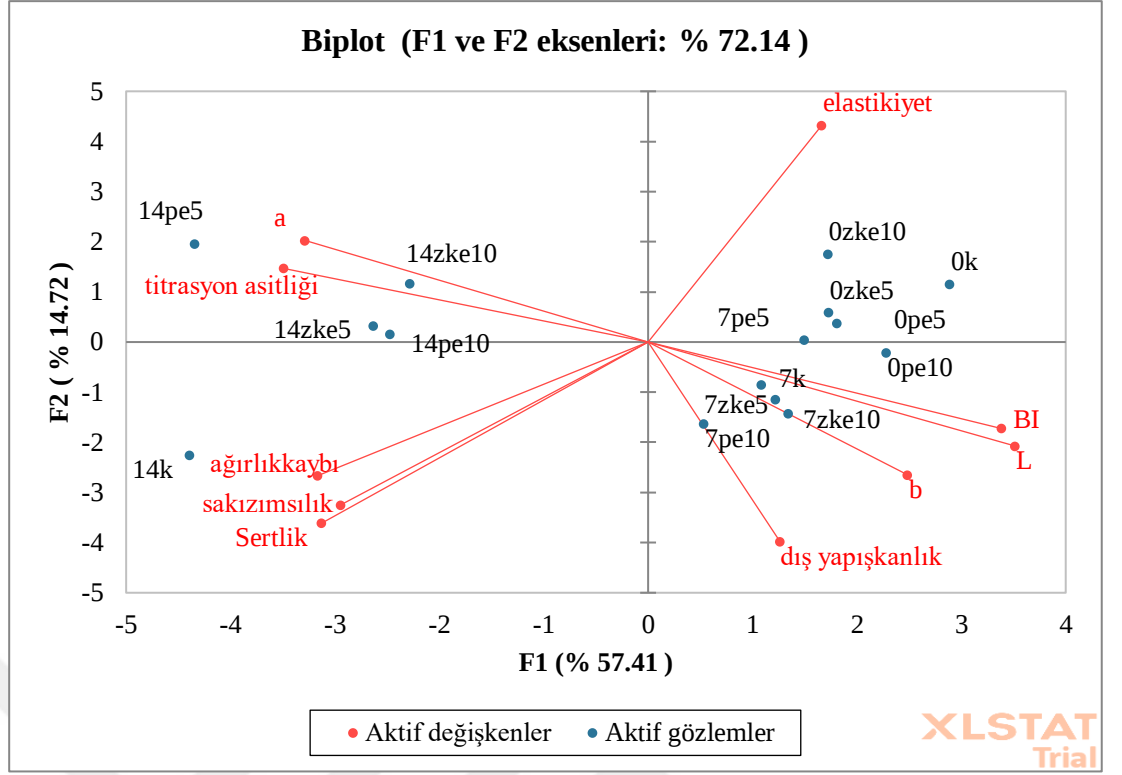
4.6. Yenilebilir Film Kaplı Olgunlaştırılmış Taze Kaşar Peynirlerinin Cluster ve Temel Bileşen Analizi ile Bazı Fiziksel, Kimyasal, Renk ve Doku Analiz Bulgularının Değerlendirilmesi

Yenilebilir filmler ile kaplanan kaşar peynirlerinin arasındaki ilişkiyi değerlendirmek amacıyla Cluster ve Temel Bileşen Analizi (PCA) uygulanmıştır. Gerçekleştirilen tüm analizler dikkate alınarak Cluster ve Temel Bileşen Analizi (PCA) uygulandığında toplam varyasyon düşük olduğundan istatistiksel farkın önemli bulunduğu ağırlık kaybı, titrasyon asitliği, L, a, b, BI, sertlik, sakızimsılık, dış yapışkanlık ve elastikiyet ortalamaları kullanılarak Cluster ve Temel Bileşen Analizi (PCA) gerçekleştirilmiştir. Cluster analizi sonucunda 2 ana grup olduğu görülmüştür (Şekil 4.33). 0, 7 ve 14. gün kontrol, 7.gün %5 ZKE, %5 PE ve %10 PE yenilebilir filmi ile kaplı kaşar peynirleri birinci ana grubu, diğer yenilebilir filmi ile kaplı kaşar peynirleri ikinci ana grubu oluşturmaktadır.



Şekil 4.33 Yenilebilir filmlerin fiziksel-kimyasal, renk ve doku değerlerine göre Cluster analizi

Bu grupların oluşmasında etkili olan yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin fiziksel-kimyasal, renk ve doku karakterlerinin belirlenmesi amacıyla uygulanan PCA sonucunda toplam varyasyonun %57,41'ini oluşturan F1 ve %14,72'sini oluşturan F2 olmak üzere 2 temel bileşen elde edilmiştir (Şekil 4.33). 14.gün %5 PE, %10 PE, %5 ZKE ve %10 ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin farklılaşmasında a değeri ve titrasyon asitliği; 14.gün kontrol yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin farklılaşmasında ağırlık kaybı, sertlik ve sakızimsılık; 7. gün kontrol, %5 ZKE, %10 PE, %10 ZKE ve 0. gün %10 PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin farklılaşmasında L, b, BI değerleri ile dış yapışkanlık; 0. gün kontrol, %5 ZKE, %10 ZKE, %5 PE ve 7. gün %5 PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin farklılaşmasında elastikiyet etkili olmuştur.



Şekil 4.34 Yenilebilir filmlerin fiziksel-kimyasal, renk ve doku değerlerine ait biplot diyagramı (k-kontrol, pe-pirina ekstraktı, zke-zeytin karasuyu ekstraktı)

5. SONUÇ

Bu çalışmada zeytinyağı endüstri atıklarından pirina ve zeytin karasuyundan elde edilen ekstraktların yenilebilir film teknolojisinde kullanım imkanları araştırılmıştır. Elde edilen yenilebilir filmler taze olgunlaştırılmış kaşar peynirinin kaplanmasında kullanılarak kaşar peynirinin 0, 7 ve 14 günlük depolama süresi boyunca kalitesindeki değişimler incelenmiştir.

Çalışmanın ilk aşamasında pirina ve zeytin karasuyu sulu ekstraktları üretildikten sonra ekstraktlara ait AA, TPC ve oleuropein miktarları tespit edilmiştir.

İkinci aşamada PE ve ZKE ilave edilen yenilebilir film formülasyonu geliştirilmiştir, Kontrol, %5, 10 ve 15 PE ve ZKE ilaveli jelatin bazlı yenilebilir film formülasyonları hazırlanmıştır. Geliştirilen yenilebilir filmlerin film kalınlığı, nem içeriği, suda çözünürlüğü, su buharı geçirgenliği, doku analizi (çekme direnci, uzama), renk analizi, AA, TPC içerikleri belirlenmiştir.

Üçüncü aşamada yenilebilir filmlere eklenecek ekstrakt konsantrasyonunun belirlenmesi amacıyla Kontrol, %5, 10 ve 15 PE ve ZKE yenilebilir filmleri ile kaplanan taze olgunlaştırılmış kaşar peynirleri renk, lezzet ve tercih kriterleri açısından duyuşal olarak değerlendirilmiştir. Sıralama testi sonuçlarına göre incelenen kriterler açısından kabul edilebilirliği en yüksek olan konsantrasyonlar %5 ve 10 PE ve ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynir örnekleri olarak tespit edilmiş ve bu oranlar kullanılarak kaplanan peynirler depolanarak analizlenmiştir.

PE ve ZKE'ları ve bu ekstraktlardan elde edilen filmler ile ilgili sonuçlar değerlendirildiğinde;

- ZKE'nin, PE ye göre daha yüksek AA, TPC ve oleuropein içerdiği,
- jelatin bazlı yenilebilir filmlere PE ve ZKE eklenmesi ile filmlerin AA ve TPC miktarlarının arttığı,

- Kontrol yenilebilir filminin film kalınlığı ve nem değeri PE yenilebilir filmi ile benzerlik gösterirken ZKE yenilebilir filminin film kalınlığı ve nem miktarının yüksek olduğu,

- Kontrol, PE ve ZKE yenilebilir filmlerinin suda çözünürlük değerlerinin benzer olduğu,

- PE ve ZKE yenilebilir filmlerinin su buharı geçirgenliklerinin kontrol yenilebilir filmlerinden daha az olduğu,

- PE ve ZKE ilavesinin yenilebilir filmlerin gerilme gücünü arttırdığı, uzama miktarını azalttığı,

- PE ve ZKE konsantrasyonu arttıkça yenilebilir filmlerin ΔE değerinin arttığı, kontrol yenilebilir filmi ile PE yenilebilir filmlerinin BI değerinin benzer olduğu, ZKE ilavesi ile yenilebilir filmlerin BI değerlerinin azaldığı belirlenmiştir.

- PE ve ZKE eklenmiş yenilebilir filmler ile kaplanan kaşar peynirlerinin 14 gün depolanması sürecinde elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde;

- Ağırlık kaybının PE ve ZKE yenilebilir filmleri ile kaplanan kaşar peynirlerinde, kontrol yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerine göre daha az olduğu,

- Kontrol, PE ve ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peyniri örneklerinin pH'larının 14 gün depolama süresi sonunda kaşar peyniri için beklenen pH aralığında (pH 5.0-5.3) olduğu,

- PE ve ZKE yenilebilir filmleri ile kaplanmış peynirlerde depolama ile titrasyon asitliğini arttırdığı,

- PE ve ZKE yenilebilir filmleri ile kaplanmış peynirlerde depolama ile toplam kuru madde miktarının azaldığı, 14 gün depolama süresi sonunda PE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin toplam kuru madde miktarının ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin toplam kuru madde miktarından daha yüksek olduğu ve kontrol yenilebilir film kaplı kaşar peynirler ile benzer olduğu,

- PE ve ZKE yenilebilir filmleri ile kaplanmış peynirlerde depolama ile ΔE ve BI değerlerinde değişim olmadığı,

- 14 günlük depolama süresi sonunda kontrol yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin sertlik ve dış yapışkanlık değerlerinin PE ve ZKE

yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinden daha yüksek, elastikiyet değerinin ise daha düşük olduğu,

- 14 günlük depolama süresi sonunda iç yapışkanlık ve esneklik değerlerinin kontrol, %5 PE ve %10 ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinde benzer olduğu, sakızimsılık değerlerinin kontrol, %10 PE ve %5 ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinde benzer olduğu,

- 14 gün depolama süresi sonunda mezofilik aerobik bakteri sayısı en düşük örneklerin %5 PE ve %5 ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirleri olduğu, küf-maya sayısı en düşük örneklerin %10 PE ve kontrol yenilebilir film kaplı kaşar peynirleri olduğu,

- Cluster analizi ile kontrol yenilebilir film kaplı kaşar peynirleri 14 günlük depolama süresi boyunca birinci ana grupta yer almıştır. 14 gün depolama sonucunda kontrol yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin aksine PE ve ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirleri ikinci ana grupta kalmıştır.

- PCA'ya göre 14 gün depolama sonucunda kontrol yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin diğer kaşar peynirlerinden farklılaşmasında ağırlık kaybı, sertlik ve sakızimsılık özellikleri etkili olmuştur. 14 gün depolama sonucunda PE ve ZKE yenilebilir film kaplı kaşar peynirlerinin diğer kaşar peynirlerinden farklılaşmasında a ve titrasyon asitliği etkili olmuştur.

Çalışma sonucunda PE ve ZKE'nin yenilebilir filmlerde kullanılabileceği ve bu filmin kaşar peynirinin kaplanmasında kullanılabileceği belirlenmiştir. Bu çalışmanın gıda alanındaki başka çalışmalar için yol gösterici olabileceği sonucuna varılmıştır. Sonraki dönemlerde, PE ve ZKE yenilebilir filmlerinin başka gıdaların kaplanmasında kullanımının araştırılması önem taşımaktadır. PE ve ZKE yenilebilir filmlerinin farklı şekilde (gıdaların sarılarak kaplanması) gıdaların kaplanmasında kullanımının araştırılması da literatüre ve endüstriyel kullanıma katkı sağlayacaktır. Ayrıca, pirina ve zeytin karasuyu atıklarından üretilen PE ve ZKE'nin gıda atıklarının azaltılmasına dolayısıyla gıda ve çevre sistemlerinde sürdürülebilirlik konularına katkı sağlayacağı da düşünülmektedir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Abdollahzadeh, E., Nematollahi, A. and Hosseini, H.,** 2021, Composition of antimicrobial edible films and methods for assessing their antimicrobial activity: A review, *Trends in Food Science & Technology*, 110:291-303 pp.
- Ahmad, T., Belwal, T., Lia, L., Ramola, S., Aadil, R.M., Abdullah, Xua, Y. and Zisheng, L.,** 2020, Utilization of wastewater from edible oil industry, turning waste into valuable products: A review, *Trends in Food Science & Technology*, 99:21-33 pp.
- Al-Azzawie, H.F. and Alhamdani, M.S.S.,** 2006, Hypoglycemic and antioxidant effect of oleuropein in alloxan-diabetic rabbit, *Life Sciences*, 78:1371-1377.
- Altay, Ö.,** 2020, Akışkan Yatak Kaplama Teknolojisi İle Kontrollü Salınım Sahip Kuru Ekmek Mayası Üretimi Ve Optimum Koşullarda Kaplanmış Mayanın Model Gıda Olarak Ekmek Üretiminde Test Edilmesi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Altuğ, T. and Elmacı, Y.,** 2015, Gıdalarda Duyusal Değerlendirme, Sidas Medya, İzmir.
- AOAC,** 1990, Official Methods of Analysis, AOAC International, Gaithersburg, MD.
- Arun, K.B., Madhavan, A., Sindhu, R., Binod, P., Pandey, A., Reshmy, R. and Sirohi, R.,** 2020, Remodeling agro-industrial and food wastes into value-added bioactives and biopolymers, *Industrial Crops and Products*, 154:112621.
- ASTM,** 1993, Standard test methods for tensile properties of plastics, D638M, In Annual Book of American Standard Testing Methods, ASTM: Philadelphia, PA.
- Ayana, B. and Turhan, K.T.,** 2009, Use of Antimicrobial Methylcellulose Films to Control Staphylococcus aureus During Storage of Kasar Cheese, *Packag. Technol. Sci.*, 22:461–469.
- Baldwin, E.A., Nisperos-Carriedo, M.O. and Baker, R.A.,** 1995, Use of edible coatings to preserve quality of lightly (and slightly) processed products, *Critical Reviews in Food Science Nutrition*, 35(6):509-524.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Basmacıoğlu Malayoğlu H. ve Aktaş B.,** 2011, Zeytin yağı işleme yan ürünlerinden zeytin yaprağı ile zeytin karasuyunun antimikrobiyal ve antioksidan etkileri, *Hayvansal Üretim*, 52(1):49-58 pp.
- Bayram, B., ve Özçelik, B.,** 2012, Zeytinyağının Biyoaktif Bileşenleri ve Sağlık Üzerine Yararları, *Akademik Gıda*, 10(1):77-84 pp.
- Bayram, U. ve Tarakçı, Z.** 2020, Farklı meyve tozları ilave edilen kaşar peynirlerinin renk değerleri ve tekstürel özellikleri üzerine olgunlaşmanın etkilerinin belirlenmesi, *Akademik Ziraat Dergisi*, 9(2): 363-372 pp.
- Bermúdez-Oria, A., Rodríguez-Gutiérrez, G., Rubio-Senent, F., Fernández-Prior, A. and Fernández-Bolaños.,** 2019, Effect of edible pectin-fish gelatin films containing the olive antioxidants hydroxytyrosol and 3,4-dihydroxyphenylglycol on beef meat during refrigerated storage, *J. Meat Science*, 148:213–218 pp.
- Berti, S., Resa C.P.O., Basanta, B., Gerschenson, L.N. and Jagusa, R.J.,** 2019, Edible coatings on Gouda cheese as a barrier against external contamination during ripening, *Food Bioscience*, 31:100447 pp.
- Betoret E., Barrera, C., Seguí, L. and Betoret, N.,** 2022, Sustainable strategies in the development of functional foods, *Innovation Strategies in the Food Industry (Second Edition)*9:145-156 pp.
- Bico, S.L.S., Raposo, M.F.J., Morais, R.M.S.C. and Morias, A.M.M.B.,** 2009, Combined effect of chemical dip and/or carrageenan coating and/or controlled atmosphere on quality of fresh-cut banana, *Food Control*, 20:508-514 pp.
- Boskou D.,** 2002, Vegetable Oils in food Technology (Composition, Properties and Uses) Edited by Frank D. Gunstone, Blackwell Publishing Ltd.244-277 pp., Oxford.
- Bourtoom, T.,** 2008, Edible films and coatings: characteristics and properties, *International Food Research Journal*, 15(3):237-248 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Boyacıoğlu, O.**, 2019, Zeytin Karasuyu Fenoliklerinden 3,4-Dihidroksifenil Etanolün Farklı Prostat Kanseri Hücre Hatlarındaki Sitotoksik Etkileri, *Food and Health*, 5(2):95-100 s.
- Bozkurt, S. ve Koç, M.**, 2020, Ekmek Mayasının (*Saccharomyces Cerevisiae*) Akıgkan Yatak Kaplama Yöntemi İle Kaplanmasında Farklı Kaplama Materyallerinin Etkisi, Yüksek lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 255 s..
- Brault, D, D'Aprano, G. and Lacroix, M.**, 1997, Formation of free-standing sterilized edible films from irradiated caseinates, *J. Agric. Food Chem.* 45:2964 – 2969 pp.
- Bu, Y., Rho, S., Kim, J., Kim, M.Y., Lee, D.H., Kim, S.Y., Choi, H. and Kim, H.**, 2007, Neuroprotective effect of tyrosol on transient focal cerebral ischemia in rats, *Neuroscience Letters*, 414: 218-221 pp.
- Caballero, A.S., Romero-García, J.M., Castro, E. and Cardona, C.A.**, 2020, Supercritical fluid extraction for enhancing polyphenolic compounds production from olive waste extracts, *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 95(2):356–362 pp.
- Caporaso, N., Formisano, D. and Genovese, A.**, 2017, Use of phenolic compounds from olive mill wastewater as valuable ingredients for functional foods, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1040-8398:1549-7852 pp
- Chanioti, S. and Tzia, C.**, 2018, Extraction of phenolic compounds from olive pomace by using natural deep eutectic solvents and innovative extraction techniques, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 48:228–239 pp.
- Civelek, İ.**, 2019, *Williopsis saturnus* var. *saturnus* İçeren Yenilebilir Kaplamanın Kaşar Peyniri Yüzeyinde Maya Ve Küf Üremesine Karşı Antimikrobiyal Etkisinin Belirlenmesi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 88 s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Conidi, C., Egea-Corbacho, A. and Cassano, A.,** 2019, A combination of aqueous extraction and polymeric membranes as a sustainable process for the recovery of polyphenols from olive mill solid wastes, *Polymers*, 11(11):1–16 pp.
- Conte, A., Scrocco, C., Sinigaglia, M., and Del Nobile, M.A.,** 2007, Innovative Active Packaging Systems to Prolong the Shelf Life of Mozzarella Cheese, *J. Dairy Sci.* 90:2126–2131 pp.
- Çağrı-Mehmetoğlu, A.,** 2010, Factors Affecting Properties of Edible Films or Coatings, *Akademik Gıda*, 8(5):37-43 pp.
- Çelik, G, Seven, Ü. ve Güçer, Ş.,** 2008, Zeytin Karasuyunun Değerlendirilmesi, *I. Ulusal Zeytin Öğrenci Kongresi*, 162-167 s.
- Çelikel, A. ve Akın, M.B.,** 2017, Yenilebilir filmler ve peynir teknolojisinde kullanımı, *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 7(2):50-58 s.
- Datta, S., Janes, M.E., Xue, Q.G., Losso, J. and La Peyre, J.F.,** 2008, Control of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella anatum* on the surface of smoked salmon coated with calcium alginate coating containing oyster lysozyme and nisin, *Journal of Food Science*, 73(2):67-71 pp.
- De Magalhães, M.L., Cardador Dos, S.J.L., Figueiredo Matias, A.A., Morgado Marques, N.A.V., Martins Duarte, C.M. and Serejo Goulao, C.J.P.,** 2011, Method of obtaining a natural hydroxytyrosol-rich concentrate from olive tree residues and subproducts using clean technologies, *World Intellectual Property Organization*, WO 2007/013032 A3:4 p.
- De Marco, E., Savarese, M., Paduano, A. and Sacchi, R.,** 2007, Characterization and fractionation of phenolic compounds extracted from olive oil mill wastewaters, *Food Chemistry*, 104(2):858-867 pp.
- Debeaufort, F., Martin-Polo, M. and Voilley, A.,** 1993, Polarity Homogeneity and Structure Affect Water Vapor Permeability of Model Edible Films, *Journal of Food Science*, 58:426-434 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Debeaufort, F., Quezada-Gallo, J.A., Delporte, B. and Voilley, A.**, 2000, Lipid hydrophobicity and physical state effects on the properties of bilayer edible films, *J Membrane Sci*, 180: 47-55 pp.
- Demirbaş, N.**, 2018, Dünyada ve Türkiye’de Gıda İsrafını Önleme Çalışmalarının Değerlendirilmesi, *VIII. IBANESS Kongreler Serisi*, Bulgaristan, 521-526 s.
- Díaz-Montes, E. and Castro-Muñoz, R.**, 2021, Edible Films and Coatings as Food-Quality Preservers: An Overview, *Foods*, 10(2):249 pp.
- Difonzo, G., Troilo, M., Squeo, G., Pasqualone, A. and Caponio, F.**, 2020, Functional compounds from olive pomace to obtain high-added value foods – a review, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101(1):15-26 pp.
- Dursun, S. and Erkan, N.**, 2009, Yenilebilir Protein Filmler Ve Su Ürünlerinde Kullanımı, *Journal of Fisheries Sciences*, 3(4): 352-373.
- Ebrahimi, B., Mohammadi, R., Rouhi, M., Mortazaviana A.M., Aliabadi, S.S. and Koushki M.R.**, 2018, Survival of probiotic bacteria in carboxymethyl cellulose-based edible film and assessment of quality parameters, *LWT*, 87:54-60 pp.
- Embuscado, M.E. and Huber K.C.**, 2009, Edible Films and Coatings for Food Applications, Springer, New York, 403 pp.
- EPA.**, 2014, A Guide to Conducting and Analyzing a Food Waste Assessment. https://www.epa.gov/sites/production/files/201508/documents/r5_fd_wste_guidebk_020615.pdf (Erişim tarihi: 25.09.2015).
- Erdem, S., Yarımtepe C.C. ve Öz. N.A.**, 2015, Zeytin Karasuyunun Arıtım Yöntemleri, *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2015(1):81-110 pp.
- Erdohan, Z.O. and Turhan, K.N.**, 2005, Barrier and mechanical properties of methylcellulose-whey protein films, *Packaging Technology and Science*, 18: 295–302 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Eser, Y. and Doğruer, Y.**, 2022, Gıdalarda yenilebilir filmler ve kaplamalar, *Gıda ve Yem Bilimi - Teknolojisi Dergisi*, 28:18-29 pp.
- Fakhouri, F.M., Martelli, S.M., Caon, T., Velasco, J.I. and Mei, L.H.I.**, 2015, Edible films and coatings based on starch/gelatin: Film properties and effect of coatings on quality of refrigerated Red Crimson grapes, *Postharvest Biology and Technology*, 109:57-64 pp.
- FAO**, 2019, “Food loss and waste”, <https://www.fao.org/nutrition/capacity-development/food-loss-and-waste/en/> (Erişim tarihi:23.09.2023)
- Fliesler, S.J. and Keller, R.K.**, 1997, Isoprenoid metabolism in the vertebrate retina, *Int.J Biochem.Cell Biol*, 29: 877-894 pp.
- Gallardo-Guerrero, L., Roca, M. and Mínguez-Mosquera, M.I.**, 2002, Distribution of chlorophylls and carotenoids in ripening olives and between oil and alperujo when processed using a two-phase extraction system, *J Am Oil Chem Soc*, 79:105– 109 pp.
- Galus, S.** 2018, Functional properties of soy protein isolate edible films as affected by rapeseed oil concentration, *Food Hydrocolloids*, 85:233–241 pp.
- Garcia, M.A., Matrino, M.N. and Zanitzky, N.E.**, 2000, Microstructural characterization of plasticized starch-based films, *Stärke*, 52:118-124 pp.
- Gennadios, A., Hanna, M.A. and Kurth, L.B.**, 1997, Application of edible coatings on meats, poultry and seafoods: a review, *LWT-Food science and Technology*, 30(4):337-350.
- Gönültaş, H., Kızılaslan, H. and Kızılaslan, N.**, 2020, Gıda İsrafının Davranışsal Belirleyicileri; Tokat İli Örneği, *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 9(3): 14-24 pp.
- Guerreiro, A.C., Gago, C.M.L., Faleiro, M.L., Miguel, M.G.C. and Antunes M.D.C.**, 2017, The effect of edible coatings on the nutritional quality of ‘Bravo de Esmolfe’ fresh-cut apple through shelf, 75:210-219 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Guilbert, S. and Gontard, N.,** 1995, Edible Films and Coatings, In: Food Packaging Technology, Breau, G. and Multon, J.L. (Eds.), *VHC Publishers Inc.*, (1): 315-373 p.
- Guimaraes, A., Abrunhosa, L., Pastrana, L.M. and Cerqueira, M.A.,** 2018, Edible films and coatings as carriers of living microorganisms: A new strategy towards biopreservation and healthier foods, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17(3), 594-614 pp.
- Gullón, P., Gullón, B., Astray, G., Carpena, M., Fraga-Corral, M., Prieto M. A. and Jesus Simal-Gandara, J.,** 2020, Valorization of by-products from olive oil industry and added-value applications for innovative functional foods, *Food Research International*, 137:109683.
- Güçlü-Üstündağ, Ö. ve Temelli, F.,** 2007, Column fractionation of canola oil deodorizer distillate using supercritical carbon dioxide, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 84 (10): 953-961 pp.
- Gülcü, M. and Demirci, A.Ş.,** 2008, Zeytin ve Yaprağındaki Biyoaktif Bileşenler ve Sağlık Üzerine Etkileri, I.Ulusal Zeytin Öğrenci Kongresi, 194-198 s.
- Han, J., Talorete, T.P.N., Yamada, P. and Isoda, H.,** 2009, Anti-proliferative and apoptotic effects of oleuropein and hydroxytyrosol on human breast cancer MCF-7 cells, *Cytotechnology*, 59: 45-53 pp.
- Hao, J., Shen, W., Yu, G., Jiaa, H., Li, X., Feng, Z., Wang, Y., Weber, P., Wertz, K., Sharman, E. and Liu, J.,** 2010, Hydroxytyrosol promotes mitochondrial biogenesis and mitochondrial function in 3T3-L1 adipocytes, *Journal of Nutritional Biochemistry*, 21: 634-644 pp.
- Harish, K.V.P. and Tharanathan, R.N.,** 2007, Chitin/chitosan:modifications and their unlimited application potential-an overview, *Trends in Food Science & Technology*, 18(3): 117-131 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Hashim, Y.Z.H.Y., Rowland, I.R., McGlynn, H., Servili, M., Selvaggini, R. and Gill, C.I.R.,** 2008, Inhibitory effects of olive oil phenolics on invasion in human colon adenocarcinoma cells in vitro, *International Journal of Cancer* 122: 495-500 pp.
- Hocaoğlu, S.M., Haksevenler, B.H.G., Baştürk, İ., Talazan, P.,** 2017, İki fazlı zeytinyağı işletmelerinde oluşan pirinanın özelliklerinin zeytin çeşidine bağlı olarak değişimi, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 22(3).
- Ibáñez, E., Palacios, J., Señoráns, F.J., Santa-María, G., Tabera, J. and Reglero, G.,** 2000, Isolation and separation of tocopherols from olive by-products with supercritical fluids, *J Am Oil Chem Soc* 77: 187– 190 pp.
- International Olive Council,** 2022, Determination Of Biophenols In Olive Oils By HPLC, https://www.internationaloliveoil.org/wp-content/uploads/2022/06/Doc.-No-29-REV-2_ENK.pdf (Erişim tarihi:11.01.2023)
- Işık, H., Dağhan, Ş. and Gökmen, S.,** 2013, Gıda endüstrisinde kullanılan yenilebilir kaplamalar üzerine bir araştırma, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 8, 1, 26-35 s.
- Jouki, M., Khazaei, N., Ghasemlou, M. and Hadinezhad, M.,** 2013, Effect of glycerol concentration on edible film production from cress seed carbohydrate gum, *Carbohydrate Polymers*, 96(1): 39–46 pp.
- Kalkan, S., Otağ, M.R. and Engin, M.S.,** 2020, Physicochemical and bioactive properties of edible methylcellulose films containing Rheum ribes L. extract, *Food Chemistry*, 307:125524 pp.
- Kakaei, S. and Shahbazi, Y.,** 2016, Effect of chitosan-gelatin film incorporated with ethanolic red grape seed extract and Ziziphora clinopodioides essential oil on survival of *Listeria monocytogenes* and chemical, microbial and sensory properties of minced trout fillet, *LWT - Food Science and Technology*, 72:432-438 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Kamal, I.**, 2019, Edible Films and Coatings: Classification, Preparation, Functionality and Applications- A Review, *An archive of organic and inorganic chemical sciences*, 4(2):501-510 pp.
- Kang, H.J., Jo, C., Kwon, J.H., Kim, J.H., Chung, H.J. and Byun, M.W.**, 2007, Effect of a pectin-based edible coatings containing green tea powder on the quality of irradiated pork patty, *Food Control*, 18(5): 430-435 pp.
- Kaya, M., Ravikumar, P., İlk, S., Mujtaba, M., Akyuz, L. and Labidi, J.**, 2018, Production and characterization of chitosan based edible films from Berberis crataegina's fruit extract and seed oil, *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 45:287–297 pp.
- Koçak, C., Gürsel, A., Ergül, E. and Gürsoy, A.**, 1988, Beyaz Peynirde Titrasyon Asitliğinin belirlenmesi üzerine bir araştırma, *Gıda*, 5:337-339 pp.
- Koyuncu, M.A. ve Savran, H.E.**, 2002, Yenilebilir Kaplamalar, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(3):73-83 pp.
- Kozlu, A., ve Elmacı, Y.**, 2019, Bitkisel Kaynaklı Yenilebilir Film ve Kaplamaların Minimal İşlem Görmüş Meyve ve Sebzelere Uygulanması, *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(9):1387-1396 pp.
- Kumar, A., Hasan, M., Mangaraj, S., Pravitha, M., Verma D.K. and Srivastav, P.P.**, 2022, Trends in Edible Packaging Films and its Prospective Future in Food: A Review, *Applied Food Research*, 2(1):100118 p.
- Kumar, N., Daniloski, D., Pratibha, Neeraj, D'Cunha, N.M., Naumovski, N. and Petkoska, A.T.**, 2022, Pomegranate peel extract – A natural bioactive addition to novel active edible packaging, *Food Research International*, 156:111378 p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Kumari, M., Mahajan, H., Joshi, R. and Gupta, M.,** 2017, Development and structural characterization of edible films for improving fruit quality, *Food Packaging and Shelf Life*, 12:42–50 pp.
- Lacroix, M. and Cooksey, K.,** 2005, Edible films and coatings from animal origin proteins, *Innovations in Food Packaging*, 301-317 pp.
- Lacroix, M.,** 1994, Mechanical and Permeability Properties of Edible Films and Coatings, *Edible Coatings and Films to Improve Food Quality*, Krochta, J.M., Baldwin, E.A., Nisperos-Carriedo, O.M. (Eds.), Technomic Publishing CO, USA, 347-367 pp.
- Lavecchia, R. and Zuorro, A.,** 2015, Evaluation of olive pomace as a source of phenolic antioxidants for the production of functional cosmetics, *Int J Appl Eng Res* 10:34405– 34409 pp.
- Le Tien, C., Letendre, M., Ispas-Szabo, P., Mateescu, M.A., Delmas-Patterson, G., Yu, H.L. and Lacroix, M.,** 2000, Development of biodegradable films from whey proteins by cross-linking and entrapment in cellulose, *J. Agric. Food Chem.*, 48:556 – 557 pp.
- Letendre, M., D’Aprano, G., Lacroix, M., Salmieri, S. and St-Gelais, D.,** 2002, Physicochemical properties and bacterial resistance of biodegradable milk protein films containing agar and pectin, *J. Agric. Food Chem.*, 50:6017 – 6022 pp.
- Lin, M.G., Lasekan, O., Saari, N. and Khairunniza-Bejo, S.,** 2017, The effect of the application of edible coatings on or before ultraviolet treatment on postharvested longan fruits, *Journal of Food Quality*, 2017:11 p.
- Livney, Y.D.,** 2010, Milk proteins as vehicles for bioactives. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 15(1-2):73-83 pp.
- Ma, W., Tang, C., Yin, S., Yang, X., Wang, Q., Liu, F. and Wei, Z.,** 2012, Characterization of gelatin-based edible films incorporated with olive oil. *Food Research International*, 49:572–579 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Mali, S., Grossmann, M.V.E., García, M.A., Martino, M.N. and Zaritzky, N.E.,** 2005, Mechanical and thermal properties of yam starch films, *Food Hydrocolloids*, 19(1):157-164 pp.
- Mali, S., Grossmann, M.V E., Garcia, M.A., Martino, M.N. and Zaritzky, N.E.,** 2002, Microstructural characterization of yam starch films, *Carbohydr. Polym.*, 50:379–386 pp.
- Martiny, T.R., Raghavan, V., Moraes, C.C., Rosa, G.S. and Dotto, G.L.,** 2020, Bio-Based Active Packaging: Carrageenan Film with Olive Leaf Extract for Lamb Meat Preservation, *Foods*, 9:1759 pp.
- McHugh, T.H.,** 2000, Protein-lipid interactions in edible films and coatings, *Nahrung*, 44(3):148-151 pp.
- McNamara, C.J., Anastasiou, C.C., O’Flahert, V. and Mitchell, R.,** 2008, Bioremediation of olive mill wastewater, *International Biodeterioration & Biodegradation*, 61:27–134 pp.
- Mehmetoğlu, A.,** 2010, Yenilebilir Filmlerin ve Kaplamaların Özelliklerini Etkileyen Faktörler, *Akademik Gıda*, 8(5):37 – 43 pp.
- Micol,V., Caturla, N., Pérez-Fons, L., Más, V., Pérez, L. and Estepa, A.,** 2005, The olive leaf extract exhibits antiviral activity against viral haemorrhagic septicaemia rhabdovirus (VHSV), *Antiviral Res* 66:129– 136 pp.
- Mileriene, J., Serniene, L., Henriques, M., Gomes, D., Pereira, C., Kondrotiene, K., Kasetiene, N., Lauciene, L., Sekmokiene, D. and Malakauskas, M.,** 2020, Effect of liquid whey protein concentrate–based edible coating enriched with cinnamon carbon dioxide extract on the quality and shelf life of Eastern European curd cheese, *J. Dairy Sci.*, 104:1504–1517 pp.
- Miranda, I., Simões, R., Medeiros, B., Nampoothiri, K.M., Sukumaran, R. K., Rajan, D. and Ferreira-Dias, S.,** 2019, Valorization of lignocellulosic residues from the olive oil industry by production of lignin, glucose and functional sugars, *Bioresource Technology*, 292:121936 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Moudache, M., Colon, M., Nerín, C. and Zaidi, F.**, 2016, Phenolic content and antioxidant activity of olive by-products and antioxidant film containing olive leaf extract, *Food Chemistry*, 212:521-527 pp.
- Mu, C., Guo, J., Li, X., Lin, W. and Li, D.**, 2012, Preparation and properties of dialdehyde carboxymethyl cellulose crosslinked gelatin edible films, *Food Hydrocolloids*, 27:22-29 pp.
- Myllärinen, P., Partanen, R., Seppälä, J. and Forssell, P.**, 2002, Effect of glycerol on behaviour of amylose and amylopectin films, *Carbohydrate polymers*, 50(4):355-361 pp.
- Nisperos-Carriedo, M.O.**, 1994, Edible Films and Coatings Based on Polysaccharide, Edible Coatings and Films to Improve Food Quality, Krochta, J.M., Baldwin, E.A. and Nisperos-Carriedo, O.M. (Eds.), Technomic Publishing CO, USA, 1-21 pp.
- Nunes, M.A., Costa, A.S.G., Bessada, S., Santos, J., Puga, H., Alves, R.C. and Oliveira, M.B.P.P.**, 2018, Olive pomace as a valuable source of bioactive compounds: A study regarding its lipid- and water-soluble components, *Science of the Total Environment*, 644:229–236 pp.
- Obied, H.K., Allen, M.S., Bedgood, D.R., Prenzler, P.D., Robards, K. and Stockmann, R.**, 2005, Bioactivity and analysis of biophenols recovered from olive mill waste, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53:823–837 pp.
- Oms-Oliu, G., Solva-Fortuny, R. and Martín-Belloso, O.**, 2008, Using polysaccharide-based edible coatings to enhance quality and antioxidant properties of fresh-cut melon, *Postharvest Biology and Technology*, 41:1862-1870 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Otero, P., Garcia-Oliveira, P., Carpena, M., Barral-Martinez, M., Chamorro, F., Echave, J., Garcia-Perez, P., Cao, H., Xiao, J., Simal-Gandara, J. and Prieto, M.A.,** 2021, Applications of by-products from the olive oil processing: Revalorization strategies based on target molecules and green extraction technologies, *Trends in Food Science & Technology*, 116:1084-1104 pp.
- Öksüztepe, G., Patır, B., Dikici, A. and İlhak, O.İ.,** 2009, Elazığ'da Tüketime Sunulan Vakum Paketli Taze Kaşar Peynirlerinin Mikrobiyolojik ve Kimyasal Kalitesi, *F.Ü.Sağ.Bil.Vet.Derg.*,23 (2):89–94 s.
- Özen, Ö. ve İşmal, Ö.E.,** 2022, Transforming vegetable wastes into bioplastics: An enviromentally friendly alternative for design and artworks, *Yıldız J Art Desg*, 9(1):1–21 pp.
- Pastor, C., Sánchez-González, L., Marcilla, A., Chiralt, A. Cháfer, M. and Martinez, C.G.,** 2011, Quality and safety of table grapes coated with hydroxypropylmethyl cellulose edible coatings containing propolis extract, *Postharvest Biology and Technology*, 60(1):64-70 pp.
- Pavlath, A.E. and Orts, W.,** 2009, Edible Films and Coatings: Why, What, and How? In *Edible Films and Coatings for Food Applications*, Embuscado, E.M. and Huber, K.C. (Eds.), Springer, Dordrecht Heidelberg, London, New York, 403 pp.
- Pena-Serna, C., Penna, A.L.B. and Filho, J.F.L.,** 2016, Zein-based blend coatings: Impact on the quality of a model cheese of short ripening period, *Journal of Food Engineering*, 171:208-213 pp.
- Perugini, P., Vettor, M., Rona, C., Troisi, L., Villanova, L., Genta, I., Conti, B. and Pavanetto, F.,** 2008, Efficacy of oleuropein against UVB irradiation: preliminary evaluation, *International Journal of Cosmeceutical Science*, 30: 113–120 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Pizzichini, M. and Russo, C.**, 2005, Process for recovering the components of OMW with membrane technologies, *World Intellectual Property Organization*, WO/2005/123603:32 p.
- Plastina, P., Benincasa, C., Perri, E., Fazio, A., Augimeri, G., Poland, M., Witkamp R. and Meijerink, J.**, 2019, Identification of hydroxytyrosyl oleate, a derivative of hydroxytyrosol with anti-inflammatory properties, in olive oil by-products, *Food Chemistry*, 279:105–113 pp.
- Polat, H.**, 2007, İşlenmiş et ürünlerinde yenilebilir filmlerin ve kaplamaların uygulamaları, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 64 s.
- Puel, C., Mardon, J., Agalias, A., Davicco, M.J., Lebecque, P., Mazur, A., Skaltsounis, A.L. and Coxam, V.**, 2008, Major phenolic compounds in olive oil modulate bone loss in an ovariectomy/inflammation experimental model, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56:9417-9422 pp.
- Qiu, X., Chen, S., Liu, G. and Yang, Q.**, 2014, Quality enhancement in the Japanese sea bass (*Lateolabrax japonicas*) fillets stored at 4 °C by chitosan coating incorporated with citric acid or licorice extract, *Food Chemistry*, 162:156–160 pp.
- Ramos , Ó.L., Pereira , J.O., Silva, S.I., Fernandes J.C., Franco, M.I. Lopes-da-Silva, J.A., Pintado M.E. and Malcata, F.X.**, 2012, Evaluation of antimicrobial edible coatings from a whey protein isolate base to improve the shelf life of cheese, *J. Dairy Sci.*, 95:6282–6292 pp.
- Reddy, L.H. and Couvreur, P.**, 2009, Squalene: A natural triterpene for use in disease management and therapy, *Advanced Drug Delivery Reviews*, 61:1412-1426 pp.
- Ressouany, M., Vachon, C. and Lacroix, M.**, 1998, Irradiation dose and calcium effect on the mechanical properties of cross-linked caseinate films, *J. Agric. Food Chem.*, 46:1618–1623 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Rodis, P.S., Karathanos, V.T. and Mantzavinou, A.**, 2002, Partitioning of olive oil antioxidants between oil and water phases, *Journal of agricultural and food chemistry*, 50(3):596–601 pp.
- Rodrigues, F., Pimentel, F.B. and Oliveira, M.B.P.P.**, 2015, Olive by-products: Challenge application in cosmetic industry, *Industrial Crops and Products*, 70:116–124 pp.
- Rodriguez-Turienzo, L., Cobos, A., Moreno, V., Caride, A., Vieites, J.M. and Diaz, O.**, 2011, Whey protein-based coatings on frozen Atlantic salmon (*Salmo salar*): Influence of the plasticiser and the moment of coating on quality preservation, *Food Chem.*, 128(1):187-194 pp.
- Romero, C., Medina, E., Vargas, J., Brenes, M. and De Castro, A.**, 2007, In vitro activity of olive oil polyphenols against *Helicobacter pylori*, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55:680-686 pp.
- Sarioğlu, T. ve Öner, Z.**, 2006, Yenilebilir Filmlerin Kaşar Peynirinin Kaplanması Kullanılma Olanakları Ve Peynir Kalitesi Üzerine Etkileri, *Gıda*, 31(1):3-10 s.
- Saygılı**, 2015, Mersin Uçucu Yağı İçeren Yenilebilir Film Üretimi Ve Kaşar Peynirinin Muhafazasında Mikrobiyal İnaktivasyona Etkisi, Ege Üniversitesi, Yüksek lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, 126 s.
- Schaffer, S., Podstawa, M., Visioli, F., Bogani, P., Muller, W.E. and Eckert, G.P.**, 2007, Hydroxytyrosol-rich olive mill wastewater extract protects brain cells in vitro and ex vivo, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55: 5043-5049 pp.
- Seçmeler, Ö. ve Üstündağ, G.Ö.**, 2015, Zeytinyağı Atık ve Yan Ürünlerindeki Biyoaktif Maddelerin Değerlendirilmesi, *Dünya Gıda Dergisi*, 90-98 s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Servili, M., Esposto, S., Fabiani, R., Urbani, S., Taticchi, A., Mariucci, F., Selvaggini, R. and Montedoro, G.F.,** 2009, Phenolic compounds in olive oil: antioxidant, health and organoleptic activities according to their chemical structure, *Inflammopharmacology*, 17:76-84 s.
- Sharma, P., Shehin, V., Kaur, N. and Vyas, P.,** 2019, Application of edible coatings on fresh and minimally processed vegetables: a review. *International Journal of Vegetable Science*, 25(3):295-314 pp.
- Silva , A.F.R., Resende, D., Monteiro, M., Coimbra , M.A., Silva A.M.S. and Cardoso S.M.,** 2020, Application of Hydroxytyrosol in the Functional Foods Field: From Ingredient to Dietary Supplements, *Antioxidants*, 9:1246 s.
- Song, H.Y., Shin, Y.J. and Song, K.B.,** 2012, Preparation of a barley bran protein–gelatin composite film containing grapefruit seed extract and its application in salmon packaging, *Journal of Food Engineering*, 113:541–547 s.
- Staroszczyk, H., Kusznerewicz, B., Malinowska-Pańczyk, E., Sinkiewicz, I., Gottfried, K. and Kołodziejska, I.,** 2020, Fish gelatin films containing aqueous extracts from phenolic-rich fruit pomace, *LWT- Food Science and Technology*, 117:108613 s.
- Stavroulias, S. and Panayiotou, C.,** 2005, Determination of optimum conditions for the extraction of squalene from olive pomace with supercritical CO₂, *Chem Biochem Eng Q*, 19:373– 381 s.
- Suhag, R., Kumar, N., Petkoska, A.T. and Upadhyay, A.,** 2020, Film formation and deposition methods of edible coating on food products: A review, *Food Research International*, 136:109582 s.
- Şengül, M. ve Dağdemir, E.,** 2017, Kaşar Peyniri Üretiminde Yenilebilir Kaplama Olarak Ayva Çekirdeği Jelinin Kullanımı ve Peynirlerin Olgunlaşma Süresince Bazı Kalite Özelliklerinin Araştırılması, Atatürk Üniversitesi, Tübitak Program kodu:3001, Proje no:1150886.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Tavassoli-Kafrani, E., Shekarchizadeh, H. and Masoudpour-Behabadi, M.,** 2016, Development of edible films and coatings from alginates and carrageenans, *Carbohydrate Polymers*, 137:360-374 pp.
- Tekiner, İ.H., Mercan, N.N., Kahraman, A. and Özel, M.,** 2021, Dünya ve Türkiye’de gıda israfı ve kaybına genel bir bakış, *İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 3 (2):123-128 s.
- Tornbeg, E. and Galanakis, C.,** 2010, Olive waste recovery, *U.S. Patent Application Publication*, 2010/0240769A1:8 p.
- Tural, S., Sarıcaoğlu, F.T. and Turhan, S.,** 2017, Yenilebilir Film ve Kaplamalar: Üretimleri, Uygulama Yöntemleri, Fonksiyonları ve Kaslı Gıdalarda Kullanımları, *Akademik Gıda*, 15(1):84-94 s.
- Uribe, E., Lemus-Mondaca, R., Vega-Gálvez, A., López, L.A., Pereira, K., López, J., Hen, K.A. and Di Scala, K.,** 2013, Quality characterization of waste olive cake during hot air drying: nutritional aspects and antioxidant activity, *Food Bioproc Tech*, 6:1207– 1217 pp.
- Üstünol, Z.,** 2009, Edible Films and Coatings for Meat and Poultry, In *Edible Films and Coatings for Food Applications*, Embuscado, M.E., Huber, K.C. (Eds.) Springer Dordrecht Heidelberg, London New York, 403 p.
- Velásquez, P., Montenegro, G., Valenzuela, L.M., Giordano, A., Cabrera-Barjas, G. and Martin-Belloso, O.,** 2022, k-carrageenan edible films for beef: Honey and bee pollen phenolic compounds improve their antioxidant capacity, *Food Hydrocolloids*, 124:107250 p.
- Villanova, L., Villanova L. and Fasiello, G.,** 2009, Process for the recovery of tyrosol and hydroxytyrosol from olive mill waste water and catalytic oxidation method in order to convert tyrosol in hydroxytyrosol, *European Patent Specification*, EP 1 623 960 B1:23 s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Villalobos-Carvajal, R., Hernández-Munoz, P., Albors, A. and Chiralt, A.,** 2009, Barrier and optical properties of edible hydroxypropyl methylcellulose coatings containing surfactants applied to fresh cut carrot slices, *Food Hydrocolloids*, 23(2):526-535 pp.
- Wagh, Y.R., Pushpadass, H.A., Emerald, F.M.E. and Nath, B.S.,** 2014, Preparation and characterization of milk protein films and their application for packaging of Cheddar cheese, *J Food Sci Technol*, 51(12):3767–3775 pp.
- Wai, C.K., Bond, T.Y., Lin, N.K. and Phing, P.L.,** 2019, Antibacterial properties of chitosan edible films incorporated with musk lime extracts for the preservation of squids, *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 23: 914–925 pp.
- Wu, J., Chen, S., Ge, S., Miao, J., Li, J. and Zhang Q.,** 2013, Preparation, properties and antioxidant activity of an active film from silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) skin gelatin incorporated with green tea extract, *Food Hydrocolloids*, 32:42-51 pp.
- Xie, P., Huang, L., Zhang, C., Deng, Y., Wang, X. and Cheng, J.,** 2019, Enhanced extraction of hydroxytyrosol, maslinic acid and oleanolic acid from olive pomace: Process parameters, kinetics and thermodynamics, and greenness assessment, *Food Chemistry*, 276(16):662–674 pp.
- Xu, Y., Kim, K.M., Hanna, M.A. and Nag, D.,** 2005, Chitosan–starch composite film: preparation and characterization, *Industrial Crops and Products*, 21(2): 185-192 pp.
- Ye, X., Liu, R., Qi, X., Wang, X., Wang, Y., Chen, Q. and Gao, X.,** 2022, Preparation of bioactive gelatin film using semi-refined pectin reclaimed from blueberry juice pomace: Creating an oxidation and light barrier for food packaging, *Food Hydrocolloids*, 129:107673 p.
- Yılmaz ve Kaya.,** 2016, Zeytin Karasuyunda Bulunan Fenolik Bileşikler, Gıda, Metabolizma ve Sağlık: Biyoaktif Bileşenler ve Doğal Katkılar Kongresi, İstanbul, 223 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Zhang, K., Zhao, H. and Wang, S.C.,** 2022, Upcycle olive pomace as antioxidant and recycling agent in asphalt paving materials, *Construction and Building Materials*,330:127217 p.
- Zhang, W. and Rhim., J.W.,** 2022, Functional edible films/coatings integrated with lactoperoxidase and lysozyme and their application in food preservation, *Food Control*,133(Part B):108670 p.
- Zhang, X., Cao, J. and Zhong, L.,** 2009, Hydroxytyrosol inhibits pro-inflammatory cytokines, iNOS, and COX-2 expression in human monocytic cells, *Naunyn-Schmied Archives of Pharmacology*, 379:581-586 pp.

TEŞEKKÜR

Doktora tez çalışmam süresi boyunca değerli bilgi birikimi ve tecrübeleri ile her zaman yol gösterici olan kıymetli danışman hocam Prof. Dr. Yeşim ELMACI'ya teşekkürlerimi sunarım.

Lisansüstü eğitimim boyunca her türlü desteğini hissettiğim annem Figen ÖZTÜRK ve babam Muhammet ÖZTÜRK başta olmak üzere doktora çalışmamı destekleyerek her zaman yanımda olan sevgili eşim Oğuzhan AYAR'a ve tez döneminde birlikte büyüdüğüm ve büyüttüğüm canım oğlum Mete Ilgaz AYAR'a ve desteklerini her zaman yanımda hissettiğim kız kardeşim Esin ÖZTÜRK'e çok teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimim ve devamındaki eğitim sürecimde yaşam felsefesi, bilgi ve tecrübelerini örnek aldığım değerli hocam Prof. Dr. Gülden OVA'ya teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans ve doktora tez çalışmalarım süresince tavsiyelerinden faydalandığım Dr. Öğr. Üyesi Kemal DEMİRAĞ'a, Doç. Dr. Ceyda DADALI'ya teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, tez izleme komitesinde değerli bilgi birikimlerinden faydalandığım ve her zaman yol gösterici olan değerli hocam Dr. Perihan KENDİRCİ ve Dr. Öğr. Üyesi Fahri YEMİŞÇİOĞLU'na teşekkür ederim.

Tez çalışmam süresince desteğini her zaman yanımda hissettiğim değerli Manisa İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Gıda ve Yem Şube Müdürü Dr. Defne BACINOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın pirina ve zeytin karasuyu ile ilgili analizleri için hammadde ihtiyacımı karşılayan “AKT Enerji A.Ş. (Akhisar-MANİSA)” firmasına katkılarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın peynir ile ilgili analizleri için hammadde ihtiyacımı karşılayan “Pınar Süt Mamülleri San. A.Ş.” firmasına katkılarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

ÖZGEÇMİŞ

Elif ÖZTÜRK AYAR, ilköğrenimini Batı Anadolu Çimento İlköğretim Okulunda tamamladıktan sonra lise öğrenimine Karşıyaka Atakent Anadolu Lisesi'nde devam ederek mezun olmuştur. 2013 yılında Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. Devamında, 2014-2017 yılları arasında Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Gıda Kalite Bilim Dalı'nda yüksek lisans programını tamamlamıştır. Yüksek lisans sürecinde 1 adet Türkçe, 2 adet ingilizce olmak üzere 3 bilimsel yayın, 1 kongre, 2 adet poster sunumu gerçekleştirmiştir. 2017 yılında Tarım ve Orman Bakanlığı'na bağlı Akhisar İlçe Tarım Müdürlüğü'nde Gıda kontrol görevlisi olarak göreve başlamış olup 2021-2023 yılları arasında Manisa İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Gıda ve Yem Şubesinde görevine devam etmiştir. Bu süreçte gıda ihracatı, gıda güvenliği, HACCP tetkiki alanlarında denetim ve kontroller gerçekleştirmiş olup aynı zamanda gıda güvenliği, gıda kayıpları ve israfı konularında ilkokul, lise, üniversite ve çeşitli kurumlarda eğitimler vermiştir. 2023 yılı Temmuz ayı itibariyle İzmir Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü numune alma biriminde görevine başlamış olup 2024 yılı Eylül ayı itibariyle Kimyasal Analizler Laboratuvarı Biriminde görevine devam etmektedir.

EKLER

Ek 1. Troloks standart grafiği

Ek 2. Gallik asit standart grafiği

Ek 3. Oleuropein standart grafiği

Ek 4. Oleuropein standardına ait kromotogram

Ek 5. Pirina ekstraktına ait kromotogram

Ek 6. Zeytin karasuyu ekstraktına ait kromotogram

Ek 7. PE ve ZKE Kaplamalı Olgunlaştırılmış Taze Kaşar Peynirlerinde Sıralama Testi Formu

Ek 8. Yenilebilir Filmler - Film Kalınlığı - Çoklu Karşılaştırma Testi

Ek 9. Yenilebilir Filmler - Nem - Çoklu Karşılaştırma Testi

Ek 10. Yenilebilir Filmler – Suda Çözünürlük - Çoklu Karşılaştırma Testi

Ek 11. Yenilebilir Filmler – Su Buharı Geçirgenliği - Çoklu Karşılaştırma

Ek 12. Yenilebilir Filmler – Antioksidan aktivite - Çoklu Karşılaştırma Testi

Ek 13. Yenilebilir Filmler - TPC İçeriği - Çoklu Karşılaştırma Testi

Ek 14. Yenilebilir Filmler - Doku Analizi - Çoklu Karşılaştırma Testi

Ek 15. Yenilebilir Filmleri Renk Analizi - L, a, b, ΔE, BI – Çoklu Karşılaştırma Testi

Ek 16. Yenilebilir Film Kaplamalı Olgunlaştırılmış Taze Kaşar Peynirlerinde Duyusal Analiz-Renk, Lezzet,Tercih- Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi

Ek 17. Yenilebilir Film Kaplamalı Olgunlaştırılmış Taze Kaşar Peynirlerinde Ağırlık kaybı -Çoklu Karşılaştırma Testi

Ek 18. Yenilebilir Film Kaplamalı Olgunlaştırılmış Taze Kaşar Peynirlerinde pH - Çoklu Karşılaştırma Testi

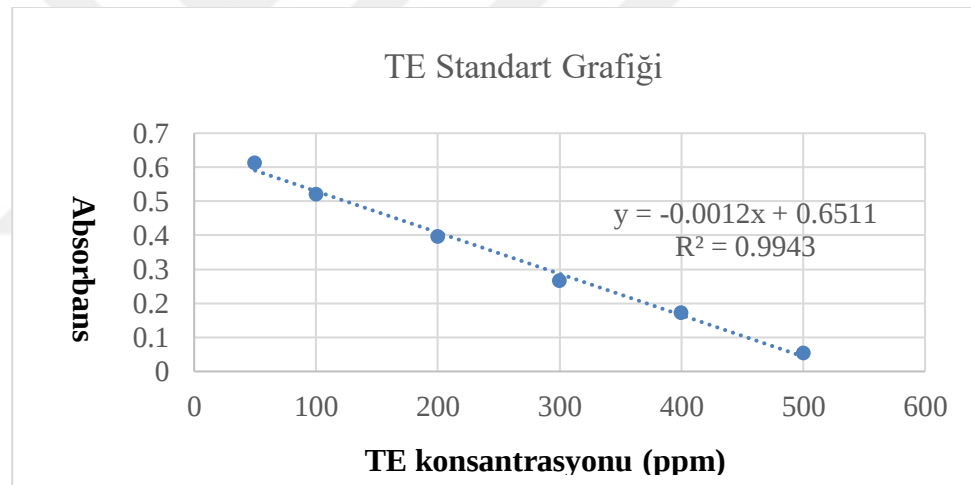
Ek 19. Yenilebilir Film Kaplamalı Olgunlaştırılmış Taze Kaşar Peynirlerinde Titrasyon asitliği -Çoklu Karşılaştırma Testi

Ek 20. Yenilebilir Film Kaplamalı Olgunlaştırılmış Taze Kaşar Peynirlerinde Toplam Kuru Madde - Çoklu Karşılaştırma Testi

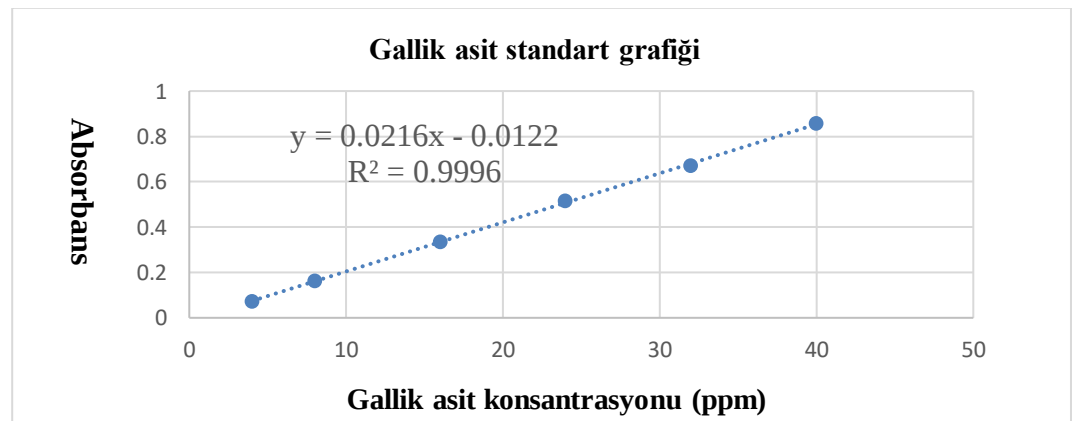
Ek 21. Yenilebilir Film Kaplamalı Olgunlaştırılmış Taze Kaşar Peynirlerinde Renk Analizi - L, a, b, ΔE, BI – Çoklu Karşılaştırma Testi

Ek 22. Yenilebilir Film Kaplamalı Olgunlaştırılmış Taze Kaşar Peynirlerinde Doku Analizi - Çoklu Karşılaştırma Testi

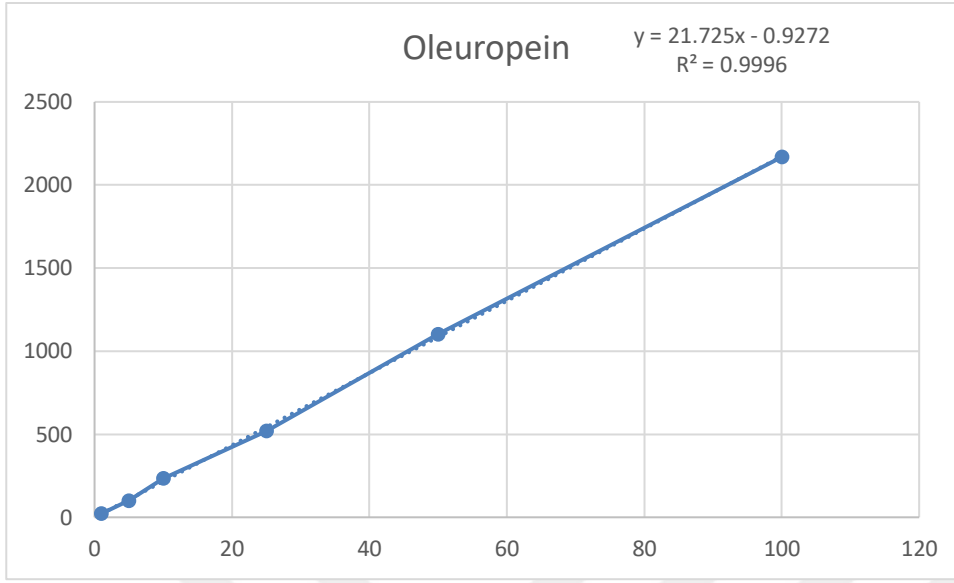
Ek 1. Troloks standart grafiği



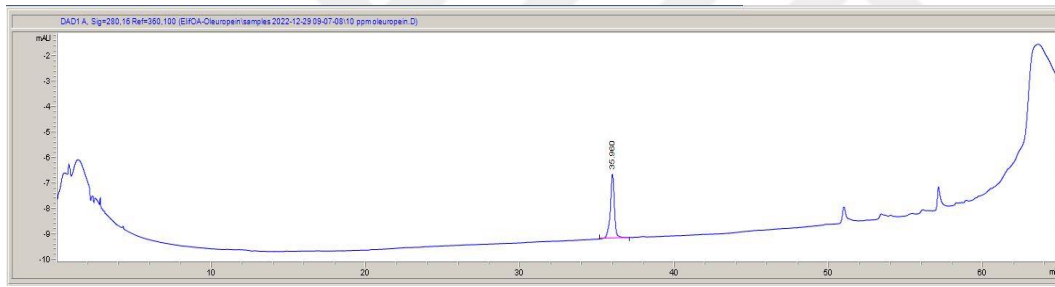
Ek 2. Gallik asit standart grafiği



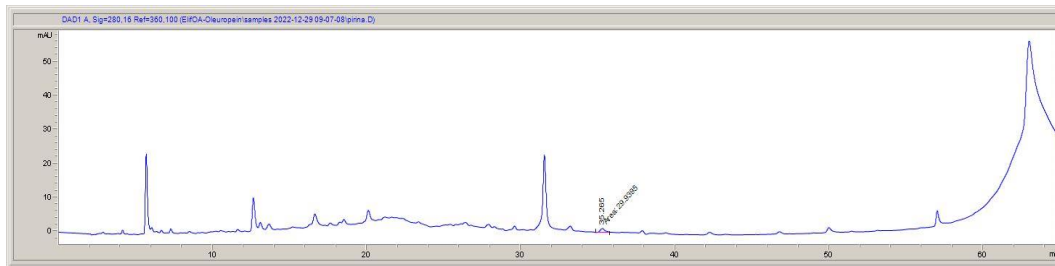
Ek 3. Oleuropein standart grafiği



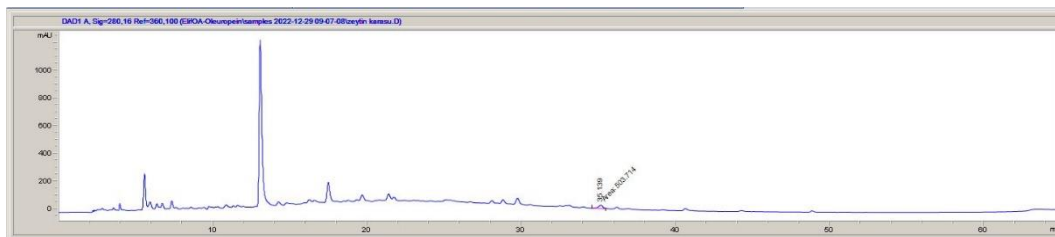
Ek 4. Oleuropein standardına ait kromotogram



Ek 5. Pirina ekstraktına ait kromotogram



Ek 6. Zeytin karasuyu ekstraktına ait kromotogram



Ek 7. PE ve ZKE Kaplamalı Olgunlaştırılmış Taze Kaşar Peynirlerinde Sıralama Testi Formu

SIRALAMA TESTİ

İsim:

Ürün: Peynir

Tarih:

Size verilen örnekleri aşağıdaki çizelgelerde renk, lezzet ve tercih artışlarına göre sıralayınız.

<u>Renk</u>		<u>Lezzet</u>		<u>Tercih</u>	
<u>Sıra</u>	<u>Örnek kodu</u>	<u>Sıra</u>	<u>Örnek kodu</u>	<u>Sıra</u>	<u>Örnek kodu</u>
<u>En açık</u>	1	<u>En az</u>	1	<u>En az</u>	1
	2		2		2
	3		3		3
<u>En koyu</u>	4	<u>En çok</u>	4	<u>En çok</u>	4

Ek 8. Yenilebilir Filmler - Film Kalınlığı - Çoklu Karşılaştırma Testi

ANOVA

mm

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,016	6	,003	5,700	,001
Within Groups	,010	21	,000		
Total	,027	27			

Film kalınlığı (mm)

Duncan

Kaplama materyali	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
%15 PE	4	,16000	
%10 PE	4	,16150	
Kontrol	4	,16250	
%5 PE	4	,16400	
%5 ZKE	4	,19525	,19525
%10 ZKE	4		,20725
%15 ZKE	4		,22325
Sig.		,052	,102

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

Ek 9. Yenilebilir Filmler - Nem - Çoklu Karşılaştırma Testi

ANOVA

nem (%)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	158,508	6	26,418	4,908	,003
Within Groups	113,031	21	5,382		
Total	271,539	27			

Nem (%)

Duncan

Kaplama materyali	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
%15 PE	4	15,6309		
%10 PE	4	15,6892		
%5 PE	4	16,4453		
Kontrol	4	17,0638	17,0638	
%15 ZKE	4		20,4730	20,4730
%5 ZKE	4			20,7790
%10 ZKE	4			21,4461
Sig.		,434	,050	,582

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

Ek 10. Yenilebilir Filmler – Suda Çözünürlük - Çoklu Karşılaştırma Testi

ANOVA

Suda çözünürlük(%)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	109,314	6	18,219	1,596	,198
Within Groups	239,767	21	11,417		
Total	349,081	27			

Suda çözünürlük(%)

Duncan

Kaplama materyali	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
%5 PE	4	30,9500	
%5 ZKE	4	32,3000	32,3000
%10 PE	4	32,9000	32,9000
%15 PE	4	33,1500	33,1500
%15 ZKE	4	35,1000	35,1000
Kontrol	4	35,8000	35,8000
%10 ZKE	4		36,9750
Sig.		,085	,097

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

Ek 11. Yenilebilir Filmler – Su Buharı Geçirgenliği - Çoklu Karşılaştırma

ANOVA

Su buharı geçirgenliği (g/m.Pa.sx10⁻⁹)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,000	6	,000	3,402	,017
Within Groups	,000	21	,000		
Total	,000	27			

Su buharı geçirgenliği (g/m.Pa.sx10⁻⁹)

Duncan

yenilebilirfilmeno	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
%5 PE	4	6,3050		
%10 PE	4	7,1975	7,1975	
%5 ZKE	4	8,2375	8,2375	8,2375
%15 PE	4	8,3025	8,3025	8,3025
%10 ZKE	4	8,3925	8,3925	8,3925
%15 ZKE	4		9,4300	9,4300
Kontrol	4			1,02450
Sig.		,074	,057	,085

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

Ek 12. Yenilebilir Filmler – Antioksidan aktivite - Çoklu Karşılaştırma Testi

ANOVA

AA (g TE / 100 g k.m.)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	71,031	6	11,839	331,183	,000
Within Groups	,751	21	,036		
Total	71,782	27			

g TE / 100 g k.m.

Duncan

Kaplama materyali	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
Kontrol	4	,00978			
%5 PE	4	,02443			
%10 PE	4	,04215			
%15 PE	4	,05138			
%5 ZKE	4		1,29175		
%10 ZKE	4			2,67350	
%15 ZKE	4				4,38125
Sig.		,779	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

Ek 13. Yenilebilir Filmler - TPC İçeriği - Çoklu Karşılaştırma Testi

ANOVA

TPC (mg GAE / 100 g k.m.)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	241970,807	6	40328,468	2561,172	,000
Within Groups	330,668	21	15,746		
Total	242301,475	27			

TPC (mg GAE / 100 g k.m.)

Duncan

Kaplama materyali	N	Subset for alpha = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
Kontrol	4	4,30770					
%5 PE	4		21,64052				
%10 PE	4		24,28938				
%15 PE	4			34,93532			
%5 ZKE	4				76,95897		
%10 ZKE	4					174,58249	
%15 ZKE	4						273,99833
Sig.		1,000	,356	1,000	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

Ek 14. Yenilebilir Filmler - Doku Analizi - Çoklu Karşılaştırma Testi

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Gerilme Gücü (MPa)	Between Groups	311,695	6	51,949	44,157	,000
	Within Groups	90,588	77	1,176		
	Total	402,283	83			
Uzama (%)	Between Groups	6109,242	6	1018,207	39,339	,000
	Within Groups	1992,976	77	25,883		
	Total	8102,218	83			

Gerilme gücü (MPa)

Duncan

Kaplama materyali	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
Kontrol	12	8,85995			
%10 PE	12		9,78849		
% 15 PE	12		9,78849		
%5 PE	12		9,99733		
%15 ZKE	12			11,74401	
%5 ZKE	12				13,86066
%10 ZKE	12				13,97734
Sig.		1,000	,661	1,000	,793

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12,000.

Uzama (%)

Duncan

Kaplama materyali	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
%10 ZKE	12	75,775			
% 15 PE	12		82,092		
%5 ZKE	12		82,958	82,958	
%5 PE	12		85,300	85,300	
%10 PE	12			87,092	
%15 ZKE	12				99,642
Kontrol	12				100,517
Sig.		1,000	,149	,063	,675

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12,000.

Ek 15. Yenilebilir Filmleri Renk Analizi - L, a, b, ΔE, BI – Çoklu Karşılaştırma Testi

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
L	Between Groups	6	1074,626	1028,706	,000
	Within Groups	21	1,045		
	Total	27			
a	Between Groups	6	5,578	189,600	,000
	Within Groups	21	,029		
	Total	27			
b	Between Groups	6	403,276	1576,950	,000
	Within Groups	21	,256		
	Total	27			

L

Duncan

Kaplama materyali	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
%15 ZKE	4	49,9875				
%10 ZKE	4		58,2175			
%5 ZKE	4			70,5800		
Kontrol	4				87,0675	
%15 PE	4				87,4050	
%5 PE	4				88,5133	88,5133
%10 PE	4					89,4401
Sig.		1,000	1,000	1,000	,071	,214

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

a

Duncan

Kaplama materyali	N	Subset for alpha = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
%5 ZKE	4	-2,15000					
%15 PE	4		-1,23714				
%10 PE	4			-,87976			
%5 PE	4			-,80083			
Kontrol	4				-,49667		
%10 ZKE	4					-,22500	
%15 ZKE	4						1,70000
Sig.		1,000	1,000	,522	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

b

Duncan

Kaplama materyali	N	Subset for alpha = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
Kontrol	4	2,57333					
%5 PE	4		4,95583				
%10 PE	4			6,14018			
%15 PE	4				7,52012		
%5 ZKE	4					17,98250	
%10 ZKE	4						25,60250
%15 ZKE	4						26,06750
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	,208

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

ANOVA

ΔE (Toplam renk farkı)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6477,877	5	1295,575	4596,090	,000
Within Groups	5,074	18	,282		
Total	6482,951	23			

ΔE (Toplam renk farkı)

Duncan

Kaplama materyali	N	Subset for alpha = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
%5 PE	4	2,6568					
%10 PE	4		4,3475				
%15 PE	4			5,4296			
%5 ZKE	4				15,1450		
%10 ZKE	4					36,9175	
%15 ZKE	4						43,9550
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

ANOVA

BI (Beyazlık İndeksi)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	8687,832	6	1447,972	1312,510	,000
Within Groups	23,167	21	1,103		
Total	8710,999	27			

BI (Beyazlık İndeksi)

Duncan

Kaplama materyali	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
%15 ZKE	4	43,575				
%10 ZKE	4		50,998			
%5 ZKE	4			65,450		
%15 PE	4				85,250	
Kontrol	4					86,805
%5 PE	4					87,450
%10 PE	4					87,750
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	,242

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

**Ek 16. Yenilebilir Film Kaplamalı Olgunlaştırılmış Taze Kaşar Peynirlerinde
Wilcoxon işaretli sıralar testi**

	N	Sıra ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p
Kontrol- Renk					
Negatif sıralar	0	0	0	-1,732	0,083
Pozitif sıralar	3	2	6		
Eşit	4				
Toplam	7				
Kontrol- Lezzet					
Negatif sıralar	0	0	0	-2,414	0,16
Pozitif sıralar	7	4	28		
Eşit	0				
Toplam	7				
Kontrol- Tercih					
Negatif sıralar	0	0	0	-2,428	0,15
Pozitif sıralar	7	4	28		
Eşit	0				
Toplam	7				
	N	Sıra ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p
%5 PE- Renk					
Negatif sıralar	1	1	1	-1,838	0,66
Pozitif sıralar	4	3,5	14		
Eşit	2				
Toplam	7				
%5 PE- Lezzet					
Negatif sıralar	3	3,5	10,5	-0,632	0,527
Pozitif sıralar	4	4,38	17,5		
Eşit	0				
Toplam	7				
%5 PE- Tercih					
Negatif sıralar	2	2,5	5	-1,190	0,234
Pozitif sıralar	4	4	16		
Eşit	1				
Toplam	7				

	N	Sıra ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p
%10 PE- Renk					
Negatif sıralar	4	3,75	15	-1,000	0,317
Pozitif sıralar	2	3	6		
Eşit	1				
Toplam	7				
%10 PE- Lezzet					
Negatif sıralar	4	2,5	10	-1,857	0,063
Pozitif sıralar	0	0	0		
Eşit	3				
Toplam	7				
%10 PE- Tercih					
Negatif sıralar	5	3	15	-2,070	0,038
Pozitif sıralar	0	0	0		
Eşit	2				
Toplam	7				
	N	Sıra ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p
%15 PE- Renk					
Negatif sıralar	7	4	28	-2,392	0,017
Pozitif sıralar	0	0	0		
Eşit	0				
Toplam	7				
%15 PE- Lezzet					
Negatif sıralar	5	3	15	-2,070	0,038
Pozitif sıralar	0	0	0		
Eşit	2				
Toplam	7				
%15 PE- Tercih					
Negatif sıralar	6	3,5	21	-2,232	0,026
Pozitif sıralar	0	0	0		
Eşit	1				
Toplam	7				
	N	Sıra ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p
%5 ZKE- Renk					
Negatif sıralar	7	4	28	-2,428	0,015

Pozitif sıralar	0	0	0		
Eşit	0				
Toplam	7				
%5 ZKE- Lezzet					
Negatif sıralar	7	4	28	-2,428	0,015
Pozitif sıralar	0	0	0		
Eşit	0				
Toplam	7				
%5 ZKE- Tercih					
Negatif sıralar	7	4	28	-2,428	0,015
Pozitif sıralar	0	0	0		
Eşit	0				
Toplam	7				
	N	Sıra ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p
%10 ZKE- Renk					
Negatif sıralar	7	4	28	-2,428	0,015
Pozitif sıralar	0	0	0		
Eşit	0				
Toplam	7				
%10 ZKE- Lezzet					
Negatif sıralar	7	4	28	-2,428	0,015
Pozitif sıralar	0	0	0		
Eşit	0				
Toplam	7				
%10 ZKE- Tercih					
Negatif sıralar	7	4	28	-2,428	0,015
Pozitif sıralar	0	0	0		
Eşit	0				
Toplam	7				

	N	Sıra ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p
%15 ZKE- Renk	7	4	28	-2,530	0,011
Negatif sıralar	0	0	0		
Pozitif sıralar	0				
Eşit	7				
Toplam					
%15 ZKE- Lezzet	7	4	28	-2,401	0,016
Negatif sıralar	0	0	0		
Pozitif sıralar	0				
Eşit	7				
Toplam					
%15 ZKE- Tercih	7	4	28	-2,401	0,016
Negatif sıralar	0	0	0		
Pozitif sıralar	0				
Eşit	7				
Toplam	7				

Ek 17. Yenilebilir Film Kaplamalı Olgunlaştırılmış Taze Kaşar Peynirlerinde Ağırlık Kaybı -Çoklu Karşılaştırma Testi

Descriptives

Ağırlık kaybı

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
7.gün kontrol	3	1,3133	,26633	,15377	,6517	1,9749	1,14	1,62
14.gün kontrol	3	3,0033	,70995	,40989	1,2397	4,7670	2,25	3,66
Total	6	2,1583	1,04250	,42560	1,0643	3,2524	1,14	3,66

ANOVA

Ağırlık kaybı

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4,284	1	4,284	14,902	,018
Within Groups	1,150	4	,287		
Total	5,434	5			

Descriptives

Ağırlık kaybı

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
7.gün %5 PE	3	,7000	,48135	,27791	-,4957	1,8957	,27	1,22
14.gün %5 PE	3	1,4367	1,13773	,65687	-1,3896	4,2629	,52	2,71
Total	6	1,0683	,87935	,35899	,1455	1,9912	,27	2,71

ANOVA

Ağırlık kaybı

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,814	1	,814	1,067	,360
Within Groups	3,052	4	,763		
Total	3,866	5			

Descriptives

Ağırlık kaybı

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
7.gün %10 PE	3	,4367	,49903	,28812	-,8030	1,6763	,05	1,00
14.gün %10 PE	3	,8833	,34239	,19768	,0328	1,7339	,52	1,20
Total	6	,6600	,45427	,18545	,1833	1,1367	,05	1,20

ANOVA

Ağırlık kaybı

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,299	1	,299	1,634	,270
Within Groups	,733	4	,183		
Total	1,032	5			

Descriptives

Ağırlık kaybı

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
7.gün %5 ZKE	3	,4833	,29569	,17072	-,2512	1,2179	,16	,74
14.gün %5 ZKE	3	1,1233	,74272	,42881	-,7217	2,9684	,28	1,68
Total	6	,8033	,61523	,25117	,1577	1,4490	,16	1,68

ANOVA

Ağırlık kaybı

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,614	1	,614	1,923	,238
Within Groups	1,278	4	,320		
Total	1,893	5			

Descriptives

ağırlık kaybı

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
7.gün %10 ZKE	3	,2033	,15308	,08838	-,1769	,5836	,03	,32
14.gün %10 ZKE	3	,9767	,45391	,26206	-,1509	2,1042	,69	1,50
Total	6	,5900	,52077	,21260	,0435	1,1365	,03	1,50

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
7. GÜN AĞIRLIK KAYBI (%)	Between Groups	2,137	4	,534	4,003	,034
	Within Groups	1,334	10	,133		
	Total	3,471	14			
14. GÜN AĞIRLIK KAYBI (%)	Between Groups	9,155	4	2,289	4,282	,028
	Within Groups	5,345	10	,535		
	Total	14,500	14			

7. GÜN AĞIRLIK KAYBI (%)

Duncan

Ornek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
%10 ZKE	3	,20451	
%10 PE	3	,43704	
%5 ZKE	3	,48146	
%5 PE	3	,69818	,69818
kontrol	3		1,31356
Sig.		,154	,066

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

14. GÜN AĞIRLIK KAYBI (%)

Duncan

Ornek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
%10 PE	3	,88364	
%10 ZKE	3	,97824	
%5 ZKE	3	1,12583	
%5 PE	3	1,43527	
Kontrol	3		3,00213
Sig.		,408	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Ek 18. Yenilebilir Film Kaplamalı Olgunlaştırılmış Taze Kaşar Peynirlerinde pH - Çoklu Karşılaştırma Testi

ANOVA

pH

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,392	2	,196	154,626	,000
Within Groups	,008	6	,001		
Total	,400	8			

pH

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
7.gün kontrol	3	5,0583		
14.gün kontrol	3		5,2663	
0.gün kontrol	3			5,5670
Sig.		1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

ANOVA

pH

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,240	2	,120	7,599	,023
Within Groups	,095	6	,016		
Total	,334	8			

pH

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
14.gün %5 PE	3	5,0667	
7.gün %5 PE	3	5,2960	5,2960
0.gün %5 PE	3		5,4650
Sig.		,067	,151

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

ANOVA

pH

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,219	2	,109	5,905	,038
Within Groups	,111	6	,019		
Total	,330	8			

pH

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
14.gün %10 PE	3	5,0703	
7.gün %10 PE	3	5,2270	5,2270
0.gün %10 PE	3		5,4503
Sig.		,208	,091

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

ANOVA

pH

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,296	2	,148	5,546	,043
Within Groups	,160	6	,027		
Total	,456	8			

pH

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
14.gün %5 ZKE	3	5,1260	
7.gün %5 ZKE	3	5,2710	5,2710
0.gün %5 ZKE	3		5,5620
Sig.		,319	,072

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

ANOVA

pH

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,226	2	,113	6,571	,031
Within Groups	,103	6	,017		
Total	,329	8			

pH

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
14.gün %10 ZKE	3	5,1493	
7.gün %10 ZKE	3	5,3780	5,3780
0.gün %10 ZKE	3		5,5353
Sig.		,077	,192

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
pH (1.gün)	Between Groups	,036	4	,009	2,164	,147
	Within Groups	,042	10	,004		
	Total	,078	14			
pH (7.gün)	Between Groups	,168	4	,042	1,926	,183
	Within Groups	,219	10	,022		
	Total	,387	14			
pH (14. gün)	Between Groups	,079	4	,020	,920	,490
	Within Groups	,216	10	,022		
	Total	,295	14			

pH (0.gün)

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05
		1
%10 PE	3	5,450333
%5 PE	3	5,465000
%10 ZKE	3	5,535333
%5 ZKE	3	5,562000
Kontrol	3	5,567000
Sig.		,069

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

pH (7.gün)

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
Kontrol	3	5,058333	
%10 PE	3	5,227000	5,227000
%5 ZKE	3	5,271000	5,271000
%5 PE	3	5,296000	5,296000
%10 ZKE	3		5,378000
Sig.		,096	,270

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

pH (14. gün)

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05
		1
%5 PE	3	5,066000
%10 PE	3	5,070333
%5 ZKE	3	5,126000
%10 ZKE	3	5,149333
kontrol	3	5,266333
Sig.		,155

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

**Ek 18. Yenilebilir Film Kaplamalı Olgunlaştırılmış Taze Kaşar Peynirlerinde
Titrasyon Asitliği -Çoklu Karşılaştırma Testi**

ANOVA

Titrasyon asitliği

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,374	2	,187	84,682	,000
Within Groups	,013	6	,002		
Total	,387	8			

Titrasyon asitliği

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
1.gün kontrol	3	,3100	
7.gün kontrol	3	,3263	
14.gün kontrol	3		,7503
Sig.		,685	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

ANOVA

Titrasyon asitliği

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,343	2	,172	430,848	,000
Within Groups	,002	6	,000		
Total	,346	8			

Titrasyon asitliği

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
7.gün %5 PE	3	,2497		
0.gün %5 PE	3		,3097	
14.gün %5 PE	3			,6907
Sig.		1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

ANOVA

Titrasyon asitliği

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,390	2	,195	126,273	,000
Within Groups	,009	6	,002		
Total	,399	8			

Titrasyon asitliği

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
7.gün %10 PE	3	,2073		
0.gün %10 PE	3		,3230	
14.gün %10 PE	3			,6953
Sig.		1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

ANOVA

Titrasyon asitliği

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,387	2	,194	51,298	,000
Within Groups	,023	6	,004		
Total	,410	8			

Titrasyon asitliği

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
7.gün %5 ZKE	3	,2287		
0.gün %5 ZKE	3		,3737	
14.gün %5 ZKE	3			,7230
Sig.		1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

ANOVA

Titrasyon asitliği

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,148	2	,074	53,998	,000
Within Groups	,008	6	,001		
Total	,156	8			

Titrasyon asitliği

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
7.gün %10 ZKE	3	,2297		
0.gün %10 ZKE	3		,3463	
14.gün %10 ZKE	3			,5407
Sig.		1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
0. gün titrasyon asitliği (% laktik asidi)	Between Groups	,009	4	,002	3,156	,064
	Within Groups	,007	10	,001		
	Total	,016	14			
7. gün titrasyon asitliği (% laktik asidi)	Between Groups	,026	4	,006	7,667	,004
	Within Groups	,008	10	,001		
	Total	,034	14			
14. gün titrasyon asitliği (% laktik asidi)	Between Groups	,080	4	,020	4,938	,019
	Within Groups	,040	10	,004		
	Total	,120	14			

0. gün titrasyon asitliği (% laktik asidi)

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
%5 PE	3	,30967	
Kontrol	3	,31000	
%10 PE	3	,32300	,32300
%10 ZKE	3	,34633	,34633
%5 ZKE	3		,37367
Sig.		,148	,050

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

7. gün titrasyon asitliği (% laktik asidi)

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
%10 PE	3	,20733	
%5 ZKE	3	,22867	
%10 ZKE	3	,22967	
%5 PE	3	,24967	
Kontrol	3		,32633
Sig.		,125	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

14. gün titrasyon asitliği (% laktik asidi)

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
%10 ZKE	3	,54067	
%5 PE	3		,69067
%10 PE	3		,69533
%5 ZKE	3		,72300
Kontrol	3		,75033
Sig.		1,000	,308

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Ek 19. Yenilebilir Film Kaplamalı Olgunlaştırılmış Taze Kaşar Peynirlerinde Toplam Kuru Madde - Çoklu Karşılaştırma Testi

ANOVA

Toplam kuru madde

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,657	2	,329	,729	,521
Within Groups	2,706	6	,451		
Total	3,363	8			

Toplam kuru madde

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05
		1
7.gün kontrol	3	54,2133
0.gün kontrol	3	54,2200
14.gün kontrol	3	54,7900
Sig.		,348

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

ANOVA

Toplam kuru madde

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1,794	2	,897	1,948	,223
Within Groups	2,763	6	,461		
Total	4,557	8			

Toplam kuru madde

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05
		1
7.gün %5 PE	3	53,5833
0.gün %5 PE	3	53,7800
14.gün %5 PE	3	54,6133
Sig.		,123

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

ANOVA

Toplam kuru madde

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3,877	2	1,938	12,792	,007
Within Groups	,909	6	,152		
Total	4,786	8			

Toplam kuru madde

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
0.gün %10 PE	3	52,1967	
7.gün %10 PE	3		53,4167
14.gün %10 PE	3		53,7133
Sig.		1,000	,387

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

ANOVA

Toplam kuru madde

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,342	2	,171	,332	,730
Within Groups	3,085	6	,514		
Total	3,427	8			

Toplam kuru madde

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05
		1
7.gün %5 ZKE	3	52,6367
0.gün %5 ZKE	3	53,0467
14.gün %5 ZKE	3	53,0533
Sig.		,516

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

ANOVA

Toplam kuru madde

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2,773	2	1,387	2,244	,187
Within Groups	3,708	6	,618		
Total	6,481	8			

Toplam kuru madde

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05
		1
0.gün %10 ZKE	3	50,5633
7.gün %10 ZKE	3	50,6167
14.gün %10 ZKE	3	51,7667
Sig.		,120

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
0.gün toplam	Between Groups	25,191	4	6,298	16,370	,000
kuru madde	Within Groups	3,847	10	,385		
	Total	29,038	14			
7.gün toplam	Between Groups	23,224	4	5,806	15,430	,000
kuru madde	Within Groups	3,763	10	,376		
	Total	26,987	14			
14.gün toplam	Between Groups	18,345	4	4,586	8,248	,003
kuru madde	Within Groups	5,560	10	,556		
	Total	23,905	14			

0.gün toplam kuru madde

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
%10 ZKE	3	50,56333		
%10 PE	3		52,19667	
%5 ZKE	3		53,04667	53,04667
%5 PE	3			53,78000
Kontrol	3			54,22000
Sig.		1,000	,124	,051

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

7.gün toplam kuru madde

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
%10 ZKE	3	50,61667		
%5 ZKE	3		52,63667	
%10 PE	3		53,41667	53,41667
%5 PE	3		53,58333	53,58333
Kontrol	3			54,21333
Sig.		1,000	,101	,160

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

14.gün toplam kuru madde

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
%10 ZKE	3	51,76667		
%5 ZKE	3	53,05333	53,05333	
%10 PE	3		53,71333	53,71333
%5 PE	3			54,61333
Kontrol	3			54,79000
Sig.		,061	,304	,122

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Ek 20. Yenilebilir Film Kaplamalı Olgunlaştırılmış Taze Kaşar Peynirlerinde Renk Analizi - L, a, b, ΔE, BI – Çoklu Karşılaştırma Testi

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
L	Between Groups	78,606	2	39,303	6,813	,005
	Within Groups	138,457	24	5,769		
	Total	217,063	26			
a	Between Groups	14,821	2	7,411	15,572	,000
	Within Groups	11,422	24	,476		
	Total	26,243	26			
b	Between Groups	1,905	2	,953	1,492	,245
	Within Groups	15,320	24	,638		
	Total	17,225	26			
ΔE	Between Groups	69,909	2	34,954	9,043	,001
	Within Groups	92,771	24	3,865		
	Total	162,680	26			
BI	Between Groups	41,602	2	20,801	5,490	,011
	Within Groups	90,938	24	3,789		
	Total	132,540	26			

L

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
14.gün kontrol	9	73,5189	
7.gün kontrol	9		76,8678
0.gün kontrol	9		77,3589
Sig.		1,000	,668

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

a

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
0.gün kontrol	9	-4,2100	
7.gün kontrol	9	-3,7867	
14.gün kontrol	9		-2,4700
Sig.		,205	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

b

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05
		1
14.gün kontrol	9	17,1100
0.gün kontrol	9	17,2067
7.gün kontrol	9	17,7156
Sig.		,141

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

ΔE

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
0.gün kontrol	9	21,4778	
14.gün kontrol	9		24,2222
7.gün kontrol	9		25,3000
Sig.		1,000	,256

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

BI

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
14.gün kontrol	9	68,3111	
7.gün kontrol	9		70,6000
0.gün kontrol	9		71,1889
Sig.		1,000	,527

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
L	Between Groups	341,685	2	170,843	23,322	,000
	Within Groups	175,812	24	7,325		
	Total	517,497	26			
A	Between Groups	43,460	2	21,730	31,994	,000
	Within Groups	16,301	24	,679		
	Total	59,760	26			
B	Between Groups	8,224	2	4,112	5,764	,009
	Within Groups	17,122	24	,713		
	Total	25,345	26			
ΔE	Between Groups	221,476	2	110,738	24,830	,000
	Within Groups	107,036	24	4,460		
	Total	328,512	26			
BI	Between Groups	187,450	2	93,725	19,127	,000
	Within Groups	117,602	24	4,900		
	Total	305,052	26			

L

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
14. gün %5 PE	9	70,3822	
7. gün %5 PE	9		76,2711
0. gün %5 PE	9		78,8889
Sig.		1,000	,051

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

a

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
0. gün %5 PE	9	-3,9544	
7. gün %5 PE	9	-3,8567	
14. gün %5 PE	9		-1,2156
Sig.		,803	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

b

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
14. gün %5 PE	9	17,0767	
0. gün %5 PE	9	17,6367	17,6367
7. gün %5 PE	9		18,4222
Sig.		,172	,060

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

ΔE

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
0. gün %5 PE	9	20,5778	
7. gün %5 PE	9		26,5333
14. gün %5 PE	9		26,7667
Sig.		1,000	,817

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

BI

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
14. gün %5 PE	9	65,7333		
7. gün %5 PE	9		69,6556	
0. gün %5 PE	9			72,1333
Sig.		1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
L	Between Groups	80,968	2	40,484	4,082	,030
	Within Groups	238,036	24	9,918		
	Total	319,003	26			
a	Between Groups	1,914	2	,957	7,155	,004
	Within Groups	3,211	24	,134		
	Total	5,125	26			
B	Between Groups	35,777	2	17,889	1,684	,207
	Within Groups	254,900	24	10,621		
	Total	290,678	26			
ΔE	Between Groups	142,069	2	71,034	20,737	,000
	Within Groups	82,211	24	3,425		
	Total	224,280	26			
BI	Between Groups	27,762	2	13,881	1,550	,233
	Within Groups	214,984	24	8,958		
	Total	242,747	26			

L

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
14. gün %10 PE	9	74,9389	
7. gün %10 PE	9	76,2744	76,2744
0. gün %10 PE	9		79,0933
Sig.		,377	,070

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

a

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
0. gün %10 PE	9	-3,9689	
7. gün %10 PE	9	-3,8122	
14. gün %10 PE	9		-3,3422
Sig.		,373	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

b

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05
		1
14. gün %10 PE	9	15,7044
0. gün %10 PE	9	18,1267
7. gün %10 PE	9	18,1656
Sig.		,142

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

ΔE

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
0. gün %10 PE	9	20,8000	
14. gün %10 PE	9		24,6222
7. gün %10 PE	9		26,2778
Sig.		1,000	,070

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

BI

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05
		1
14. gün %10 PE	9	69,7889
7. gün %10 PE	9	69,8667
0. gün %10 PE	9	71,9778
Sig.		,155

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
L	Between Groups	146,194	2	73,097	10,089	,001
	Within Groups	173,878	24	7,245		
	Total	320,072	26			
a	Between Groups	1,918	2	,959	14,063	,000
	Within Groups	1,637	24	,068		
	Total	3,555	26			
b	Between Groups	9,617	2	4,809	23,741	,000
	Within Groups	4,861	24	,203		
	Total	14,479	26			
ΔE	Between Groups	82,574	2	41,287	9,656	,001
	Within Groups	102,616	24	4,276		
	Total	185,190	26			
BI	Between Groups	60,667	2	30,333	6,767	,005
	Within Groups	107,580	24	4,483		
	Total	168,247	26			

L

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
14. gün %5 ZKE	9	72,6778	
0. gün %5 ZKE	9		77,5511
7. gün %5 ZKE	9		77,6744
Sig.		1,000	,923

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

a

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
7. gün %5 ZKE	9	-4,1833		
0. gün %5 ZKE	9		-3,8822	
14. gün %5 ZKE	9			-3,5311
Sig.		1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

b

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
14. gün %5 ZKE	9	17,1667		
0. gün %5 ZKE	9		18,1367	
7. gün %5 ZKE	9			18,5989
Sig.		1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

ΔE

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
0. gün %5 ZKE	9	21,8778	
14. gün %5 ZKE	9		25,1000
7. gün %5 ZKE	9		25,9333
Sig.		1,000	,401

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

BI

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
14. gün %5 ZKE	9	67,5000	
7. gün %5 ZKE	9		70,5000
0. gün %5 ZKE	9		70,8333
Sig.		1,000	,741

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
L	Between Groups	132,671	2	66,336	18,835	,000
	Within Groups	84,525	24	3,522		
	Total	217,196	26			
a	Between Groups	4,915	2	2,458	8,479	,002
	Within Groups	6,957	24	,290		
	Total	11,872	26			
b	Between Groups	9,024	2	4,512	11,345	,000
	Within Groups	9,545	24	,398		
	Total	18,569	26			
ΔE	Between Groups	46,402	2	23,201	10,804	,000
	Within Groups	51,538	24	2,147		
	Total	97,940	26			
BI	Between Groups	54,814	2	27,407	11,460	,000
	Within Groups	57,396	24	2,391		
	Total	112,210	26			

L

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
14. gün %10 ZKE	9	72,7900	
0. gün %10 ZKE	9		76,6944
7. gün %10 ZKE	9		78,0100
Sig.		1,000	,150

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

a

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
7. gün %10 ZKE	9	-3,6311	
0. gün %10 ZKE	9	-3,5767	
14. gün %10 ZKE	9		-2,7000
Sig.		,832	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

b

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
14. gün %10 ZKE	9	16,7411	
0. gün %10 ZKE	9		17,6133
7. gün %10 ZKE	9		18,1433
Sig.		1,000	,087

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

ΔE

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
0. gün %10 ZKE	9	22,1000	
14. gün %10 ZKE	9		24,6111
7. gün %10 ZKE	9		25,0889
Sig.		1,000	,496

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

BI

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
14. gün %10 ZKE	9	67,9222	
0. gün %10 ZKE	9		70,5333
7. gün %10 ZKE	9		71,2333
Sig.		1,000	,347

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
L (1.gün)	Between Groups	40,848	4	10,212	1,191	,330
	Within Groups	343,093	40	8,577		
	Total	383,941	44			
a (1.gün)	Between Groups	1,337	4	,334	3,620	,013
	Within Groups	3,693	40	,092		
	Total	5,030	44			
b (1.gün)	Between Groups	6,197	4	1,549	4,018	,008
	Within Groups	15,423	40	,386		
	Total	21,620	44			
L (7.gün)	Between Groups	22,996	4	5,749	2,513	,057
	Within Groups	91,491	40	2,287		
	Total	114,487	44			
a (7.gün)	Between Groups	1,273	4	,318	2,495	,058
	Within Groups	5,102	40	,128		
	Total	6,375	44			
b (7.gün)	Between Groups	4,239	4	1,060	1,966	,118
	Within Groups	21,556	40	,539		
	Total	25,794	44			
L (14.gün)	Between Groups	98,524	4	24,631	2,689	,045
	Within Groups	366,336	40	9,158		
	Total	464,861	44			
a (14.gün)	Between Groups	29,951	4	7,488	9,769	,000
	Within Groups	30,660	40	,767		
	Total	60,611	44			
b (14.gün)	Between Groups	13,477	4	3,369	,505	,732
	Within Groups	267,043	40	6,676		
	Total	280,520	44			

L (1.gün)

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05
		1
%10 ZKE	9	76,5956
Kontrol	9	77,3589
%5 ZKE	9	77,5222
%5 PE	9	78,8889
%10 PE	9	79,0933
Sig.		,114

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

a (1.gün)

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
Kontrol	9	-4,2100	
%10 PE	9	-3,9689	-3,9689
%5 PE	9	-3,9544	-3,9544
%5 ZKE	9	-3,9311	-3,9311
%10 ZKE	9		-3,6667
Sig.		,082	,059

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

b (1.gün)

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
Kontrol	9	17,1567	
%10 ZKE	9	17,5244	17,5244
%5 PE	9	17,6367	17,6367
%5 ZKE	9		18,1211
%10 PE	9		18,1267
Sig.		,129	,066

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

L (7.gün)

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
%5 PE	9	76,2711	
%10 PE	9	76,2744	
Kontrol	9	76,8678	76,8678
%5 ZKE	9	77,6944	77,6944
%10 ZKE	9		78,0000
Sig.		,074	,141

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

a (7.gün)

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
%5 ZKE	9	-4,1500	
%5 PE	9	-3,8567	-3,8567
%10 PE	9	-3,8122	-3,8122
Kontrol	9	-3,7867	-3,7867
%10 ZKE	9		-3,6356
Sig.		,054	,239

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

b (7.gün)

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
Kontrol	9	17,7156	
%10 ZKE	9	18,0344	18,0344
%10 PE	9	18,1656	18,1656
%5 PE	9	18,4222	18,4222
%5 ZKE	9		18,5989
Sig.		,068	,144

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

L (14.gün)

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
%5 PE	9	70,3822	
%5 ZKE	9	72,6800	72,6800
%10 ZKE	9	72,7178	72,7178
Kontrol	9		73,5189
%10 PE	9		74,9389
Sig.		,129	,156

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

a (14.gün)

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
%5 ZKE	9	-3,4900		
%10 PE	9	-3,3422	-3,3422	
%10 ZKE	9	-2,8911	-2,8911	
Kontrol	9		-2,4700	
%5 PE	9			-1,2156
Sig.		,178	,051	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

b (14.gün)

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05
		1
%10 PE	9	15,7044
%10 ZKE	9	16,7378
%5 PE	9	17,0767
Kontrol	9	17,1100
%5 ZKE	9	17,1600
Sig.		,296

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ΔE (1.gün)	Between Groups	15,793	4	3,948	,792	,537
	Within Groups	199,307	40	4,983		
	Total	215,100	44			
ΔE (7.gün)	Between Groups	13,824	4	3,456	3,360	,018
	Within Groups	41,144	40	1,029		
	Total	54,968	44			
ΔE (14.gün)	Between Groups	33,879	4	8,470	1,787	,150
	Within Groups	189,571	40	4,739		
	Total	223,450	44			

ΔE (1.gün)

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05
		1
%5 PE	9	20,578
%10 PE	9	20,800
Kontrol	9	21,478
%5 ZKE	9	21,878
%10 ZKE	9	22,100
Sig.		,206

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

ΔE (7.gün)

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
%10 ZKE	9	25,089		
Kontrol	9	25,300	25,300	
%5 ZKE	9	25,933	25,933	25,933
%10 PE	9		26,278	26,278
%5 PE	9			26,533
Sig.		,102	,059	,244

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

ΔE (14.gün)

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
Kontrol	9	24,222	
%10 PE	9	24,622	24,622
%5 ZKE	9	25,100	25,100
%10 ZKE	9	25,300	25,300
%5 PE	9		26,767
Sig.		,347	,062

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

Ek 21. Yenilebilir Film Kaplamalı Olgunlaştırılmış Taze Kaşar Peynirlerinde Doku Analizi - Çoklu Karşılaştırma Testi

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Sertlik (Hardness) (N)	Between Groups	2146,525	2	1073,263	81,400	,000
	Within Groups	316,441	24	13,185		
	Total	2462,966	26			
Dış yapışkanlık (Adhesiveness) (g.sn)	Between Groups	117033,649	2	58516,824	2515,967	,000
	Within Groups	558,196	24	23,258		
	Total	117591,845	26			
Elastikiyet (Springiness)	Between Groups	,025	2	,012	15,969	,000
	Within Groups	,019	24	,001		
	Total	,043	26			
İç yapışkanlık (Cohesiveness)	Between Groups	,019	2	,009	5,864	,008
	Within Groups	,039	24	,002		
	Total	,058	26			
Sakızimsılık (Gumminess) (N)	Between Groups	132,182	2	66,091	15,299	,000
	Within Groups	103,677	24	4,320		
	Total	235,858	26			
Esneklik (Resilience)	Between Groups	,003	2	,002	6,609	,005
	Within Groups	,006	24	,000		
	Total	,010	26			

Sertlik (Hardness) (N)

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
0.gün kontrol	9	15,30778		
7.gün kontrol	9		22,45556	
14.gün kontrol	9			36,75444
Sig.		1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

Dış yapışkanlık (Adhesiveness) (g.sn)

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
14.gün kontrol	9	-374,29889	
0.gün kontrol	9		-236,10556
7.gün kontrol	9		-233,21222
Sig.		1,000	,215

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

Elastikiyet (Springiness)

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
14.gün kontrol	9	,22933		
7.gün kontrol	9		,26900	
0.gün kontrol	9			,30356
Sig.		1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

İç yapışkanlık (Cohesiveness)

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
14.gün kontrol	9	,26767	,32478
7.gün kontrol	9	,26967	
0.gün kontrol	9		
Sig.		,917	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

Sakızmsılık (Gumminess) (N)

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
0.gün kontrol	9	4,95167	10,20867
7.gün kontrol	9	6,43856	
14.gün kontrol	9		
Sig.		,142	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

Esneklik (Resilience)

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
7.gün kontrol	9	,04967	,07533
14.gün kontrol	9	,05344	
0.gün kontrol	9		
Sig.		,625	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Sertlik (Hardness) (N)	Between Groups	310,552	2	155,276	30,435	,000
	Within Groups	122,444	24	5,102		
	Total	432,995	26			
Dış yapışkanlık (Adhesiveness) (g.sn)	Between Groups	480777,398	2	240388,699	8453,072	,000
	Within Groups	682,513	24	28,438		
	Total	481459,911	26			
Elastikiyet (Springiness)	Between Groups	,005	2	,003	4,254	,026
	Within Groups	,014	24	,001		
	Total	,019	26			
İç yapışkanlık (Cohesiveness)	Between Groups	,003	2	,001	1,512	,241
	Within Groups	,022	24	,001		
	Total	,025	26			
Sakızımsılık (Gumminess) (N)	Between Groups	17,795	2	8,898	10,630	,000
	Within Groups	20,088	24	,837		
	Total	37,883	26			
Esneklik (Resilience)	Between Groups	,000	2	,000	,718	,498
	Within Groups	,005	24	,000		
	Total	,005	26			

Hardness (N)

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
7.gün %5PE	9	24,08344	31,50867
0.gün %5PE	9	24,56989	
14.gün %5PE	9		
Sig.		,652	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

Adhesiveness (g.sec)

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
0.gün %5PE	9	-623,34844		
14.gün %5PE	9		-602,95800	
7.gün %5PE	9			-330,63289
Sig.		1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

Springiness

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
0.gün %5PE	9	,26756	
14.gün %5PE	9	,28022	,28022
7.gün %5PE	9		,30089
Sig.		,283	,086

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

Cohesiveness

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05
		1
14.gün %5PE	9	,26900
0.gün %5PE	9	,26933
7.gün %5PE	9	,29067
Sig.		,164

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

Gumminess

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
0.gün %5PE	9	6,58078	8,47267
7.gün %5PE	9	6,99622	
14.gün %5PE	9		
Sig.		,345	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

Resilience

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05
		1
0.gün %5PE	9	,04233
14.gün %5PE	9	,04578
7.gün %5PE	9	,05011
Sig.		,270

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Sertlik (Hardness) (N)	Between Groups	580,403	2	290,202	187,581	,000
	Within Groups	37,130	24	1,547		
	Total	617,533	26			
Dış yapışkanlık (Adhesiveness) (g.sn)	Between Groups	278023,609	2	139011,804	10825,081	,000
	Within Groups	308,199	24	12,842		
	Total	278331,808	26			
Elastikiyet (Springiness)	Between Groups	,003	2	,002	3,234	,057
	Within Groups	,013	24	,001		
	Total	,016	26			
İç yapışkanlık (Cohesiveness)	Between Groups	,036	2	,018	21,942	,000
	Within Groups	,020	24	,001		
	Total	,055	26			
Sakızımsılık (Gumminess) (N)	Between Groups	134,609	2	67,305	95,467	,000
	Within Groups	16,920	24	,705		
	Total	151,530	26			
Esneklik (Resilience)	Between Groups	,007	2	,003	17,049	,000
	Within Groups	,005	24	,000		
	Total	,012	26			

Hardness (N)

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
0.gün %10PE	9	22,38978		
7.gün %10PE	9		31,41956	
14.gün %10PE	9			32,86967
Sig.		1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

Adhesiveness (g.sec)

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
0.gün %10PE	9	-525,02000		
14.gün %10PE	9		-493,16278	
7.gün %10PE	9			-295,60578
Sig.		1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

Springiness

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
0.gün %10PE	9	,24756	
14.gün %10PE	9	,26711	,26711
7.gün %10PE	9		,27444
Sig.		,086	,509

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

Cohesiveness

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
0.gün %10PE	9	,22833	
7.gün %10PE	9		,29122
14.gün %10PE	9		,31456
Sig.		1,000	,096

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

Gumminess

Duncan

Örnek no	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
0.gün %10PE	9	5,11111		
7.gün %10PE	9		9,14311	
14.gün %10PE	9			10,32744
Sig.		1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

Resilience

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
0.gün %10PE	9	,03222		
7.gün %10PE	9		,05589	
14.gün %10PE	9			,07133
Sig.		1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Sertlik (Hardness) (N)	Between Groups	338,907	2	169,454	25,447	,000
	Within Groups	159,816	24	6,659		
	Total	498,723	26			
Dış yapışkanlık (Adhesiveness) (g.sn)	Between Groups	150014,516	2	75007,258	9009,867	,000
	Within Groups	199,800	24	8,325		
	Total	150214,316	26			
Elastikiyet (Springiness)	Between Groups	,001	2	,000	,203	,818
	Within Groups	,041	24	,002		
	Total	,042	26			
İç yapışkanlık (Cohesiveness)	Between Groups	,007	2	,003	2,039	,152
	Within Groups	,039	24	,002		
	Total	,046	26			
Sakızımsılık (Gumminess) (N)	Between Groups	57,624	2	28,812	20,826	,000
	Within Groups	33,204	24	1,383		
	Total	90,827	26			
Esneklik (Resilience)	Between Groups	,001	2	,001	2,316	,120
	Within Groups	,006	24	,000		
	Total	,007	26			

Hardness (N)

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
0.gün %5 ZKE	9	22,02778	
7.gün %5 ZKE	9		28,99000
14.gün %5 ZKE	9		29,99556
Sig.		1,000	,417

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

Adhesiveness (g.sec)

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
14.gün %5 ZKE	9	-534,43778		
0.gün %5 ZKE	9		-508,31667	
7.gün %5 ZKE	9			-364,88222
Sig.		1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

Springiness

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05
		1
14.gün %5 ZKE	9	,27233
0.gün %5 ZKE	9	,28278
7.gün %5 ZKE	9	,28333
Sig.		,600

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

Cohesiveness

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05
		1
0.gün %5 ZKE	9	,29456
7.gün %5 ZKE	9	,31222
14.gün %5 ZKE	9	,33289
Sig.		,067

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

Gumminess

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
0.gün %5 ZKE	9	6,49556	
7.gün %5 ZKE	9		9,04222
14.gün %5 ZKE	9		9,94600
Sig.		1,000	,116

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

Resilience

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05
		1
0.gün %5 ZKE	9	,05478
7.gün %5 ZKE	9	,06056
14.gün %5 ZKE	9	,07078
Sig.		,054

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Sertlik (Hardness) (N)	Between Groups	569,531	2	284,766	20,529	,000
	Within Groups	332,919	24	13,872		
	Total	902,450	26			
Dış yapışkanlık (Adhesiveness) (g.sn)	Between Groups	99951,914	2	49975,957	5728,602	,000
	Within Groups	209,374	24	8,724		
	Total	100161,289	26			
Elastikiyet (Springiness)	Between Groups	,005	2	,002	4,431	,023
	Within Groups	,013	24	,001		
	Total	,018	26			
İç yapışkanlık (Cohesiveness)	Between Groups	,009	2	,004	2,666	,090
	Within Groups	,039	24	,002		
	Total	,047	26			
Sakızimsılık (Gumminess) (N)	Between Groups	21,732	2	10,866	4,202	,027
	Within Groups	62,067	24	2,586		
	Total	83,799	26			
Esneklik (Resilience)	Between Groups	,000	2	,000	,423	,660
	Within Groups	,007	24	,000		
	Total	,007	26			

Hardness (N)

Duncan

Ornek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
0.gün %10ZKE	9	18,45778	
7.gün %10ZKE	9		27,97667
14.gün %10ZKE	9		28,41000
Sig.		1,000	,807

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

Adhesiveness (g.sec)

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
14.gün %10ZKE	9	-605,69444	-534,00556	-456,69444
0.gün %10ZKE	9			
7.gün %10ZKE	9			
Sig.		1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

Springiness

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
7.gün %10ZKE	9	,25444	,28589
14.gün %10ZKE	9		
0.gün %10ZKE	9		
Sig.		,429	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

Cohesiveness

Duncan

Ornek adı	N	Subset for alpha = 0.05
		1
7.gün %10ZKE	9	,26133
14.gün %10ZKE	9	
0.gün %10ZKE	9	
Sig.		,068

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

Gumminess

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
0.gün %10ZKE	9	5,51133	
7.gün %10ZKE	9		7,34578
14.gün %10ZKE	9		7,47644
Sig.		1,000	,865

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

Resilience

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05
		1
7.gün %10ZKE	9	,04656
14.gün %10ZKE	9	,05111
0.gün %10ZKE	9	,05389
Sig.		,399

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Hardness (N) (0.gün)	Between Groups	482,278	4	120,569	15,087	,000
	Within Groups	319,673	40	7,992		
	Total	801,950	44			
Hardness (N) (7.gün)	Between Groups	482,432	4	120,608	13,288	,000
	Within Groups	363,053	40	9,076		
	Total	845,485	44			
Hardness (N) (14.gün)	Between Groups	364,192	4	91,048	12,733	,000
	Within Groups	286,024	40	7,151		
	Total	650,216	44			
Cohesiveness (0gün)	Between Groups	,048	4	,012	8,873	,000
	Within Groups	,054	40	,001		
	Total	,102	44			
Cohesiveness (7.gün)	Between Groups	,014	4	,004	4,487	,004
	Within Groups	,032	40	,001		
	Total	,047	44			
Cohesiveness (14.gün)	Between Groups	,038	4	,009	5,245	,002
	Within Groups	,072	40	,002		
	Total	,109	44			
Gumminess (0.gün)	Between Groups	21,119	4	5,280	3,310	,020
	Within Groups	63,803	40	1,595		
	Total	84,922	44			
Gumminess (7.gün)	Between Groups	54,475	4	13,619	7,596	,000
	Within Groups	71,714	40	1,793		
	Total	126,188	44			
Gumminess (14.gün)	Between Groups	56,768	4	14,192	5,652	,001
	Within Groups	100,438	40	2,511		



	Total	157,206	44			
	Between Groups	770714,128	4	192678,532	12958,282	,000
	Within Groups	594,766	40	14,869		
Adhesiveness (g.sec) (0.gün)	Total	771308,893	44			
	Between Groups	248642,522	4	62160,630	2437,383	,000
	Within Groups	1020,121	40	25,503		
Adhesiveness (g.sec) (7.gün)	Total	249662,642	44			
	Between Groups	327247,189	4	81811,797	9535,265	,000
	Within Groups	343,197	40	8,580		
Adhesiveness (g.sec) (14.gün)	Total	327590,386	44			
	Between Groups	,009	4	,002	13,310	,000
	Within Groups	,007	40	,000		
Resilience (0.gün)	Total	,016	44			
	Between Groups	,001	4	,000	1,533	,211
	Within Groups	,007	40	,000		
Resilience (7.gün)	Total	,008	44			
	Between Groups	,005	4	,001	3,463	,016
	Within Groups	,014	40	,000		
Resilience (14.gün)	Total	,020	44			
	Between Groups	,016	4	,004	3,909	,009
	Within Groups	,041	40	,001		
Springiness (0.gün)	Total	,057	44			
	Between Groups	,011	4	,003	8,924	,000
	Within Groups	,012	40	,000		

Springiness (14.gün)	Total	,023	44			
	Between Groups	,014	4	,003	2,943	,032
	Within Groups	,047	40	,001		
	Total	,061	44			

Hardness (N) (0.gün)

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
Kontrol	9	15,30778		
%10 ZKE	9		18,45778	
%5 ZKE	9			22,02778
%10 PE	9			22,38978
%5 PE	9			24,56989
Sig.		1,000	1,000	,078

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

Hardness (N) (7.gün)

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
Kontrol	9	22,45556		
%5 PE	9	24,08344		
%10 ZKE	9		27,97667	
%5 ZKE	9		28,99000	28,99000
%10 PE	9			31,41956
Sig.		,259	,480	,095

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

Hardness (N) (14.gün)

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
%10 ZKE	9	28,41000			
%5 ZKE	9	29,99556	29,99556		
%5 PE	9		31,50867	31,50867	
%10 PE	9			32,86967	
Kontrol	9				36,75444
Sig.		,216	,237	,287	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

Cohesiveness (0.gün)

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
%10 PE	9	,22833		
%5 PE	9		,26933	
%5 ZKE	9		,29456	,29456
%10 ZKE	9		,29933	,29933
Kontrol	9			,32478
Sig.		1,000	,109	,106

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

Cohesiveness (7.gün)

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
%10 ZKE	9	,26133		
Kontrol	9	,26967	,26967	
%5 PE	9		,29067	,29067
%10 PE	9		,29122	,29122
%5 ZKE	9			,31222
Sig.		,537	,136	,136

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

Cohesiveness (14.gün)

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
%10 ZKE	9	,26167	
Kontrol	9	,26767	
%5 PE	9	,26900	
%10 PE	9		,31456
%5 ZKE	9		,33289
Sig.		,733	,364

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

Gumminess (0.gün)

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
Kontrol	9	4,95167	
%10 PE	9	5,11111	
%10 ZKE	9	5,51133	5,51133
%5 ZKE	9		6,49556
%5 PE	9		6,58078
Sig.		,382	,097

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

Gumminess (7.gün)

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
Kontrol	9	6,43856	
%5 PE	9	6,99622	
%10 ZKE	9	7,34578	
%5 ZKE	9		9,04222
%10 PE	9		9,14311
Sig.		,183	,874

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

Gumminess (14.gün)

Duncan

Örnek no	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
%10 ZKE	9	7,47644		
%5 PE	9	8,47267	8,47267	
%5 ZKE	9		9,94600	9,94600
Kontrol	9			10,20867
%10 PE	9			10,32744
Sig.		,190	,056	,635

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

Adhesiveness (g.sec) (0.gün)

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
%5 PE	9	- 623,34844				
%10 ZKE	9		- 534,00556			
%10 PE	9			- 525,02000		
%5 ZKE	9				- 508,31667	
Kontrol	9					- 236,10556
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

Adhesiveness (g.sec) (7.gün)

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
%10 ZKE	9	- 456,69444				
%5 ZKE	9		- 364,88222			
%5 PE	9			- 330,63289		
%10 PE	9				- 295,60578	
Kontrol	9					- 233,21222
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

Adhesiveness (g.sec) (14.gün)

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
%10 ZKE	9	-605,69444	-534,43778	-493,16278	-374,29889
%5 PE	9	-602,95800			
%5 ZKE	9				
%10 PE	9				
Kontrol	9				
Sig.		,054	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

Resilience (0.gün)

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
%10 PE	9	,03222	,04233	,07533
%5 PE	9	,04233		
%10 ZKE	9			
%5 ZKE	9			
Kontrol	9			
Sig.		,114	,066	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

Resilience (7.gün)

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05
		1
%10 ZKE	9	,04656
Kontrol	9	,04967
%5 PE	9	,05011
%10 PE	9	,05589
%5 ZKE	9	,06056
Sig.		,056

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

Resilience (14.gün)

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
%5 PE	9	,04578	
%10 ZKE	9	,05111	
Kontrol	9	,05344	,05344
%5 ZKE	9		,07078
%10 PE	9		,07133
Sig.		,427	,066

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

Springiness (0.gün)

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
%10 PE	9	,24756		
%5 PE	9	,26756	,26756	
%5 ZKE	9		,28278	,28278
%10 ZKE	9		,28589	,28589
Kontrol	9			,30356
Sig.		,192	,258	,201

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

Springiness (7.gün)

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
%10 ZKE	9	,25444		
Kontrol	9	,26900	,26900	
%10 PE	9		,27444	
%5 ZKE	9		,28333	
%5 PE	9			,30089
Sig.		,082	,104	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

Springiness (14.gün)

Duncan

Örnek adı	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
Kontrol	9	,22933	
%10 ZKE	9		,26322
%10 PE	9		,26711
%5 ZKE	9		,27233
%5 PE	9		,28022
Sig.		1,000	,345

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.