



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**YENİLEBİLİR
FİLMLEİN MEYVE VE TAHİL
BARLARININ FİZİKSEL KİMYASAL VE
DUYUSAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

**Vildan EYİZ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Mayıs-2019
KONYA
Her Hakkı Saklıdır**

TEZ KABUL VE ONAYI

Vildan EYİZ tarafından hazırlanan “Yenilebilir Filmlerin Meyve ve Tahıl Barlarının Fiziksel, Kimyasal ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi” adlı tez çalışması 16/05/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ

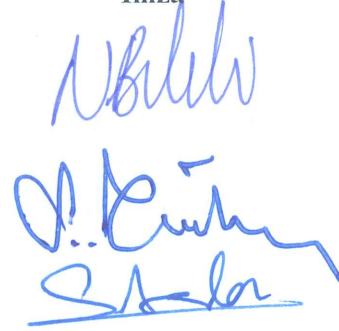
Danışman

Prof. Dr. Selman TÜRKER

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Sultan ARSLAN TONTUL

İmza



Yukarıdaki sonucu onaylarım.



Prof. Dr. S. Savaş DURDURAN
FBE Müdürü

Bu tez çalışması BAP tarafından 181319013 nolu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

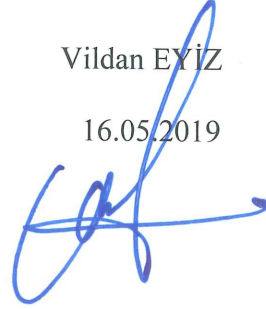
Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Vildan EYİZ

16.05.2019



ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YENİLEBİLİR FİLMLEİN MEYVE VE TAHİL BARLARININ FİZİKSEL KİMYASAL VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Vildan EYİZ

Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Selman TÜRKER
2. Danışman: Dr. Öğr. Üyesi İsmail TONTUL

2019, 88 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Selman TÜRKER
Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ
Dr. Öğr. Üyesi Sultan ARSLAN TONTUL

Bu çalışmada sağlıklı atıştırmalıklar olarak meyve barı ve tahıl barı üretimi gerçekleştirilmiştir. Meyve ve tahıl barları zamanla kuruyup katılaşabilmekte ve okside olabilmektedir. Bu ürünlerde meydana gelebilecek fiziksel, kimyasal ve duyuşsal değişikliklerin önüne geçebilmek için ürün yenilebilir film ile kaplanmıştır. Bu amaçla sodyum aljinat (SA), karboksimetil selüloz (KMS) ve peynir altı suyu proteini (PASP) kaplama materyali olarak kullanılmıştır. Kaplanmış ürünlerle kontrol barları 2 farklı sıcaklıkta (37 °C’de 35 gün ve 25 °C’de 70 gün) depolanarak, meyve ve tahıl barlarının bazı kalite özellikleri üzerine kaplama materyali, depolama süresi ve depolama sıcaklığının etkileri belirlenmiştir. 0. günde örneklerde yağ, protein, kül ve duyuşsal analizler yapılırken, depolama süresince örneklemelelerde ise renk, esmerleşme indeksi, nem ve tekstür analizi, askorbik asit, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite belirlenmiştir. SA ile kaplamanın meyve ve tahıl barlarının tekstürel yapısını iyileştirdiği ve depolama boyunca bu yapıyı muhafaza etmelerini sağladığı sonucuna varılmıştır. Her üç kaplama materyalinin de toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivitedeki meydana gelen kayıpları engellediği belirlenmiştir. Ancak KMS ile kaplama barların tekstürel özelliklerinde bazı olumsuz değişikliklere neden olmuştur. Askorbik asitin kaybının engellenmesi açısından en iyi sonuç veren kaplama materyali PASP olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak meyve ve tahıl barlarının kaplanmasında SA ve PASP’ın yenilebilir film materyali olarak tercih edilebileceği ortaya koyulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Karboksimetil selüloz, meyve barı, peynir altı suyu proteini, tahıl barı, sodyum aljinat, yenilebilir film.

ABSTRACT

MSc THESIS

THE EFFECT OF EDIBLE FILMS ON PHYSICAL CHEMICAL AND SENSORY CHARACTERISTICS OF FRUIT AND CEREAL BARS

Vildan EYİZ

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN FOOD ENGINEERING

Advisor: Prof. Dr. Selman TÜRKER
2. Advisor: Assist. Prof. Dr. İsmail TONTUL

2019, 88 Pages

Jury
Prof. Dr. Selman TÜRKER
Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ
Assist. Prof. Dr. Sultan ARSLAN TONTUL

In this study, fruit bars and cereal bars were produced as healthy snacks. These products can dry out and become oxidized over time and hence lose their functional and textural properties. This study aimed to cover fruit and cereal bars with edible films to prevent changes in their physical, chemical and sensory. For this purpose, sodium alginate (SA), carboxymethyl cellulose (KMS) and whey protein (PASP) were used as a coating material. The bars with and without a coating material were stored at two different temperatures (37 °C for 35 days and 25 °C for 70 days) to determine the effects of coating material, storage time and storage temperature on some quality characteristics of fruit and cereal bars. While, fat, protein, ash and sensory analysis were conducted only on day zero (0), color, browning index, moisture and texture analysis, ascorbic acid, total phenolic substance and antioxidant activity were determined both on day zero and during storage of the samples. The study revealed that the films produced with SA have improved the textural structure of the fruit and cereal bars and maintained such features during storage. All three coating materials prevented the total phenolic content and antioxidant activity losses. However, KMS caused some undesired alterations in color and textural properties. PASP was suggested to be the most effective coating material for the protection of ascorbic acid. As a result, SA and PASP can be preferred as edible film material for coating fruit and cereal bars.

Key Words: Carboxymethyl cellulose, cereal bar, edible film, fruit bar, sodium alginate, whey protein.

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim süresince maddi ve manevi yardımlarını eksik etmeyen, tecrübeleri ile bana ışık tutan kıymetli danışman hocam Prof. Dr. Selman TÜRKER'e,

Tezimin hazırlanması sırasında, yardımlarını, desteğini ve fikirlerini esirgemeyen ve çalışmamın her aşamasında destek olan, anlayış gösteren ve bilgilerini paylaşarak bana yol gösteren değerli eş danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi İsmail TONTUL'a

Yüksek lisans eğitimim süresince desteklerini ve paylaşımlarını sunan değerli hocam Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ'ye,

Tez çalışmalarım süresince yanımda olup tezimin her aşamasında destekte bulunan yüksek lisans öğrencisi Ali İLHAN'a, Merve MUTLUER'e, ve İrem KARAÇOBAN'a ve tez çalışmalarımda emeği geçen lisans öğrencilerine, tüm içtenliğimle sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışması Necmettin Erbakan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'nün BAP-181319013 nolu proje desteğinden yararlanılarak gerçekleştirilmiştir. Tez çalışmamı destekleyen Necmettin Erbakan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederim.

Vildan EYİZ
KONYA-2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
2.1. Meyve Barı	4
2.2. Tahıl Barı	4
2.3. Yenilebilir Film.....	5
2.3.1. Sodyum aljinat (SA)	6
2.3.2. Karboksimetil selüloz (KMS).....	7
2.3.3. Peynir altı suyu proteini (PASP).....	8
2.4. Yapılan Çalışmalar	9
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	13
3.1. Materyal	13
3.2. Yöntem.....	13
3.2.1. Deneme deseni	13
3.2.2. Meyve ve tahıl barı üretimi.....	14
3.2.3. Ürünlerin yenilebilir film ile kaplanması.....	15
3.2.4. Depolama	16
3.2.5. Analiz yöntemleri	16
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	20
4.1. Meyve Barı Analiz Sonuçları	20
4.1.1. Nem.....	20
4.1.2. L^* (parlaklık)	22
4.1.3. a^* (kırmızılık)	24
4.1.4. b^* (sarılık).....	25
4.1.5. Ton açısı.....	26
4.1.6. Doygunluk	28
4.1.7. Esmerleşme indeksi	30
4.1.8. Sertlik.....	31
4.1.9. Esneklik	34
4.1.10. Kohezif yapışkanlık	35

4.1.11. Elastikiyet	37
4.1.12. Çiğnenebilirlik	39
4.1.13. Toplam fenolik madde	41
4.1.14. Antioksidan aktivite	44
4.1.15. Askorbik asit	45
4.1.16. Kimyasal analizler ve enerji değerleri	48
4.1.17. Duyusal analiz.....	49
4.2. Tahıl Barı Analiz Sonuçları	50
4.2.1. Nem.....	50
4.2.2. L^* (parlaklık)	52
4.2.3. a^* (kırmızılık).....	53
4.2.4. b^* (sarılık).....	55
4.2.5. Ton açısı.....	57
4.2.6. Doygunluk	59
4.2.7. Esmerleşme indeksi	61
4.2.8. Sertlik.....	63
4.2.9. Esneklik	65
4.2.10. Kohezif yapışkanlık	66
4.2.11. Elastikiyet	68
4.2.12. Çiğnenebilirlik	69
4.2.13. Toplam fenolik madde	71
4.2.14. Antioksidan aktivite	74
4.2.15. Kimyasal analizler ve enerji değerleri	76
4.2.16. Duyusal analiz.....	77
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	78
KAYNAKLAR	80
ÖZGEÇMİŞ	88

SİMGELER VE KISALTMALAR

a*	: (+) kırmızı, (-) yeşil renk değeri
b*	: (+) sarı, (-) mavi renk değeri
cc	: Santimetre küp
cm	: Santimetre
cm ³	: Santimetre küp
dk	: Dakika
g	: Gram
kcal	: Kilokalori
kg	: Kilogram
L*	: (0) siyah-(100) beyaz
mg	: Miligram
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
Na	: Sodyum
Nm	: Nanometre
µg	: Mikrogram
µM	: Mikromolar
µmol	: Mikromol
KMS	: Karboksimetil selüloz
SA	: Sodyum aljinat
PASP	: Peynir altı suyu proteini

1. GİRİŞ

Meyveler, yüksek enerji, diyet lif, mineral ve vitamin içeriği nedeniyle dengeli ve sağlıklı beslenmenin önemli bileşenlerindedir. Genellikle %10 ile %25 arasında karbonhidrat, %1,0'den az protein ve az miktarda (%0,5'ten az) yağ içermektedirler. Meyvelerde bulunan önemli mineraller kalsiyum, magnezyum, sodyum, potasyum, fosfor, klor'dur (Orrego ve ark., 2014). Bunların yanında meyvelerde fazla miktarda fenolik madde bulunmaktadır. Nitekim 100 g taze meyvenin yaklaşık 200-300 mg fenolik madde içerdiği bildirilmiştir (Scalbert ve ark., 2005). Fenolik maddeler, meyvelerin renk, tat, aroma ve lezzet gibi organoleptik özelliklerine katkıda bulunurlar. Fenolik maddeler antioksidan özellikleri sayesinde lipid oksidasyonunu yavaşlatmakta veya engellemektedir. Hayvanlar ve insanlar üzerinde yapılan çalışmalar, fenoliklerin günlük yeterli miktarda alındığında kanser ve kardiyovasküler hastalıkları önlemede rol oynayabileceğini göstermiştir (Garcia-Salas ve ark., 2010).

Meyvelerin birçok ülkede devlet sağlık kurumları tarafından, kanser ve kardiyovasküler hastalıklar gibi bir dizi hastalığa karşı koruyucu olarak tüketimi desteklenmektedir (Berger ve ark., 2010). Gereğinden az miktarda meyve tüketimine bağlı olarak adı geçen hastalıklardan dolayı yılda iki milyondan fazla ölümün gerçekleştiği bildirilmektedir (Lock ve ark., 2005). Günlük 600 g'a kadar meyve tüketiminin kalp hastalığı, iskemik inme, mide, akciğer ve kolorektal kanser riskini sırasıyla %31, %20, %12 ve %2 azaltabildiği rapor edilmiştir (Lock ve ark., 2005). Meyvelerin bileşiminde bulunan mineraller, vitaminler, antioksidanlar ve diyet lifleri sayesinde serbest radikallerin proteinlere, DNA ve lipidlere zarar vermesini engelleyerek bu hastalıkların meydana gelmesini önlediği düşünülmektedir (Scalbert ve ark., 2005).

Tahıllar içerdikleri diyet lifler, proteinler, mineraller, vitaminler ve antioksidanlar nedeniyle beslenmenin önemli bir parçasını oluşturmaktadırlar. Tahıllar beta gluklan, arabinoksilan, dirençli nişasta gibi diyet lifleri içermektedir. Ayrıca antioksidan özellik gösteren fenolik maddeler ve fitoöstrojenler de içermektedirler. En yaygın tüketilen tahıllar buğday, pirinç, mısır, yulaf, arpa ve keten tohumu olarak bildirilmektedir. Tahılların kanseri ve kardiyovasküler hastalıkları engelleyici, kan basıncını, kolesterolü ve yağ emilim hızını düşürücü, kalp hastalığı riskini azaltıcı etkileri olduğu

bildirilmektedir. Tahıllar kardiyovasküler hastalık riskini azaltan pek çok bileşen içermektedirler (Chaturvedi ve ark., 2011).

Atıştırılabilir ürünler, genellikle bir porsiyon öğüne göre daha küçük olan ve öğünler arasında tüketilen gıdalardır. Bu ürünler her yerde satılan, kolayca ulaşılabilen, besinsel olarak dengeli bir kompozisyonda ve duyuşsal olarak da kabul edilebilir nitelikte olmalıdır (Miami ve ark., 2003; Oyeleke ve Odedeji, 2011). İş hayatlarındaki yoğunluğun artması ile insanlar pratik beslenmeye yönelmişler ve hareket halindeyken atıştırılabilir ürünlerle öğünleri tamamlamaya başlamışlardır.

Son zamanlarda dünya genelinde obezite, diyabet, ve kalp-damar hastalıkları gibi beslenme kaynaklı kronik hastalıklar ve bu hastalıklara bağılı sağılık harcamaları artmaktadır. Bu tür sağılık problemlerini önlemek için dengeli ve sağılıklı beslenme oldukça önemli görülmektedir. Ve bu nedenle besin değeri yüksek ve güvenli gıdalara olan tüketici talebi dünya çapında artmaktadır. Birçok ülke bu tür hastalıkların tedavisi için yapılan harcama ve iş gücü kayıplarını önlemek veya minimize etmek için çeşitli yöntemlere başvurmaktadır. Gıda araştırmacılarını ve sanayicileri, vitamin, mineral, protein ve lif içeriğı yüksek, yağ ve karbonhidrat içeriğı düşük, lezzetli gıdaların üretimi ve sunumu konusunda teşvik etmek bu tür yöntemler arasında gösterilebilir. Bunun yanında tüketicilerin yaşam tarzındaki değışim ve sağılık farkındalığının oluşması bilim insanları ve sanayicileri besin değeri yüksek yeni fonksiyonel özellikte gıda formülasyonlarının arayışına teşvik etmektedir. Bu sebeplerden dolayı kolay tüketilebilir, yenilikçi, sağılıklı ve fonksiyonel özelliklere sahip ve insanların yemek alışkanlıkları ve kültürüne uygun, özgün yeni atıştırılabilir ürünlerin geliştirilmesi fazlasıyla önem arz etmektedir.

Günümüzde sağılıklı beslenme en önemli olgulardan biri haline gelmiştir. Tüketicilerin sağılıklı ve doğal gıdaya artan talepleriyle beraber yağ ve enerji oranı yüksek cips, çikolata vb. atıştırılabilir ürünlerin yerini daha sağılıklı besinler almaya başlamıştır. Meyve ve tahıl barları hem lezzetli hem de besinsel anlamda zengin olduğu için bu tarz atıştırılabilir ürünlerin iyi bir alternatifidir. Kuru meyveler ve kuru yemişlerle yapılan meyve barları çeşitli meyveleri bir arada barındırdığından besin içeriğı bakımından meyvelere oranla daha zengindirler. Tahıl barları çeşitli tahılların atıştırılabilir ürün sektörüne alternatif bir ürün olarak sunulması, içerdiği fonksiyonel bileşenler ile kalorisi düşük sağılıklı bir ürün elde ederek tüketicilere katkı sağılaması amaçlarıyla önemlidir. Bu amaçla kavrulmuş buğday, yulaf, kuru meyveler ve sert kabuklu meyvelere çeşitli bağlayıcı maddeler (bal, elma pekmezi ve nar pekmezi) ilave edilerek tahıl barları üretilebilmektedir (da Silva ve ark., 2014).

Bu çalışmada meyve ve tahıl barları yenilebilir film ile kaplanarak ürünün fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerini korumak ve bu yolla muhafaza süresini arttırmak amaçlanmıştır. Yenilebilir filmler sınırlı gaz (oksijen, karbondioksit) geçirgenliğine sahip olduklarından kullanıldıkları gıdalarda oksijen tarafından katalizlenen çeşitli reaksiyonları önlemektedir. Ayrıca su kaybını önleyerek ürünlerin kuruyarak sertleşmesini kısıtlamakta ve gıdanın yüzeyinin daha parlak ve pürüzsüz görünmesini sağlamaktadır. Tez çalışması kapsamında farklı biyopolimerler (SA, KMS, PASP) kullanılarak hazırlanan yenilebilir filmlerin meyve ve tahıl barlarında kullanılabilirliği araştırılmış ve gerçekleştirilen analizler sonucunda meyve ve tahıl barları için uygun yenilebilir film materyallerinin tespiti hedeflenmiştir.



2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Meyve Barı

Meyveler başta vitaminler, mineraller ve antioksidan maddeler olmak üzere sağlığa yararlı bileşenler içermeleri nedeniyle diyetle önemli bir yere sahiptir. Buna rağmen meyve ve sebzelerin tüketiminin sınırlı olmasındaki sebeplerden biri her mevsim bulunmamasıdır. Ayrıca meyve barları birçok kuru meyveyi bir arada içerdiği için meyve tüketimi için pratik bir çözümdür. Meyveler konsantre halde bulunduğundan besinsel içerik bakımından da oldukça zengindir. Meyve barları çeşitli kuru meyvelerin (kayısı, incir, üzüm, elma vb.) çeşitli kuruyemişlerle (findık, fıstık, yer fıstığı, ay çekirdeği vb.) bal veya şeker şurubu içerisinde karıştırıldıktan sonra dondurulması ile üretilmektedir. Bununla birlikte meyve barı üretimi, temel formülasyonlarında ve işlemlerinde birçok değişiklik içerir. Meyve pulpu, taze veya kurutulmuş meyve, şeker (yani sakaroz, maltodekstrin ve meyve suyu konsantreleri), bağlayıcılar (pektin, gliserol, çeşitli karbonhidratlar) ve çeşitli minör bileşenler (örneğin renklendiriciler, aromalar ve asitler) meyve barının içerisine eklenebilmektedir (Munir ve ark., 2016).

Meyve barları aynı anda pek çok meyve türünü içerdiği için besinsel açıdan zengindir. Günümüzde yiyecekler yalnızca açlığı gidermek ve insanlar için gerekli besinleri sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda beslenmeyle ilgili hastalıkları önlemek ve tüketicilerin fiziksel ve zihinsel refahını iyileştirmek amaçlarıyla tüketilmektedirler. Bu bakımdan, fonksiyonel gıdalar olağanüstü bir rol oynamaktadır. Son yıllarda gıda üretimi alanındaki tüketici talepleri önemli ölçüde değişmiştir. Tüketiciler gıdaların sağlıklarına doğrudan katkıda bulunduğuna inanmaktadırlar. Meyve barları, gıda endüstrisinde uzun yıllardan beri mevcuttur. Bu meyvelerin korunmasında kullanılan koruma teknolojilerinden biridir. Esas olarak kuru meyvelerden yapılan meyve barları, besin maddelerinin, minerallerin ve lezzet bileşenlerinin çoğunu içermekte ve böylece atıştırmalık ürünler arasında sağlıklı bir seçenek olmaktadır (Orrego ve ark., 2014).

2.2. Tahıl Barı

Tahıl barları farklı tahıl ve ürünlerinin (yulaf, mısır gevreği, buğday, pirinç), kuru meyveler (kayısı, incir, hurma, üzüm ve elma) ve kuruyemişlerin (ayçekirdeği, findık, fıstık ve yer fıstığı) bal içerisinde (gerekli olması halinde bitkisel yağ, vanilya, tuz vd)

karıştırılarak fırınlanması ile üretilmektedir. Tüketiciler yüksek diyet lifi, karbonhidrat, protein ve düşük yağ içeriği nedeniyle tahıl barlarını tercih etmektedir.

Tahıl barları hem lezzetli hem de besleyici değeri bulunan bir atıştırılabilirlik olduğundan son yıllarda tüketiciler tarafından fazlasıyla tercih edilmektedir. Ayrıca dokusu sertleşmeden ve çiğnenebilirliğini kaybetmeden uzun süre depolanabilmektedir. Organoleptik özellikler bakımından oldukça iyi olan tahıl barları hem kalorisi düşük hem de iyi bir lif kaynağıdır. Tahıl barları atıştırılabilirlik veya ek gıda olarak tüketilebilen raf ömrü uzun, portatif yiyeceklerdir. Ağırlıkça yaklaşık %6 çözünür lif, %3,5 çözünmeyen lif içermektedirler. İçeriğinde bulunan lifler bağlayıcı özellikleri sayesinde barların kuvvetli bir dokuya sahip olmasını sağlamakta ve nem kaybını engellemektedir. Tahıl barlarının, yaklaşık %8-12 oranında protein, %8-10 lif ve 28 g bar başına en fazla 120 kalori içermesi ideal olarak görülmektedir. Barlar %20-60 arası tahıl içerebilmektedir. Ürüne buğday gevreği, kepekli tahıllar, arpa, mısır gevreği, yulaf, pirinç patlağı ve çeşitli pek çok tahıl katılabilmektedir. Bağlayıcı madde inülin, karamel, bal ve gliserol gibi çeşitli karbonhidratlar kullanılabilir (Coleman ve ark., 2009).

2.3. Yenilebilir Film

Yenilebilir film, gıdaları korumak ve raf ömürlerini uzatmak amacıyla bir gıdanın yüzeyi üzerinde oluşturulmuş ince tabakalı, gıdayla birlikte yenilebilen, sentetik olmayıp doğal kaynaklardan elde edilen gıda yüzeylerine veya gıda katmanları arasına uygulandığında nem, gaz ve katı hareketliliğinin kontrolünü sağlayabilen ambalaj materyallerine verilen isimdir (Baldwin, 1994; Keleş, 2002). Gıda maddelerine uygulanan bu kaplama materyalleri protein, yağ ve polisakkarit kökenlidir. Gıdaları dış etkenlerden koruma, kalite kaybını önleme, sağlıklı materyaller olarak tüketilebilme, farklı teknolojilerin uygulanmasına olanak verme, lezzet, tat ve çevresel açıdan bozunur özelliklerinden dolayı zararsız olma başlıca özellikleridir. İyi kalitede yenilebilir bir kaplama materyali üretiminde bazı hususlar göz önünde bulundurulmalıdır. Bu hususlar;

- Kullanılan hammaddeler genellikle güvenilir kabul edilmiş (GRAS) olmalıdır.
- Düşük oksijen geçirgenliğine sahip olmalı böylece üründe oksijenin katalizleyeceği çeşitli reaksiyonları önlemelidir.

- Su buharı geçirgenliği uygun düzeyde olmalı böylece ürününün nem kaybederek kurummasını ve nem absorbe ederek yumuşamasını önlemelidir.
- Ayrıca ürünün tekstürel özelliklerini geliştirmelidir.

Yenilebilir polimerler; hidrokolloidler, polipeptitler, lipitler ve sentetik ve kompozit filmler olmak üzere dört grupta incelenmektedirler.

Hidrokolloidler bitkisel, hayvansal, mikrobiyal veya sentetik kaynaklı, birçok hidroksil grubu içeren hidrofilik polimerler olarak adlandırılır. Polisakkaritler, gıda ve gıda dışı endüstrilerde stabilizatörler, kıvam arttırıcı ve jelleştirici ajanlar, kristalleşme inhibitörleri ve kapsülleyici ajanlar olarak kullanılmaktadırlar. Nişasta, aljinat, karragenan, karboksimetil selüloz, arap zımkı, kitosan, pektin ve ksantan zımkı yenilebilir film kaplamada kullanılan hidrokolloidlerdendir (Williams ve ark., 2006).

Çeşitli yöntemlerle üretilen meyve ve tahıl barları depolama süresince bazı istenmeyen değişikliklere uğramaktadırlar. Barların oksijene maruz kalması ile birlikte lipid oksidasyonu ve buna bağlı olarak tatta acılaşıma problemi oluşabilmektedir. Ayrıca barlarda tekstürel olarak da bazı değişimler meydana gelebilmektedir. Depolama süresince meydana gelen sertleşme veya yumuşama tüketiciler tarafından tercih edilmeyen bir durumdur. Barların duyuşal, fiziksel ve kimyasal özelliklerinde meydana gelen değişimlerin önlenmesi amacıyla oksijene maruziyetinin ve nem değişiminin kontrol edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla, tez çalışması kapsamında meyve ve tahıl barlarının SA, KMS ve PASP'dan üretilmiş yenilebilir filmlerle kaplanarak korunması amaçlanmıştır.

2.3.1. Sodyum aljinat (SA)

Doğal olarak oluşmuş polimerler olan polisakkaritlerden yapılan yenilebilir filmler, yapılarında bulunan oldukça sıkı hidrojen bağları nedeniyle oksijen bariyeri olarak kabul edilmektedirler. Ancak polisakkarit filmlerin dezavantajı hidrofilik yapılarından dolayı su absorpsiyonlarının yüksek olmasıdır (Yang ve Paulson, 2000).

Aljinatlar kahverengi deniz yosunlarından elde edilen ve gıda endüstrisinde jelleşme ajanı olarak kullanılan yaygın polisakkaritlerdir (Mancini ve McHugh, 2000). Bu polisakkaritler, benzersiz koloidal özellikleri (kıvam arttırıcı, stabilize edici, süspance edici, film oluşturucu, jelleştirici ve emülsifiye edici) nedeniyle potansiyel bir film bileşeni olarak düşünülmektedirler. Aljinat filmlerinin hacmini ve moleküller arası

boşluğu artırarak film esnekliğini ve işlenebilirliğini iyileştirmek amacıyla plastikleştiricilerden yararlanılmaktadır (Rhim ve ark., 2007).

2.3.2. Karboksimetil selüloz (KMS)

Selüloz, β -1,4 glikozidik bağlarla bağlı D-glikoz ünitelerinden oluşan bir polisakkarittir. Oldukça iyi film oluşturma özelliğine sahip olup filmler genellikle kokusuz ve tatsız, esnek, orta derecede dayanıklı, şeffaf, yağ ve katı yağlara karşı dirençli, suda çözünür, oksijen ve nem geçişini kontrol altında tutan bir yapıya sahiptirler (Shit ve Shah, 2014).

Selüloz türevleri, metil, hidroksipropil ya da karboksil birimleri ile ikame eden polisakkaritlerdir. Dört selüloz türevi yenilebilir film kaplamada kullanmaya uygundur. Bunlar karboksimetil selüloz (KMS), hidroksipropil metil selüloz, metil selüloz ve hidroksipropil selülozdur. Selüloz türev süspansiyonları ısıtıldıklarında jel oluşturmakta ve soğutulduklarında orijinal kıvamlarına geri dönmektedirler (termojelasyon) (Muzzarelli ve ark., 2009; Su ve ark., 2010). Hidroksipropil selüloz, hidroksipropil metil selüloz, KMS ve metil selülozun sulu çözeltilerinden oluşturulan filmler orta derecede dayanma eğiliminde, yağlara karşı dirençli, esnek, şeffaf, tatsız, renksiz, suda çözünür ve orta derecede oksijen geçirgenliğine sahiptirler. Bunların nem bariyeri özelliklerini geliştirmek için yağ asitleri gibi hidrofobik materyaller süspansiyon içerisine dahil edilerek kompozit filmler oluşturulabilmektedir (Pathare ve ark., 2013). Selüloz türevlerinden yapılan yenilebilir filmlerin meyve ve sebzelerde oksijen, yağ ve nem transferine bariyer etkilerini araştırmak için pek çok çalışma yürütülmüştür ve yürütülmeye devam etmektedir.

Mu ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada KMS'den yapılmış filmlerin özelliklerini araştırmışlardır. KMS'ye gliserin eklenerek jel formunda bir yenilebilir film oluşturulmuştur. Oluşturulan filmin mekanik özellikleri, ısıl stabilitesi, ışık bariyeri özellikleri, şişme davranışı ve su buharı geçirgenliği incelenmiştir. Sonuç olarak gliserol ilavesinin jelin çekme dayanımını ve ısıl stabilitesini arttırdığı gözlenmiştir. Işık geçirgenliği test edilerek KMS filmlerin UV ışığına karşı mükemmel bariyer özelliklerine sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Böylece UV ışınlarının neden olduğu oksidasyonları engelleme yeteneğine sahip olduğu değerlendirilmiştir.

Yapılan başka bir çalışmada taze kesilmiş meyvelerin depolanma süresini uzatmak amacıyla doğal kaynaklardan elde edilen kitosan ve KMS ile yeni bir yenilebilir

film formülasyonu geliştirilmiştir. 10 günlük depolama süresince filmin performansını gözlemek için hem kaplanmış hem de kaplanmamış meyvelerde % ağırlık kaybı hesaplanmış, ayrıca gaz kromatografisi ile elmaların karakteristik kokusunu veren uçucu bileşenler analiz edilmiştir. Sonuç olarak film ile kaplanmış elmaların tazeliğini koruduğu, kaplanmamış ürünlere göre uçucu bileşenlerin çok daha fazla miktarda bulunduğu ortaya koyulmuştur. Sonuç olarak kitosan ve KMS ile kaplamanın ürün fizyolojik özelliklerinde büyük bir iyileşme sağladığı sonucuna varılmıştır (Risoluti ve ark., 2018).

Ghanbarzadeh ve Almasi (2011) çalışmalarında KMS'ye plastikleştirici olarak farklı miktarlarda gliserol ve oleik asit ekleyerek yenilebilir film materyalleri elde etmişlerdir. Filmlerin mekanik özellikleri, su buharı geçirgenliği, nem çekmesi, optik ve termal özellikleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda gliserol eklenerek üretilen filmlerin bariyer özelliklerinin oleik asite kıyasla önemli derecede iyileştiği gözlemlenmiştir. Oleik asit eklenme oranının artmasıyla filmin bulanıklaştığı belirtilmiştir.

2.3.3. Peynir altı suyu proteini (PASP)

Dünya çapında yapılan ambalaj çalışmaları mısır zeini, buğday gluteni, soya ve yer fıstığı proteini, pamuk tohumu, albümin, jelatin, kollajen, kazein ve peynir altı suyu proteinleri gibi bitkisel ve hayvansal protein kaynaklarından yapılan filmler de dahil olmak üzere biyobozunur filmler üzerine yoğunlaşmıştır (Tharanathan, 2003). Peynir altı suyu protein fraksiyonları (α -laktalbümin ve β -laktoglobulin) ve peynir altı suyu protein izolatu film oluşturmaya elverişli özellikleri, endüstriyel atık olmaları ve fonksiyonel özellikleri nedeniyle film materyali olarak tercih edilmektedir. Ayrıca PASP'dan oluşturulan filmler şeffaf, esnek, renksiz ve kokusuz olmaları nedeniyle öne çıkmaktadır (Gounga ve ark., 2007). Süt proteini bazlı yenilebilir filmler, çok iyi mekanik güce sahip olmasının yanında mükemmel oksijen, lipid ve aroma bariyerleridir. Bununla birlikte, hidrofilik yapıları nedeniyle, zayıf nem engelleyici özelliklere sahiptirler. Bu özellik, lipidler gibi hidrofobik malzemelerin eklenmesiyle geliştirilebilmektedir (Seydim ve Sarikus, 2006).

Protein bazlı filmler üretilirken genellikle, esnek bir yapı oluşturmak için içerisine az miktarda plastikleştirici eklenmektedir. Film plastikleştiricileri, birleşik polimer zincirleri arasındaki moleküller arası yapıyı zayıflatarak çalışmaktadır. Böylece, filmin esnekliğini, uzama kabiliyetini, mekanik direncini ve bariyer özelliğini geliştirmektedir.

Plastikleştirici olarak polioller, mono-, di- ve oligosakkaritler ve gliserol kullanılmaktadır (Gounga ve ark., 2007).

2.4. Yapılan Çalışmalar

Besinsel içeriğinin zengin olması ve duyuşal olarak tüketici beklentilerini karşılaması açısından önem arz eden meyve ve tahıl barlarıyla ilgili çalışmaların sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Yapılan bu çalışmalardan bazıları aşağıda özetlenmiştir;

Yapılan bir çalışmada tahıl barlarının duyuşal özellikleri incelenmiştir. Çiğnemesi kolay, cevizli ve çikolatalı tahıl barlarının tüketiciler tarafından en çok beğenilen ürünler olduğunu ortaya koyulmuştur (Bower ve Whitten, 2000).

Diğer bir çalışmada yeni bir proses geliştirilerek guava ve mango barı üretilmiş ve bu barların depolama stabiliteleri takip edilerek en uygun ambalajlama yöntemini belirlenmiştir. Guava ve mango barının sırasıyla %11-15 ve %10-15 nem aralığında güvenli bir Çizelge de depolanabilecekleri sonucuna varılmıştır. Meyve barlarının 20 g'lık paketlerde perçinlenmiş çift eksenli yönlendirilmiş polipropilen ve polyester-poliyeten laminat materyal ile ambalajlanmalarının uygun olacağı rapor edilmiştir (Vijayanand ve ark., 2000).

Yapılan başka bir çalışmada ağırlıkça 75:25 oranında olgun papaya ve domates posası karışımından meyve barı hazırlanmıştır. Meyve barlarına farklı oranlarda pektin, nişasta ve etil selüloz eklenerek 7 farklı formülasyonda meyve barı üretilmiş ve ürünlerin fizikokimyasal, duyuşal ve tekstürel özelliklerini incelenmiştir. Eklenen pektin, nişasta ve etil selüloz miktarları arttıkça ürünün tekstüründe sertleşme meydana geldiği belirlenmiştir. Aroma, tat ve renk bakımından her bir örneğin kabul edilebilir düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Düşük yoğunluklu poliyeten ambalajlarda paketlenmiş örnekler dört ay boyunca 35-45 °C'de depolanmıştır. Dört aylık depolama süresince asitlik ve C vitamini gibi fizikokimyasal özelliklerde önemli değişiklikler meydana gelirken, esmerleşme indeksi, tat ve aromada kayda değer değişiklik gözlenmemiştir (Ahmad ve ark., 2005).

Dutcosky ve ark. (2006) çalışmalarında prebiyotik özelliklere sahip bir tahıl barı geliştirmişlerdir. Hammaddelere ağırlıkça %13,5 oranında inülin, oligofruktoz, akasya zankı ve arap zankı eklenmiştir. Tahıllar nicel tanımlayıcı analize tabi tutularak en uygun formülasyon belirlenmiştir. Oligofruktoz parlaklık ve gevrekliği arttırırken, akasya zankı tahıl barlarının kuru görünüşleri, sertlik ve çiğneme üzerindeki etkilerinden

sorumlu bulunmuştur. Optimize edilmiş formülasyonlar (%50 inülin + %50 oligofruktoz ve %8,46 inülin + %66,16 arap zamkı + %25,38 akasya zamkı) ile üretilen barların prebiyotiklerin tek başına kullanıldığı barlardan daha iyi tekstürel özelliklere sahip olduğu belirtilmiştir. Seçilen kombinasyonlar lif miktarında %200 artış sağlarken kaloriyi %18-20 oranında düşürdüğü tespit edilmiştir.

Sun-Waterhouse ve ark. (2009) yüksek diyet lifli ve polifenol içerikli atıştırmalık bar üretmeyi amaçlamışlardır. Hem diyet lifli hem polifenollü ve hem de her ikisini de bulandırmayan kontrol barlar üreterek karşılaştırmalı olarak analizler yürütmüşlerdir. Barların toplam polifenol, fenolik madde içeriği, protein, yağ, üronik asit, nem içeriği, su aktivitesi ve renk değerleri analiz edilmiştir. Sonuçlara göre elma lifi eklenmiş barlar en yüksek miktarda toplam lif (%5,3) içeriğine sahip bulunmuştur. Ayrıca pişirme işleminin lif ve polifenol içeriği üzerinde kayda değer bir etkiye sahip olmadığı belirlenmiştir. Polifenol veya diyet lif ile zenginleştirilmiş barların kontrol barlara oranla daha fazla fenolik madde içerdiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak elma lifi veya polifenol eklenmiş barların iyi birer fonksiyonel ürün olduğunu rapor etmişlerdir.

Yapılan bir çalışmada geleneksel bir yiyecek olan tahıl barı ile geleneksel olmayan bademin açlık, yeme sıklığı, diyet alımı ve vücut ağırlığına etkisini araştırmışlardır. Kırk beş sağlıklı erkek (25-50 yaş, vücut kitle indeksi = 25–35 kg/m²) diyetlerinde kontrol, tahıl barı ve badem içeren 3 farklı gruba ayrılmış ve 12 hafta boyunca izlenmiştir. Sonuç olarak badem tüketilen grubun kontrol ve tahıl barı tüketen gruba göre daha sık acıktığı gözlemlenmiştir. Ancak bunun sonucunda badem tüketen grupta daha fazla enerji alımı, yağ oranı ve vücut ağırlığına sebep olmadığı belirlenmiştir. Çalışma sonucunda tahıl barlarına kıyasla bademle yapılan atıştırma işleminin yeme sıklığını arttırdığını, ancak daha fazla enerji alımına neden olmadığını bildirilmiştir (Zaveri ve Drummond, 2009).

Chaturvedi ve ark. (2011) yabancı kayısı meyve barının üretimini standardize etmek amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Yabancı kayısılar en uygun olgunlukta toplandıktan sonra ön işlemlerden geçirilerek palper yardımıyla pulp haline getirilmiştir. Meyve barı üretimi için pulpa şeker ve pektin farklı oranlarda eklenerek karışım kurutulmuştur. Kurutulmuş meyve barları paslanmaz çelik bıçak ile dikdörtgen şeklinde (2.5 × 4.0 cm²) kesilerek ambalajlanmıştır. Ürünler 6 ay boyunca lamine alüminyum ve polietilen torbalarda depolanarak kalite değişimleri periyodik olarak analiz edilmiştir. Duyusal değerlendirme sonucunda en uygun meyve barının, yabancı kayısı pulpuna %60 şeker, %0,30 pektin eklenerek karışımın 6 saat boyunca 55±2 °C’de kurutulmasıyla elde

edilebileceği belirlenmiştir. 6 aylık depolama sırasında üründe yaklaşık %3 nem artışı gözlenirken, toplam şeker ve C vitamini miktarında sırasıyla %6,00 ve %9,35 kaybı gerçekleşmiştir. Kimyasal ve duyu kalite özelliklerinde meydana gelen değişiklikler lamine alüminyum ile paketlenmiş meyve barlarında polietilen torbalara kıyasla daha düşük düzeyde gerçekleşmiştir. Ayrıca vakum ambalajlama atmosferik ambalajlamaya kıyasla kayıpları minimize etmiştir. Sonuç olarak ürünlerin 6 aylık depolama süreci boyunca stabil olduğu bildirilmiştir.

Torres ve ark. (2011) çalışmalarında tahıl barına çeşitli egzotik meyveleri farklı oranlarda ilave etmişlerdir. Egzotik meyve olarak jenipapo ve jackfruit kullanılmıştır. %5 jenipapo ve %15 jackfruit katılarak üretilen tahıl barlarının en iyi duyu özelliklere sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Jenipapo ve jackfruit tohumlu tahıl barlarının sertlik değerleri sırasıyla $1794,93 \pm 572,12$ g ve $1137,47 \pm 275,19$ g; gevreklik değerleri ise sırasıyla $456,58 \pm 193,50$ g/s ve $258,99 \pm 75,60$ g/s olarak belirlenmiştir. Bu değerler, egzotik meyvesiz üretilen tahıl barlarının sertlik ve gevreklik değerlerine (sırasıyla $1101,80 \pm 331,12$ g ve $294,72 \pm 76,57$ g/s) benzer bulunmuştur. %5 jenipapo ve %15 jackfruit içeren tahıl barları için lif içeriği kontrol barlara göre 19,2 ve 25,5 kat yüksek bulunmuştur. Ayrıca egzotik meyve ilavesiyle enerji değerinde ticari tahıl barlara kıyasla %14 azalma meydana gelmiştir. Çalışma egzotik meyvelerin tahıl barlarına ilavesiyle hem fonksiyonel hem kalorileri azaltılmış yeni barların üretilebileceğini göstermişlerdir.

Yapılan diğer bir çalışmada üretilen tahıl barları protein ile zenginleştirilmiştir. Proteince yüksek tahıl barlarında depolama süresince mineral içeriğinin yanı sıra peroksit değerindeki değişiklikler, serbest yağ asit değeri, tiyobarbitürik asit değeri, esmerleşme, yağ asidi profili, vitaminler, su aktivitesinin lipid peroksidasyonu üzerine etkisi ve mikrobiyolojik değişimler incelenmiştir (Padmashree ve ark., 2012).

Diğer bir çalışmada iki farklı popüler hurma çeşidi kullanarak yeni meyve barları geliştirilmiştir. Meyve barının üretiminde standart yöntemler uygulanmış ancak hurma şeker bakımından zengin olduğu için herhangi bir şeker ilavesi yapılmamıştır. Hurmalı meyve barlarının genel özelliklerini değerlendirmek için çeşitli analizler (toplam fenolik madde içeriği, antioksidan aktivite, renk, tekstür ve duyu) yapılmıştır. Sonuçlar, meyve barlarının protein, yağ ve karbonhidrat bakımından zengin olduğunu ve enerji değerlerinin iyi olduğunu göstermiştir. Ancak ham hurma ile karşılaştırıldığında meyve barlarında toplam fenolik madde içeriğinde ve antioksidan aktivitede azalma gözlenmiştir. Tekstür analizi sonucunda ürünün kırılabilirlik değerinin yüksek olduğu dolayısıyla ürünün çiğnenmesi ve ısırılmasının kolay olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle

ürünün özellikle yaşlı ve çocuklar için uygun olduğu değerlendirilmiştir. Duyusal analiz sonuçlarına göre hurma ilave edilen barların oldukça beğenildiği gözlemlenmiştir. Sonuç olarak bu çalışmayla hurmalı meyve barlarının sağlık konusunda bilinçli tüketicilerin beklentisini karşılayabileceği rapor edilmiştir (Parn ve ark., 2015).

Vagadia ve ark. (2016) papaya ve muz pulplarını 7 farklı oranda karıştırarak meyve barları üretmişlerdir. Meyve barları polietilen ambalajlarda oda sıcaklığında 6 ay boyunca depolanmıştır. Asitlik, toplam şeker miktarı ve askorbik asit miktarı gibi fizikokimyasal özellikler ve renk, tat, tekstür ve genel beğeni gibi duyusal özelliklerde meydana gelen değişimler izlenmiştir. 6 aylık depolama süresince toplam şeker ve askorbik asit miktarı azalırken, asitlik ise artış göstermiştir. Duyusal bakımdan en uygun meyve barı 1:1 oranında karıştırılarak üretilen ürün olduğu ortaya koyulmuştur.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Meyve barı üretiminde materyal olarak kuru yemişler, kuru meyveler ve bal kullanılmıştır, tahıl barı üretiminde ise materyal olarak yulaf, kuru meyve (üzüm), gliserol, tereyağı ve bal kullanılmıştır. Yenilebilir film materyali olarak PASP, SA ve KMS kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan hammaddeler ve bu hammaddelerin temin edildiği ticari firmalar Çizelge 3.1.'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Kullanılan hammaddelerin temin edildiği ticari firmalar

Kullanılan hammadde	Satın alınan firma
Üzüm	Temel 1993
İncir	İnan Ege Figs
Kayısı	Soytürk Tarım
Badem, fındık, yer fıstığı	Sevda Kuruyemiş
Yulaf	Sağlık Tarım Ürünleri
Bal	Billur Süzme Çiçek Balı
Tereyağı	Çağlak Süt Ürünleri
Gliserol	Tastearom Bitkisel Gliserin
PASP	Hard Line Nutrition
SA, KMS	Alfasol

3.2. Yöntem

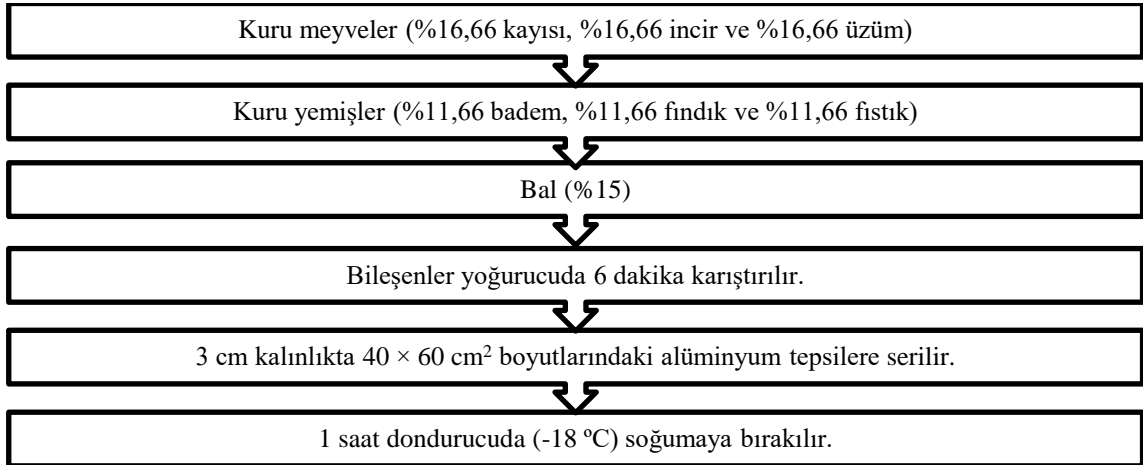
3.2.1. Deneme deseni

Tez çalışması kapsamında 3 tepsi (15 kg) meyve barı (%50 kuru meyve, %35 kuru yemiş ve %15 bal), 3 tepsi (15 kg) tahıl barı (%50 tahıl, %28 kuru meyve, %20 bal, %0.5 gliserol ve %1,5 tereyağı) üretilmiştir. Tekerrür için aynı üretim tekrar gerçekleştirilmiştir. Üretilen meyve ve tahıl barları dilimlenerek (3,0 × 6,0 cm²) 4 ayrı parçaya bölünmüştür. Her parça için 112 bar dilimi elde edilmiştir. Bir parçası herhangi bir yenilebilir film ile kaplanmazken (kontrol), bir parçası SA ile, bir parçası KMS ile kalan son parçası ise PASP ile kaplandıktan sonra depolamaya tabi tutulmuştur. Kontrol grubu ve film materyalleri ile kaplanan barlar 25 °C'de 15 günde bir örnekleme yapılarak 70 gün, 37 °C'deki inkübatörde (Nüve TK120, Ankara, Türkiye) ise haftada bir örnekleme yapılarak 35 gün depolanmışlardır.

Faktöriyel desen olarak meyve barları için; 2(tekerrür)x4(3 yenilebilir film, 1 kontrol)x6(depolama) deseni kullanılmıştır. Tahıl barları için 2(tekerrür)x4(3 yenilebilir film, 1 kontrol)x6(depolama) deseni kullanılmıştır. Denemeler 25 ve 37 °C için ayrı ayrı yürütülmüştür.

3.2.2. Meyve ve tahıl barı üretimi

Meyve barı üretimi; Meyve barlarının üretimi için öncelikle farklı kuru meyveler (üzüm, incir, kayısı), kuruyemişler (fındık, yer fıstığı ve badem) ve bal kullanılarak ön denemeler gerçekleştirilmiştir. Ön denemeler sonucunda duyuşal ve tekstürel olarak kabul edilebilir oranların %50 kuru meyve (%16,66 kayısı, %16,66 incir ve %16,66 üzüm) %35 kuru yemiş (%11,66 badem, %11,66 fındık ve %11,66 fıstık) %15 bal olduğu belirlenmiştir. Bar üretimi tüm hammaddelerin boyutunun küçültülmesinden (üzümler küçültülmeden, kayısı ve incirler dört parçaya ayrılarak) sonra bağlayıcı solüsyon ile homojen bir karışım elde edilene kadar yoğurucu (Hobart N50 5-Quart, Ontario, Kanada) ile karıştırılarak 3 cm kalınlığında 40 × 60 cm² boyutlarındaki alüminyum tepsilere serilip -18 °C’de dondurulması ile gerçekleştirilmiştir. Meyve barı üretim aşamaları Şekil 3.1’de gösterilmektedir.



Şekil 3.1. Meyve barı üretim şeması

Tahıl barı üretimi: Tahıl barlarının üretimi için öncelikle tahıl olarak yulaf, kuru meyve olarak üzüm ve bal kullanılarak ön denemeler gerçekleştirilmiştir. Ön denemeler sonucunda duyuşal ve tekstürel olarak kabul edilebilir oranların %50 tahıl (fırınlanmış yulaf) %28 kuru meyve (üzüm), %0,5 gliserol, %1,5 tereyağı ve %20 bal olduğu

belirlenmiştir. Bar üretimi tüm hammaddelerin boyutunun küçültülmesinden sonra bağlayıcı solüsyon ile homojen bir karışım elde edilene kadar karıştırılarak yaklaşık 3 cm kalınlığında serilip 150 °C sıcaklıkta 15 dakika fırınlanması ile gerçekleştirilmiştir. Tahıl barı üretim aşamaları Şekil 3.2’de gösterilmektedir.



Şekil 3.2. Tahıl barı üretim şeması



Şekil 3.3. Üretilen meyve ve tahıl barları

3.2.3. Ürünlerin yenilebilir film ile kaplanması

Biyopolimerlere kendi ağırlığı kadar gliserol ilave edilerek su içerisinde çözündürülüp ultraturax yardımıyla homojenize edilmiştir. Ultrasonik banyoda çözülmüş gazları uzaklaştırılan çözeltiye, paslanmaz çelik bıçak ile dikdörtgen şeklinde (3,0 × 6,0 cm²) dilimlenen meyve ve tahıl barları daldırılarak meyve barları 5 dakika bekletilirken tahıl barları daldırılıp çıkarılmıştır ve daha sonra ürünler yağlı kağıtlar

üzerine alınarak düşük bağıl nemde bir gün oda sıcaklığında açık havada kurumaya bırakılmışlardır. Süre sonunda barlar ters çevrilerek arka tarafları da bir gün süreyle kurutulmuştur. Ardından barlar polietilen torbalarda gerekli depolama şartlarında muhafaza edilmiştir.

3.2.4. Depolama

Yenilebilir film ile kaplanmış meyve ve tahıl barları ile kaplanmamış kontrol barları paslanmaz çelik bıçak ile dikdörtgen şeklinde ($3,0 \times 6,0 \text{ cm}^2$) kesilerek ambalajlanmıştır. Ürünler polietilen torbalarda ambalajlanarak depolanmışlardır. Depolama $25 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de 15 günde bir örnekleme yapılarak 70 gün, $37 \text{ }^\circ\text{C}$ 'deki inkübatörde ise haftada bir örnekleme yapılarak 35 gün boyunca gerçekleştirilmiştir.

3.2.5. Analiz yöntemleri

Nem analizi: Meyve ve tahıl barlarının nem miktarı belirli ağırlıktaki ürünlerin $70 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de sabit tartıma kadar kurutulması ile belirlenmiştir (Tontul ve Topuz, 2013).

Ham yağ miktarı analizi: Örneklerin ham yağ içerikleri Soxhlet sistemi kullanılarak AACC 30-25'e göre yapılmıştır. Ürünlerde bulunan yağ miktarı, örneklerin hekzan ile ekstrakte edilerek, hekzanın uzaklaştırılması, kalan kısmın sabit tartıma gelinceye kadar kurutularak ardından tartılması ile belirlenmiş ve sonuç % olarak bildirilmiştir (AACC, 2000).

Kül analizi: AACC 08-01 metoduna göre yapılmıştır. Örnekler, $550 \text{ }^\circ\text{C}$ 'deki kül fırınında sabit tartıma gelinceye kadar yakılmıştır (AACC, 2000).

Renk analizi: Örneklerin renk değerleri renk ölçer ile ölçülerek, L^* , a^* ve b^* değerleri cinsinden kaydedilmiştir. L^* değeri [(0)siyah - (100)beyaz], a^* değeri [(+)kırmızı - (-)yeşil] ve b^* değeri [(+)sarı - (-)mavi], ton açısı değeri $\arctan(b^*/a^*)$ formülü ile, doygunluk değeri ise $(a^{*2}+b^{*2})^{1/2}$ formülü ile hesaplanmıştır. Bulunan bu değerlerden ton açısı ve doygunluk değerleri aşağıdaki formüllerle hesaplanmıştır (Francis, 1998).

Tekstür analizi: Tekstür analizi Necmettin Erbakan Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde mevcut TA-XT2. Plus (Stable Microsystems, Surrey, Birleşik Krallık) cihaz kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla silindirik prob (P/36R) kullanılarak sertlik, kohezif yapışkanlık, elastikiyet, çignenebilirlik ve esneklik değerleri ölçülmüştür. Analiz koşulları test öncesi hız 1 mm/s, test hızı 3 mm/s, test sonrası hız 10 mm/s, mesafe 5 mm, tetikleyici kuvvet 0,5 N şeklinde uygulanmıştır. Tekstür probunun ürünü ilk sıkıştırma anında elde edilen belirgin ilk pik kırılgenlik değerini verir. Ürünün ikinci deformasyona ne kadar iyi dayanabildiğinin bir ölçüsü olan kohezif yapışkanlık değeri, ikinci sıkıştırma alanının birinci sıkıştırma alanına oranlanmasıyla hesaplanır. Elastikiyet ise ürünün ilk sıkıştırma esnasında deforme olduktan sonra geri dönüşümün ne kadar iyi olduğuyla ilgili bir değerdir ve ikinci sıkıştırma alanının uzunluğunun birincinin uzunluğuna oranı olarak ifade edilir (AACC, 2000).

Esmerleşme indeksi: Meyve ve tahıl barlarının esmerleşme indeksi Şahin ve ark. (2009) tarafından uygulanan yöntemle spektrofotometrik olarak belirlenmiştir. Esmerleşme indeksini belirlemek amacıyla öncelikle 1 g örnek tartılarak üzerine 50 ml saf su ilave edilmiştir. 1 saat boyunca bekletilen örnekler 10 dakika 10.000 RCF'de santrifüj edilmiştir. Santrifüjden alınan örneklere 0,5 mL %40'lık asetik asit eklenerek Spektrofotometrede 420 nm'de absorbands değerleri okunmuştur.

Antioksidan aktivite: DPPH radikalini indirgeme etkisi Tontul ve Topuz (2017) tarafından bildirilen yöntemle belirlenmiştir. Analiz için 2 g örnek tartılarak üstüne 20 mL %80'lik etil alkol eklenmiştir. Örnekler 2 saat boyunca 40 °C su banyosunda çalkalanmıştır. Su banyosundan alınan örnekler filtre kağıdı yardımıyla süzölmüştür. Ekstraksiyon çözeltisi ile meyve barları 2, tahıl barları 5 kat seyreltilmiştir. Seyreltilen örneklerden 0,05 mL alınarak üzerine 0,95 mL DPPH ilave edilerek vortekslenmiştir. 30 dakika karanlıkta bekletilen örneklerin Spektrofotometre 517 nm'de absorbands değerleri okunmuştur. Hazırlanan kurveye göre antioksidan aktivite miktarları belirlenmiştir .

Toplam fenolik madde miktarı: Fenolik madde ekstraksiyonu Tontul ve Topuz (2017)'ye göre gerçekleştirilmiştir ve toplam fenolik madde miktarı spektrofotometrik yöntemle belirlenmiştir. Analiz için 2 g örnek tartılarak üstüne 20 mL %80'lik etil alkol eklenmiştir. Örnekler 2 saat boyunca 40 °C su banyosunda çalkalanmıştır. Su banyosundan alınan örnekler filtre kağıdı yardımıyla süzölmüştür. Ekstraksiyon çözeltisi

ile meyve barları 2, tahıl barları 5 kat seyreltilmiştir. Seyreltilen örneklerden 0.5 mL alınarak üzerine 2 mL Folin, 2,5 mL Sodyum Karbonat ilave edilerek vortekslenmiştir. Daha sonra numune yerine %80'lik etil alkol çözeltisi koyularak aynı işlemlerin tekrarlanması ile şahit tüpü hazırlanmıştır. Örnekler 5 dakika 50 °C su banyosunda bekletilmiştir ve soğuması beklenmiştir. Örneklerin Spektrofotometre 570 nm'de absorpsiyon değeri okunmuştur. Hazırlanan kurveye göre toplam fenolik madde miktarları belirlenmiştir.

Askorbik asit miktarı: Örneklerdeki L-askorbik asit miktarı spektrofotometrik yöntemle belirlenmiştir. Askorbik asit miktarları, %6'lık metafosforik asit çözeltisi ile ekstrakte edilen örneklerin ksilen yardımıyla ve 2,6-diklorofenolindofenol indikatör çözeltisi kullanılarak spektrofotometrik analiz yöntemi ile 500 nm'de absorpsiyonun ölçülmesi ile hesaplanmıştır. Boya çözeltisinin askorbik asit ile indirgenmesi amacıyla, bir santrifüj tüpüne sırası ile 2,5 mL örnek filtrat, 2,5 mL asetat tampon (pH 4.0) ve 0.5 mL 2,6-diklorofenolindofenol eklenecek ve hafifçe sallanarak karıştırılmıştır. Bu aşamadan sonra tüpün içerisine 5 mL ksilen eklenip ağzı kapatılmış ve kuvvetli bir Çizelge de çalkalanmıştır. Hazırlanan tüpler 6.000 g, 25 °C'de 2 dakika süreyle santrifüj edilmiştir. Daha sonra numune yerine %6'lık metafosforik asit çözeltisi kullanılarak aynı işlemlerin tekrarlanması ile şahit tüpü hazırlanmıştır. Tüpler santrifüj edildikten sonra üst katmanları (ksilen katmanı) alınarak ksilene karşı 500 nm'de okuma yapılmıştır, askorbik asit miktarı aşağıda verilen denkleme göre belirlenmiştir (Tontul ve Topuz, 2017).

$$\text{Askorbik asit, mg/kg} = [(A_s - A_n) / \alpha] \cdot S_f$$

A_s: Şahit numunede saptanan absorpsiyon değeri,

A_n: Örnekte saptanan absorpsiyon değeri,

S_f: Seyreltme faktörü,

α: Askorbik asit standart eğrisinin eğimi

Duyusal analiz: Meyve ve tahıl barlarının duyu özelliklerinin belirlenmesi amacıyla görünüş, tekstürel özellikler, çiğnenebilirlik, tat ve genel beğeni değerlendirilmiştir. Hedonik skala yöntemi ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde görevli 20 yarı-eğitilmiş panelist ile analiz gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.2. Duyusal analiz değerlendirme formu

Duyusal Analiz Değerlendirme Formu								
AÇIKLAMA: Aşağıda verilen kalite kriterleri açısından verilen örneklerin her birini bağımsız olarak 7 puan üzerinden değerlendiriniz.								
Kalite Kriterleri	Örnek Kodları							
	123	132	256	396	589	457	218	365
Görünüş								
Tekstür								
Çiğnenebilirlik								
Tat								
Genel Beğeni								
Puanlama: 1: Çok kötü 4: Kabul edilebilir 7:Oldukça iyi								

İstatistiksel analizler: Üretimler iki tekerrürlü, analizler paralelli olarak gerçekleştirilmiştir. Farklı yöntemlerinden elde edilen veriler varyans analizine tabi tutularak, farklılıklar Duncan Çoklu Karşılaştırma testi ile belirlenmiştir. İstatistiksel analizler SAS programı ile yapılmıştır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Meyve Barı Analiz Sonuçları

4.1.1. Nem

25 ve 37 °C’de depolanan meyve barlarına ait nem değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. 25 °C’de depolanan barların nem değerlerinin %12,86-18,87, 37 °C’de depolanan barların nem değerlerinin ise %9,77-18,57 arasında değiştiği görülmektedir. Varyans analizi sonuçlarına göre her iki depolama sıcaklığında da meyve barlarının nem değeri üzerinde kaplama faktörünün $p<0.01$ düzeyinde, depolama süresi faktörünün ise 25 °C’de $p<0,05$, 37 °C’de $p<0.01$ düzeyinde önemli etkisi olduğu sonucuna varılmıştır (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.1. Meyve barı örneklerine ait nem (%) değerleri¹

Depolama sıcaklığı (°C)	Depolama süresi (gün)	Kontrol	SA ²	KMS ³	PASP ⁴
25	0	12,86±0,10	16,56±0,98	15,91±1,50	13,63±0,12
	14	13,23±0,31	17,10±0,74	17,35±2,54	13,78±0,20
	28	13,43±0,75	14,98±0,02	14,19±0,18	13,30±0,23
	42	13,39±0,68	18,87±1,01	15,99±0,21	15,74±0,84
	56	13,00±0,66	17,23±0,39	15,80±1,08	14,00±0,25
	70	13,14±0,65	18,11±1,29	18,69±0,24	13,97±0,13
37	0	12,86±0,10	16,56±0,98	15,91±1,50	13,63±0,12
	7	13,26±0,86	18,57±0,26	15,72±1,57	13,37±0,73
	14	12,66±0,67	15,90±0,59	13,23±0,43	14,07±0,19
	21	13,35±0,62	16,14±0,91	14,04±0,36	13,09±1,07
	28	12,76±0,21	16,18±0,71	15,26±0,20	12,82±0,20
	35	9,77±1,20	14,73±0,40	13,57±2,20	11,97±0,20

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalaması±standart hata şeklinde sunulmuştur. ²SA: Sodyum aljinat. ³KMS: Karboksümetil selüloz. ⁴PASP: Peynir altı suyu proteini.

Çizelge 4.2. Meyve barı örneklerinin nem değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	25 °C		37 °C	
		KO	F	KO	F
Kaplama (K)	3	41,58	29,06**	35,73	24,30**
Depolama süresi (D)	5	4,82	3,37*	6,80	4,63**
K × D	15	1,68	1,17öd	1,21	0,83öd
Hata	24	1,43		1,47	

** $p<0,01$ ve * $p<0,05$ düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Farklı yenilebilir filmlerle kaplanmış, 25 ve 37 °C’de depolanmış meyve barlarının nem değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.3’de verilmektedir.

Çizelge 4.3. Meyve barı örneklerinin nem (%) değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Varyasyon kaynakları		n	25 °C	37 °C
Kaplama	Kontrol	12	13,18±0,18b	12,44±0,43c
	SA	12	17,14±0,45a	16,34±0,40a
	KMS	12	16,32±0,57a	14,62±0,50b
	PASP	12	14,07±0,26b	13,16±0,26c
Depolama süresi	Başlangıç	8	14,74±0,67ab	14,74±0,67a
	1. Depolama süresi	8	15,37±0,87a	15,23±0,90a
	2. Depolama süresi	8	13,97±0,30b	13,96±0,50a
	3. Depolama süresi	8	16,00±0,79a	14,15±0,54a
	4. Depolama süresi	8	15,01±0,67ab	14,25±0,59a
	5. Depolama süresi	8	15,98±0,97a	12,51±0,85b

¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,05). Depolama periyodunda başlangıç, 1, 2, 3, 4, 5. depolama süreleri 25 °C için sırasıyla 0, 14, 28, 42, 56 ve 70. günleri, 37 °C için ise sırasıyla 0, 7, 14, 21, 28 ve 35. günleri göstermektedir.

25 °C’de PASP ile kaplanmış olan meyve barlarının nem içeriği kontrol ile benzerlik gösterirken KMS ve SA ile kaplanmış olan barların nem değerleri daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bu durumun film ile kaplama sırasında barlara difüze olan nemden kaynaklandığı düşünülmektedir. Oda sıcaklığında depolanmış meyve barlarının depolama süresince nem miktarında dalgalanmalar görülmüştür. Meyve ve tahıl barlarının depolanması süresince nem değerlerinde değişiklik istenmemektedir. Nem oranındaki düşüş tekstürel anlamda istenmeyen sert ve katı bir yapının oluşmasına neden olabilmektedir. Nem değerindeki artış ise ürünü bozulmaya elverişli bir hale getirmektedir (Sharma ve ark., 2006).

37 °C’de depolanan barların nem değerlerinin genel anlamda oda sıcaklığında depolanan barlardan daha düşük olduğu görülmektedir. Sıcaklık arttıkça üründen buharlaşan su miktarıda artmaktadır (Heybeli ve Ertekin, 2007). 37 °C’de depolanmış ve PASP ile kaplanmış olan meyve barlarının nem içeriği kontrol ile benzerlik gösterirken KMS ve SA ile kaplanmış olan barların nem değerleri daha yüksek bulunmuştur. Yapılan bir çalışmada KMS içeriğinin artmasıyla yenilebilir filmin nem bariyeri özelliğinin azaldığı ortaya koyulmuştur (Su ve ark., 2010). Depolama süresince en yüksek nem içeriğine sahip olan barların SA ile kaplanmış olan barlar olduğu görülmektedir. Bu durumun kaplama esnasında meyve barlarının SA çözeltisine daldırılması sırasında ürüne difüze olan nemden kaynaklandığı değerlendirilmiştir. Yapılan bir çalışmada SA’nın hidrofilik özelliği nedeniyle film çözeltisinde SA miktarı arttıkça su çekme kabiliyetinde arttığı ortaya koyulmuştur (Galus ve Lenart, 2013). Depolama boyunca

en düşük nem değerlerine kontrol grubu örneklerin sahip olması film ile kaplamanın üründen nem kaybını engellediğini göstermektedir. Tez çalışmasının amacı barlarda meydana gelen bu nem kaybına bağlı olarak fizikokimyasal değişimlerin önlenmesi amacıyla yenilebilir filmle kaplanmasıdır. Çalışma sonuçları yenilebilir filmler ile kaplamanın meyve barlarının nem kaybını önlediğini göstermiştir. Bu durumun film materyallerinin nem bariyeri özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Müller ve ark., 2009).

4.1.2. L^* (parlaklık)

25 ve 37 °C’ de depolanan farklı yenilebilir film materyalleri ile kaplanmış ve kontrol grubu meyve barlarına ait L^* değerleri Çizelge 4.4’de verilmiştir. 25 °C’de depolanan barların L^* değerlerinin 43,20-50,33, 37 °C’de depolanan barların L^* değerlerinin ise 42,72-50,33 arasında değiştiği görülmektedir. Varyans analizi sonuçlarına göre meyve barlarının L^* değeri üzerinde 25 °C’de yalnızca kaplama ($p<0.05$), 37 °C’de ise kaplama ($p<0.05$) ve depolama süresinin ($p<0.01$) istatistiki olarak önemli olduğu sonucuna varılmıştır (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.4. Meyve barı örneklerine ait L^* değerleri¹

Depolama sıcaklığı (°C)	Depolama süresi (gün)	Kontrol	SA ²	KMS ³	PASP ⁴
25	0	46,88±2,99	47,15±1,53	47,31±1,17	50,33±0,82
	14	46,62±0,34	46,11±0,56	46,40±0,32	47,27±0,05
	28	46,19±0,07	45,75±2,31	46,64±0,52	47,68±1,00
	42	46,70±1,94	45,04±1,31	45,30±2,67	46,48±0,17
	56	46,68±0,07	44,97±0,11	43,20±1,29	47,01±0,92
	70	46,34±0,08	44,46±0,01	43,22±0,11	46,76±0,34
	37	0	46,88±2,99	47,15±1,53	47,31±1,17
7		45,46±0,99	46,57±0,13	46,28±0,37	48,64±0,35
14		44,04±1,01	45,99±1,79	45,25±0,44	46,94±1,53
21		46,10±1,19	44,19±1,44	42,78±0,28	45,33±1,98
28		44,28±2,73	43,42±1,33	42,80±0,21	44,63±0,47
35		45,43±0,81	43,66±0,39	42,72±0,71	44,59±0,38

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalaması±standart hata şeklinde sunulmuştur. ²SA: Sodyum aljinat. ³KMS: Karboksümetil selüloz. ⁴PASP: Peynir altı suyu proteini.

Çizelge 4.5. Meyve barı örneklerinin L^* değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	25 °C		37 °C	
		KO	F	KO	F
Kaplama (K)	3	12,64	4,24*	10,50	3,17*
Depolama süresi (D)	5	7,79	2,62öd	20,96	6,32**
K × D	15	1,50	0,50öd	1,94	0,59öd
Hata	24	2,98		3,31	

** $p<0,01$ ve * $p<0,05$ düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Farklı yenilebilir film materyalleriyle kaplanmış ve 25 ve 37 °C’de depolanmış meyve barlarının depolama süresince ölçülen ortalama L^* değerleri Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Meyve barı örneklerinin L^* değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Varyasyon kaynakları		n	25 °C	37 °C
Kaplama	Kontrol	12	46,57±0,45ab	45,36±0,63ab
	SA	12	45,58±0,47b	45,16±0,58ab
	KMS	12	45,35±0,63b	44,52±0,59b
	PASP	12	47,59±0,44a	46,74±0,73a
Depolama süresi	Başlangıç	8	47,92±0,87a	47,92±0,87a
	1. Depolama süresi	8	46,60±0,21ab	46,74±0,49ab
	2. Depolama süresi	8	46,56±0,56ab	45,55±0,63bc
	3. Depolama süresi	8	45,88±0,72b	44,60±0,70c
	4. Depolama süresi	8	45,46±0,65b	43,78±0,64c
	5. Depolama süresi	8	45,20±0,55b	44,10±0,45c

¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütündeki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$). Depolama periyodunda başlangıç, 1, 2, 3, 4, 5. depolama süreleri 25 °C için sırasıyla 0, 14, 28, 42, 56 ve 70. günleri, 37 °C için ise sırasıyla 0, 7, 14, 21, 28 ve 35. günleri göstermektedir.

Kaplanmış olan barların L^* değerleri ile kontrolün L^* değeri arasında istatistiki olarak önemli bir farkı bulunmamaktadır. Her iki depolama sıcaklığında da en yüksek L^* değerine sahip olan örnekler PASP ile kaplanmış olanlar, en düşük L^* değerine sahip olan örnekler ise KMS ile kaplanmışlardır. PASP ile kaplanmış olan barların en yüksek L^* değerine sahip olmasının nedeni film materyalinin ürüne parlaklık kazandırmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Her iki sıcaklıkta depolanmış barlarda da depolama süresince L^* değerinde düşüş meydana gelmiştir. Ürünün parlaklığının azalıp kararmasının nedeni depolama sırasında meydana gelen esmerleşme reaksiyonlarıdır. Ortamda protein ve şekerin bulunmasıyla enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları meydana gelmektedir. Quevedo ve ark. (2009) çalışmalarında armut dilimlerinde, Pristijono ve ark. (2006) elma dilimlerinde esmerleşme reaksiyonları meydana geldikçe L^* değerinde düşüş olduğunu belirtmişlerdir (Quevedo ve ark., 2009).

Özellikle PASP ile kaplanmış olan barlarda meydana gelen düşüşün nedeninin ürünün proteince zenginleşmesini sağlayarak enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarını teşvik etmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Yapılan bir çalışmada PASP’ın ürünün L^* değerini arttırarak gıdaya parlaklık kazandırdığı ve esmerleşme reaksiyonlarının L^* değerinde düşüşe neden olduğu ortaya koyulmuştur (Perez-Gago ve ark., 2006). Khanzadi ve ark. (2015) ise, yaptıkları çalışmada PASP,

pullulan ve bal mumu ile hazırlanmış filmlerde PASP konsantrasyonu arttıkça L* değerinin arttığını bildirmişlerdir.

4.1.3. a^* (kırmızılık)

Meyve barlarına ait a^* değerlerinin 25 °C’de depolanan örneklerde 3,91-5,55, 37 °C’de depolanan örneklerde ise 3,91-6,37 arasında değiştiği görülmektedir (Çizelge 4.7). Çizelge 4.8’de varyans analizi sonuçları verilmektedir. 25 °C’de meyve barlarının a^* değeri üzerinde kaplama ve depolama süresi, 37 °C’de ise depolama süresi faktörlerinin istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) olduğu ortaya koyulmuştur.

Çizelge 4.7. Meyve barı örneklerine ait a^* değerleri¹

Depolama sıcaklığı (°C)	Depolama süresi (gün)	Kontrol	SA ²	KMS ³	PASP ⁴
25	0	4,18±0,23	4,90±0,47	3,91±0,26	4,05±0,17
	14	4,84±0,12	5,39±0,15	4,61±1,07	4,29±0,09
	28	4,90±0,13	5,50±0,11	4,61±0,09	4,41±0,06
	42	5,06±0,18	5,42±1,13	4,75±0,03	4,47±0,01
	56	5,33±0,50	5,48±0,51	4,86±0,00	4,74±0,07
	70	5,38±0,02	5,55±0,11	5,12±0,20	5,16±0,78
37	0	4,18±0,23	4,90±0,47	3,91±0,26	4,05±0,17
	7	4,70±0,29	5,30±0,11	4,76±0,11	4,59±0,39
	14	5,23±0,81	5,71±0,26	5,60±0,48	5,13±0,62
	21	4,89±0,43	5,65±0,07	5,72±1,31	6,03±0,11
	28	5,85±0,23	5,83±0,15	5,45±0,05	5,91±0,03
	35	5,87±0,26	6,01±0,37	6,37±0,64	6,10±0,31

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalaması±standart hata şeklinde sunulmuştur. ²SA: Sodyum aljinat. ³KMS: Karboksümetil selüloz. ⁴PASP: Peynir altı suyu proteini.

Çizelge 4.8. Meyve barı örneklerinin a^* değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	25 °C		37 °C	
		KO	F	KO	F
Kaplama (K)	3	1,73	5,07**	0,40	1,03öd
Depolama süresi (D)	5	1,00	2,93*	3,54	9,07**
K × D	15	0,04	0,12öd	0,20	0,50öd
Hata	24	0,34		0,39	

** $p<0,01$ ve * $p<0,05$ düzeyinde önemli, öd: önemli değil

25 ve 37 °C’de depolanmış meyve barlarının a^* değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.9’da verilmiştir. 25 °C’de kontrol ile kaplanmış barların a^* değeri arasında istatistiki olarak önemli bir farkı bulunmamaktadır. Ancak, KMS veya PASP ile kaplanmış olan barların a^* değerlerinin SA ile kaplanan barlardan daha düşük olduğu görülmektedir. Bu durum SA’nın kendine has renginden kaynaklandığı

değerlendirilmiştir. 37 °C’de depolanmış kontrol barları ve tüm kaplanmış barların a^* değerleri arasında istatistiki anlamda önemli bir fark gözlenmemiştir. Her iki depolama sıcaklığında da depolama süresince a^* değerinde ciddi bir artış meydana gelmiştir. Bu artışın sıcaklık ve diğer ortam koşulları nedeniyle ürünün renginde meydana gelen değişimlerden kaynaklandığı düşünülmüştür.

Çizelge 4.9. Meyve barı örneklerinin a^* değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Varyasyon kaynakları		n	25 °C	37 °C
Kaplama	Kontrol	12	4,95±0,14ab	5,12±0,22a
	SA	12	5,37±0,18a	5,57±0,14a
	KMS	12	4,65±0,18b	5,30±0,30a
	PASP	12	4,52±0,15b	5,30±0,26a
	Başlangıç	8	4,26±0,18b	4,26±0,18c
Depolama süresi	1. Depolama süresi	8	4,78±0,26ab	4,84±0,14bc
	2. Depolama süresi	8	4,85±0,16ab	5,42±0,24ab
	3. Depolama süresi	8	4,93±0,25a	5,57±0,31a
	4. Depolama süresi	8	5,10±0,18a	5,76±0,09a
	5. Depolama süresi	8	5,30±0,17a	6,09±0,17a

¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$). Depolama periyodunda başlangıç, 1, 2, 3, 4, 5. depolama süreleri 25 °C için sırasıyla 0, 14, 28, 42, 56 ve 70. günleri, 37 °C için ise sırasıyla 0, 7, 14, 21, 28 ve 35. günleri göstermektedir.

4.1.4. b^* (sarılık)

Farklı sıcaklıklarda depolanan meyve barlarına ait b^* değerlerinin 25 °C’de 13,36-17,46, 37 °C’de ise 13,64-17,46 arasında değiştiği görülmektedir (Çizelge 4.10). b^* değerine ait varyans analizi sonuçları incelendiğinde 25 ve 37 °C’de yalnızca depolama süresi faktörünün istatistiki olarak önemli ($p<0,01$) olduğu ortaya koyulmuştur (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.10. Meyve barı örneklerine ait b^* değerleri¹

Depolama sıcaklığı (°C)	Depolama süresi (gün)	Kontrol	SA ²	KMS ³	PASP ⁴
25	0	17,46±0,20	16,75±0,16	16,35±0,49	16,02±0,86
	14	16,24±0,06	16,13±0,64	16,79±0,05	16,00±0,05
	28	14,93±1,65	15,24±0,65	16,03±0,66	16,11±1,84
	42	14,93±1,00	14,70±0,58	16,07±0,15	15,70±0,56
	56	14,74±0,05	14,60±0,63	15,34±0,93	15,60±0,17
	70	14,41±1,54	13,36±0,86	14,57±0,55	15,35±0,08
37	0	17,46±0,20	16,75±0,16	16,35±0,49	16,02±0,86
	7	17,28±1,51	16,11±0,46	16,10±0,30	16,20±0,40
	14	17,09±2,82	15,47±0,77	15,85±0,12	16,37±0,05
	21	15,01±0,31	13,64±1,02	14,69±0,07	15,64±0,04
	28	14,12±2,55	13,93±1,37	14,25±0,01	15,69±1,38
	35	14,50±0,71	14,21±0,97	14,04±0,17	13,68±0,84

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalaması±standart hata şeklinde sunulmuştur. ²SA: Sodyum aljinat. ³KMS: Karboksümetil selüloz. ⁴PASP: Peynir altı suyu proteini.

Çizelge 4.11. Meyve barı örneklerinin b^* değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	25 °C		37 °C	
		KO	F	KO	F
Kaplama (K)	3	1,37	1,10öd	1,91	0,88öd
Depolama süresi (D)	5	5,27	4,26**	9,84	4,55**
$K \times D$	15	0,59	0,48öd	0,69	0,32öd
Hata	24	1,24		2,16	

** $p < 0,01$ düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Farklı yenilebilir film materyalleriyle kaplanmış ve iki farklı sıcaklıkta depolanmış meyve barlarının b^* değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiştir. Kontrol barları ve kaplanmış barların b^* değerleri arasında istatistiki anlamda önemli bir fark gözlenmemiştir. Ancak depolama süresince b^* değerinde ciddi bir düşüş meydana gelmiştir. Bu düşüş sıcaklık ve diğer koşullar nedeniyle ürünün renginde meydana gelen değişimlerden kaynaklanmıştır.

Çizelge 4.12. Meyve barı örneklerinin b^* değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Varyasyon kaynakları		n	25°C	37 °C
Kaplama	Kontrol	12	15,45±0,44a	15,91±0,66a
	SA	12	15,13±0,38a	15,02±0,44a
	KMS	12	15,86±0,27a	15,21±0,29a
	PASP	12	15,80±0,27a	15,60±0,36a
Depolama süresi	Başlangıç	8	16,65±0,28a	16,65±0,28a
	1. Depolama süresi	8	16,29±0,17ab	16,42±0,37a
	2. Depolama süresi	8	15,58±0,53abc	16,20±0,6ab
	3. Depolama süresi	8	15,35±0,32bc	14,75±0,34bc
	4. Depolama süresi	8	15,07±0,27bc	14,50±0,66c
	5. Depolama süresi	8	14,42±0,44c	14,10±0,30c

¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,05$). Depolama periyodunda başlangıç, 1, 2, 3, 4, 5. depolama süreleri 25 °C için sırasıyla 0, 14, 28, 42, 56 ve 70. günleri, 37 °C için ise sırasıyla 0, 7, 14, 21, 28 ve 35. günleri göstermektedir.

4.1.5. Ton açısı

Meyve barlarına ait ton açısı değerleri Çizelge 4.13’de verilmiştir. Ton açısı değerinin 25 °C’de depolanan barlarda 66,71-77,75, 37 °C’de depolanan barlarda ise 65,62-76,54 arasında değiştiği görülmektedir. Çizelge 4.14’de verilen varyans analizi sonuçlarına göre 25 °C’de meyve barlarının ton açısı değeri üzerinde kaplama ve depolama süresi, 37 °C’de ise depolama süresi faktörlerinin istatistiki olarak önemli ($p < 0,01$) etkisi olduğu ortaya koyulmuştur.

Çizelge 4.13. Meyve barı örneklerine ait ton açısı değerleri¹

Depolama sıcaklığı (°C)	Depolama süresi (gün)	Kontrol	SA ²	KMS ³	PASP ⁴
25	0	76,08±1,28	73,52±1,30	75,68±0,71	77,64±2,25
	14	75,83±0,64	71,25±0,48	73,75±3,76	77,75±0,02
	28	74,55±0,27	71,00±2,35	71,81±0,62	77,71±0,06
	42	74,31±1,09	67,98±2,10	72,09±0,00	77,59±0,04
	56	74,40±2,08	66,71±0,25	71,04±0,07	77,70±0,13
	70	71,82±1,19	67,14±0,02	70,44±2,01	77,57±0,05
37	0	76,54±0,87	73,73±1,35	76,51±1,23	75,80±0,15
	7	74,75±0,38	71,77±0,14	73,54±0,08	74,21±0,92
	14	72,97±0,17	69,66±1,77	70,57±1,42	72,63±2,02
	21	71,92±1,84	67,41±1,76	68,88±4,33	68,93±0,40
	28	66,83±4,56	67,09±2,54	69,07±0,18	69,24±1,77
	35	67,94±0,10	67,07±0,14	65,62±2,44	65,85±2,40

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalaması±standart hata şeklinde sunulmuştur. ²SA: Sodyum aljinat. ³KMS: Karboksümetil selüloz. ⁴PASP: Peynir altı suyu proteini.

Çizelge 4.14. Meyve barı örneklerinin ton açısı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	25 °C		37 °C	
		KO	F	KO	F
Kaplama (K)	3	138,25	36,77**	11,83	1,73öd
Depolama süresi (D)	5	17,18	4,57**	94,18	13,81**
K × D	15	3,23	0,86öd	2,58	0,38öd
Hata	24		3,76		6,82

**p<0,01 düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Çizelge 4.15’de verilen çoklu karşılaştırma sonuçları incelendiğinde 25 °C’de en yüksek ton açısı değerine sahip olan bar PASP ile kaplanmış olan, en düşük ton açısına sahip olan bar ise SA ile kaplanmış olan barlardır. SA ve KMS ile kaplanmış olan barların ton açısı kontrol barlarından daha düşükken, PASP ile kaplanmış olan barların ton açısı değeri kontrolden daha yüksek olarak belirlenmiştir. 70 günlük depolama süresince barların ton açısı değerlerinde sürekli düşüş meydana gelmiştir. Ton açısı değerindeki düşüşün esmerleşme reaksiyonlarına bağlı olarak gerçekleştiği düşünülmektedir. 37 °C’de depolanmış meyve barlarının ton açısı değerleri açısından kontrol grubu ve farklı film materyalleri ile kaplanmış olan barlar arasında istatistiki anlamda önemli bir fark gözlenmemiştir. Depolama süresince ton açısı değerinde ciddi bir düşüş meydana gelmiştir.

Perez-Gago ve ark. (2005) çalışmalarında PASP ile kaplanmış taze kesilmiş elmalarda meydana gelen renk değişimlerini incelemiştir. Esmerleşme reaksiyonlarının ton açısı değerinde düşüşe neden olduğunu ortaya koymuşlardır. Tez

bulgularına benzer şekilde vişnenin farklı konsantrasyonlarda aljinat ile kaplandığı bir çalışmada ton açısı değerlerinde depolama süresince azalış meydana geldiği ve kaplamanın bu azalışı sınırlandırdığı bildirilmiştir (Díaz-Mula ve ark., 2012).

Çizelge 4.15. Meyve barı örneklerinin ton açısı değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Varyasyon kaynakları	n	25 °C	37 °C	
Kaplama	Kontrol	12	74,50±0,56b	71,82±1,21a
	SA	12	69,60±0,86d	69,46±0,90a
	KMS	12	72,47±0,76c	70,70±1,24a
	PASP	12	77,66±0,28a	71,11±1,13a
Depolama süresi	Başlangıç	8	75,73±0,79a	75,64±0,58a
	1. Depolama süresi	8	74,64±1,17ab	73,57±0,46ab
	2. Depolama süresi	8	73,77±1,1abc	71,46±0,78bc
	3. Depolama süresi	8	72,99±1,39bc	69,28±1,14cd
	4. Depolama süresi	8	72,46±1,59c	68,06±1,12d
	5. Depolama süresi	8	71,74±1,49c	66,62±0,74d

¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,05). Depolama periyodunda başlangıç, 1, 2, 3, 4, 5. depolama süreleri 25 °C için sırasıyla 0, 14, 28, 42, 56 ve 70. günleri, 37 °C için ise sırasıyla 0, 7, 14, 21, 28 ve 35. günleri göstermektedir.

4.1.6. Doygunluk

Meyve barlarına ait doymunluk değeri sonuçları Çizelge 4.16'da verilmektedir. 25 °C'de depolanan barların doymunluk değeri 14,24-18,04, 37 °C'de depolanan barların doymunluk değeri ise 14,80-18,04 arasında değıştiği görülmektedir.

Çizelge 4.16. Meyve barı örneklerine ait doymunluk değeri¹

Depolama sıcaklığı (°C)	Depolama süresi (gün)	Kontrol	SA ²	KMS ³	PASP ⁴
25	0	18,04±0,06	17,52±0,28	16,88±0,43	17,66±0,11
	14	16,95±0,06	17,16±0,61	17,60±0,28	16,61±0,03
	28	15,80±1,55	16,16±0,49	15,92±0,25	16,81±1,79
	42	15,55±0,95	14,87±0,82	15,35±1,01	16,47±1,84
	56	15,74±0,66	14,99±0,45	15,40±1,38	15,97±0,92
	70	15,20±1,56	14,46±1,04	14,62±0,64	14,24±0,46
37	0	18,04±0,06	17,52±0,28	16,88±0,43	17,66±0,11
	7	18,03±1,51	17,05±0,45	16,89±0,35	17,44±0,00
	14	18,02±2,95	16,57±0,62	16,90±0,26	17,21±0,12
	21	15,85±0,14	15,76±0,10	15,89±0,52	16,88±0,30
	28	15,39±2,24	15,21±1,22	15,33±0,05	16,69±1,42
	35	16,81±0,06	15,55±1,09	15,03±0,71	14,80±0,89

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalaması±standart hata şeklinde sunulmuştur. ²SA: Sodyum aljinat. ³KMS: Karboksümetil selüloz. ⁴PASP: Peynir altı suyu proteini.

Varyans analizi sonuçlarına göre örneklerin doymuluk değerleri üzerine depolama süresi faktörünün 25 °C’de $p<0.01$ seviyesinde, 37 °C’de ise $p<0.05$ seviyesinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17. Meyve barı örneklerinin doymuluk değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	25 °C		37 °C	
		KO	F	KO	F
Kaplama (K)	3	0,51	0,30öd	2,04	1,04öd
Depolama süresi (D)	5	9,25	5,51**	6,40	3,28*
K × D	15	0,46	0,27öd	0,57	0,29öd
Hata	24	1,68		1,96	

** $p<0,01$ ve * $p<0,05$ düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Farklı yenilebilir film materyalleriyle kaplanmış ve iki farklı sıcaklıkta depolanmış meyve barlarının Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.18’de verilmiştir. Kontrol barları ve kaplanmış barların doymuluk değerleri arasında istatistiki anlamda önemli bir fark gözlenmemiştir. Depolama süresince doymuluk değerinde düşüş meydana gelmiştir. Yapılan bir çalışmada sıcaklık ve depolama süresinin artmasıyla ton açısı, doymuluk ve b^* değerlerinde azalma meydana geldiği belirlenmiştir (Maftoonazad ve Ramaswamy, 2008). 4 farklı erik çeşidinin aljinat ile kaplandığı bir çalışmada da depolama süresince doymuluk değerinde azalmalar tespit edilmiştir (Valero ve ark. 2013). Bu düşüş depolama süresince sıcaklık, nem ve diğer ortam koşullardan kaynaklı reaksiyonlara bağlı olarak gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.18. Meyve barı örneklerinin doymuluk değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Varyasyon kaynakları		n	25 °C	37 °C
Kaplama	Kontrol	12	16,21±0,43a	17,03±0,59a
	SA	12	15,86±0,41a	16,28±0,34a
	KMS	12	15,96 ±0,38a	16,15±0,27a
	PASP	12	16,30±0,46a	16,78±0,35a
Depolama süresi	Başlangıç	8	17,53±0,19a	17,53±0,19a
	1. Depolama süresi	8	17,08±0,19a	17,35±0,35a
	2. Depolama süresi	8	16,17±0,48ab	17,18±0,61a
	3. Depolama süresi	8	15,56±0,51bc	16,1±0,21ab
	4. Depolama süresi	8	15,52±0,37bc	15,66±0,60b
	5. Depolama süresi	8	14,63±0,41c	15,55±0,42b

¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$). Depolama periyodunda başlangıç, 1, 2, 3, 4, 5. depolama süreleri 25 °C için sırasıyla 0, 14, 28, 42, 56 ve 70. günleri, 37 °C için ise sırasıyla 0, 7, 14, 21, 28 ve 35. günleri göstermektedir.

4.1.7. Esmerleşme indeksi

25 ve 37 °C’ de depolanan meyve barlarına ait esmerleşme indeksi değerlerinin 25 °C’de 44,54-54,91, 37 °C’de ise 44,54-59,50 arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4.19). Esmerleşme indeksi değerine ait varyans analizi sonuçları incelendiğinde 37 °C’de meyve barları üzerinde depolama süresi faktörünün istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) olduğu ortaya koyulmuştur (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.19. Meyve barı örneklerine ait esmerleşme indeksi değerleri¹

Depolama sıcaklığı (°C)	Depolama süresi (gün)	Kontrol	SA ²	KMS ³	PASP ⁴
25	0	47,94±0,20	49,19±1,31	47,66±0,32	44,54±0,82
	14	48,34±1,23	49,61±0,52	47,84±0,47	45,89±1,68
	28	48,74±2,26	50,02±0,28	48,03±0,63	47,23±4,19
	42	48,61±4,23	49,66±0,47	48,65±0,24	47,32±0,18
	56	51,33±7,75	49,25±0,47	49,93±2,28	49,97±0,75
	70	54,91±0,33	53,51±0,78	50,01±7,02	52,75±0,85
37	0	47,94±0,20	49,19±1,31	47,66±0,32	44,54±0,82
	7	52,36±4,83	49,35±0,57	49,46±0,78	47,33±1,79
	14	56,78±9,86	49,50±0,17	51,26±1,89	50,11±2,77
	21	56,95±0,32	49,63±0,04	55,18±8,89	53,32±1,72
	28	56,85±1,83	52,25±2,29	55,30±2,29	53,80±1,55
	35	56,35±3,32	54,06±8,75	59,50±2,21	56,25±0,66

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalaması±standart hata şeklinde sunulmuştur. ²SA: Sodyum aljinat. ³KMS: Karboksümetil selüloz. ⁴PASP: Peynir altı suyu proteini.

Çizelge 4.20. Meyve barı örneklerinin esmerleşme indeksi değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	25 °C		37 °C	
		KO	F	KO	F
Kaplama (K)	3	13,78	1,00öd	40,94	1,49öd
Depolama süresi (D)	5	31,66	2,30öd	91,56	3,33*
K × D	15	2,69	0,19öd	7,00	0,25öd
Hata	24	13,79		27,47	

* $p<0,05$ düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Farklı yenilebilir film materyalleriyle kaplanmış ve iki farklı sıcaklıkta depolanmış meyve barlarının depolama süresince ölçülen ortalama esmerleşme indeksi değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.21’de verilmiştir. Kontrol barları ve tüm kaplanmış barların esmerleşme indeksi değerleri arasında istatistiki anlamda önemli bir fark gözlenmemiştir. Beklendiği üzere depolama süresince esmerleşme indeksi değerinde artış meydana gelmiştir. Bu durum şeker ve proteince zengin bir matriks olan meyve barlarında depolama sırasında gerçekleşen enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarına bağlı olarak gerçekleşmiştir. Sıcaklık arttıkça

esmerleşme indeksi miktarındaki artış yoğunlaşmıştır. Olivas ve Barbosa Canovas (2005) çalışmalarında film ile kaplamanın kesilmiş meyvelerin esmerleşme reaksiyonlarını engelleyerek depolanma süresini uzattığı sonucuna varmışlardır. Farklı çalışmalarda yenilebilir film ile kaplamanın özellikle taze ya da taze kesilmiş meyvelerde esmerleşme reaksiyonlarını yavaşlatarak esmerleşme indeksi değerindeki artışı kaplanmamış örneklerle göre kısıtladığını göstermiştir (Perez-Gago ve ark., 2003; Perez-Gago ve ark., 2006; Olivas ve ark., 2007; Valva-Estrada ve ark., 2019). Tez çalışmasında elde edilen verilere göre istatistiksel olarak önemli olmasa da SA ve PASP ile kaplamanın özellikle 37 °C’de depolama sırasında daha düşük esmerleşme indeksi değerleri sağladığını göstermiştir. Bu nedenle elde edilen veriler literatür ile uyumludur.

Çizelge 4.21. Meyve barı örneklerinin esmerleşme indeksi değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Varyasyon kaynakları		n	25 °C	37 °C
Kaplama	Kontrol	12	49,98±1,35a	54,54±1,75a
	SA	12	50,21±0,50a	50,66±1,26a
	KMS	12	48,69±0,96a	53,06±1,70a
	PASP	12	47,95±1,00a	50,89±1,31a
Depolama süresi	Başlangıç	8	47,33±0,71b	47,33±0,71c
	1. Depolama süresi	8	47,92±0,65b	49,62±1,20bc
	2. Depolama süresi	8	48,51±0,99b	51,91±2,25abc
	3. Depolama süresi	8	48,56±0,87b	53,77±2,00abc
	4. Depolama süresi	8	50,12±1,56ab	54,55±1,00abc
	5. Depolama süresi	8	52,80±1,51a	56,54±1,96a

¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütündeki ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05). Depolama periyodunda başlangıç, 1, 2, 3, 4, 5. depolama süreleri 25 °C için sırasıyla 0, 14, 28, 42, 56 ve 70. günleri, 37 °C için ise sırasıyla 0, 7, 14, 21, 28 ve 35. günleri göstermektedir.

4.1.8. Sertlik

Meyve barlarına ait sertlik değerleri Çizelge 4.22’de verilmektedir. Sertlik değerinin 25 °C’de depolanan barlarda 2915,2-9345,9 g, 37 °C’de depolanan barlarda ise 1774,9-15907,8 g arasında değiştiği görülmektedir. Çizelge 4.23’de verilen varyans analizi sonuçlarına göre 25 °C’de meyve barlarının sertlik değeri üzerinde kaplama faktörleri ve bunların etkisi (p<0.01), 37 °C’de ise kaplama (p<0.01) faktörünün istatistiksel olarak önemli olduğu ortaya konulmuştur.

Çizelge 4.24’de 25 ve 37 °C’de depolanmış meyve barlarının depolama süresince sertlik değerinde meydana gelen ortalama değişim verilmiştir. Her iki sıcaklıkta da en yüksek sertlik değerine sahip olan örnekler PASP ile kaplanmış olan barlar, en düşük sertlik değerine sahip olan örnekler ise KMS ile kaplanmış olan barlardır. Kontrol ile

karşılaştırıldığında SA ile kaplanmış barlar benzerlik gösterirken, KMS ile kaplanmış olan barların sertlik değeri daha düşük, peynir altı suyun proteini ile kaplanmış olan barların sertlik değeri ise daha yüksektir. KMS ile kaplanan barların sertlik değerinin her iki sıcaklıkta da en düşük olmasının nedeni depolama boyunca yüksek seyreden nem düzeyinden kaynaklanabileceği düşünülmüştür (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.22. Meyve barı örneklerine ait sertlik (g) değerleri¹

Depolama sıcaklığı (°C)	Depolama süresi (gün)	Kontrol	SA ²	KMS ³	PASP ⁴
25	0	4666,7±238,5	6614,2±512,9	3503,7±395,9	5845,5±625,2
	14	6350,3±261,4	5458,4±713,0	2915,2±777,6	6043,7±928,8
	28	5894,2±397,8	5350,6±1289,4	3421,0±558,2	8266,4±774,1
	42	6849,6±527,8	6112,5±167,1	4472,0±90,5	8944,2±290,5
	56	7246,1±438,0	6903,3±467,2	6225,1±587,6	9345,9±138,9
	70	6966,5±610,9	4902,8±906,7	8713,12±1459,5	8764,5±74,5
37	0	4666,7±238,5	6614,2±512,9	3503,7±395,9	5845,5±625,2
	7	5873,4±893,0	5282,4±55,9	1774,9±20,1	8142,9±636,0
	14	5618,2±175,4	5045,9±263,6	2757,5±109,6	8872,1±746,4
	21	5175,5±1201,7	5378,0±419,2	2963,2±1253,6	9967,6±1472,0
	28	6212,0±2733,1	5508,7±477,9	2061,7±0,0	11093,3±355,9
	35	15907,8±5902,0	5563,4±999,1	2125,5±437,6	11887,3±4515,3

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalaması±standart hata şeklinde sunulmuştur. ²SA: Sodyum aljinat. ³KMS: Karboksümetil selüloz. ⁴PASP: Peynir altı suyu proteini.

Çizelge 4.23. Meyve barı örneklerinin sertlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	25 °C		37 °C	
		KO	F	KO	F
Kaplama (K)	3	18579735,0	21,97**	98250414,7	16,3**
Depolama süresi (D)	5	8435461,4	9,89**	15328850,6	2,54öd
K × D	15	3028023,2	3,58**	10758384,1	1,78öd
Hata	24	845647,9		6027993,2	

**p<0,01 düzeyinde önemli, öd: önemli değil

PASP ile kaplanmış olan barların sertlik değerlerinin kontrolden yüksek bulunması nedeniyle depolama boyunca film materyallerinin ürünün yapısının sıkılaşmasını sağlayarak yumuşamaya engel oldukları düşünülmektedir (Bilbao-Sainz ve ark., 2018). Bilbao-Sainz ve ark. (2018) çalışmalarında farklı film materyalleri (aljinat ve kitosan) ile kaplanmış olan barların kaplanmamış olanlarla karşılaştırıldığında daha yüksek sertlik değerine sahip olduklarını ortaya koymuşlardır. Kaplama işlemi ile ürünün bileşenlerinin birbirine yaklaşarak daha güçlü bir yapı oluşturmuş olabileceğini belirtmişlerdir. Depolama süresince film ile kaplamadan kaynaklı barlarda nem artışı ile yumuşama olduğu sonucuna varılmıştır. Hambleton ve ark. (2009) çalışmalarında SA ile hazırlanan film materyallerinin mekanik direncinin yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Olivas ve ark. (2007) çalışmalarında Gala elmalarını SA ile kaplamışlardır ve kaplamanın ürünün sıklığını depolama boyunca muhafaza ettiğini ortaya koymuşlardır.

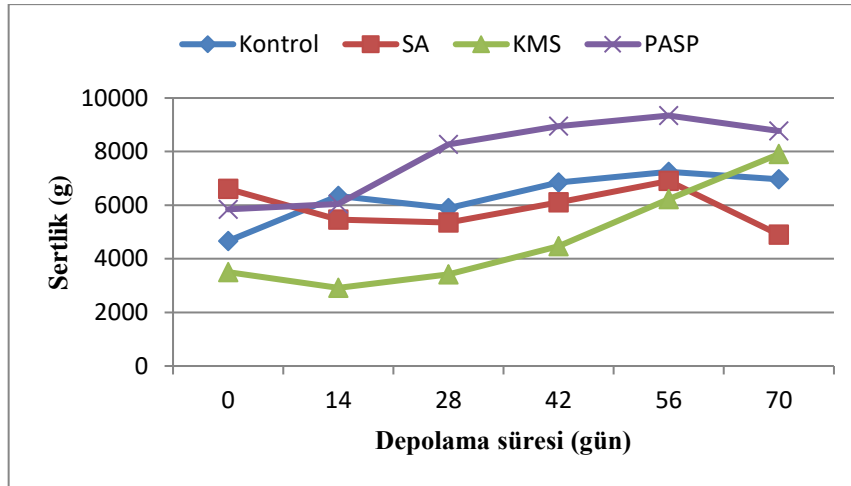
Depolama süresince sıcaklıktan bağımsız olarak sertlik değerinde artış meydana gelmiştir. Bu durumun ürünlerin nem kaybetmesi ve depolama süresince içsel etkileşimlerin artmasına bağlı olarak gerçekleştiği düşünülmektedir.

Çizelge 4.24. Meyve barı örneklerinin sertlik (g) değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Varyasyon kaynakları		n	25 °C	37 °C
Kaplama	Kontrol	12	6328,9±291,2b	7242,3±1436,6ab
	SA	12	5890,3±315,1b	5565,4±221,1b
	KMS	12	3422,8±582,1c	2531,1±248,4c
	PASP	12	7868,4±455,4a	9301,5±851,4a
Depolama süresi	Başlangıç	8	5157,5±479,5c	5157,5±479,5b
	1. Depolama süresi	8	5191,9±578,4c	5268,4±887,2b
	2. Depolama süresi	8	5733,1±723,8bc	5573,4±840,1b
	3. Depolama süresi	8	6594,6±618,8ab	5871,1±1057,7b
	4. Depolama süresi	8	7430,1±470,9a	6218,9±1327,9b
	5. Depolama süresi	8	7336,7±689,9a	8871,0±2474,6a

¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,05). Depolama periyodunda başlangıç, 1, 2, 3, 4, 5. depolama süreleri 25 °C için sırasıyla 0, 14, 28, 42, 56 ve 70. günleri, 37 °C için ise sırasıyla 0, 7, 14, 21, 28 ve 35. günleri göstermektedir.

Çeşitli yenilebilir filmler ile kaplanmış ve 25 °C’de depolanan meyve barı örneklerinin sertlik değeri üzerinde etkili “*Kaplama x depolama süresi*” interaksyonu Şekil 4.1’de verildiği gibidir. Kontrol barları ile PASP ve KMS ile kaplanmış barlarda depolama süresince sertlik artışı meydana gelirken, SA ile kaplanmış barların sertlik değeri daha dar bir aralıkta değişim göstermiştir. Bu nedenle SA ile kaplama depolama süresince sertliği muhafaza etmeyi sağlamıştır. Meyve barlarında sertliğin azalmasıyla meydana gelen yumuşama ve artmasıyla meydana gelen sert ve katı yapı istenmeyen tekstürel değişimlerdenidir. Bu nedenle sertliğin korunması açısından en uygun kaplama materyalinin SA olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.1. 25 °C’de depolanan meyve barı örneklerinin sertlik değeri üzerinde etkili “Kaplama x depolama süresi” interaksyonu (SA: Sodyum aljinat, KMS: Karboksümetil selüloz, PASP: Peynir altı suyu proteini)

4.1.9. Esneklik

Farklı sıcaklıklarda depolanan meyve barlarına ait esneklik değerlerinin 25 °C’de 7,94-13,67, 37°C’de ise 7,94-16,17 arasında değiştiği görülmektedir (Çizelge 4.25). Esneklik değerine ait varyans analizi sonuçları incelendiğinde 25 °C’de yalnızca kaplama ($p < 0.01$), 37 °C’de ise kaplama ve depolama süresi ($p < 0.01$) faktörlerinin istatistiki olarak önemli olduğu ortaya koyulmuştur (Çizelge 4.26).

Çizelge 4.25. Meyve barı örneklerine ait esneklik değerleri¹

Depolama sıcaklığı (°C)	Depolama süresi (gün)	Kontrol	SA ²	KMS ³	PASP ⁴
25	0	7,94±0,67	11,10±1,40	8,61±0,00	8,62±0,30
	14	8,41±0,35	11,55±1,32	9,75±0,57	8,69±0,01
	28	8,73±1,04	12,02±0,69	9,53±0,45	10,63±0,57
	42	8,99±0,45	11,96±0,61	9,10±0,91	10,76±1,30
	56	9,28±0,66	13,03±0,22	9,81±0,60	10,94±0,70
	70	9,32±1,18	13,67±5,93	10,6±0,22	11,47±0,25
37	0	7,94±0,67	11,10±1,40	8,61±0,00	8,62±0,30
	7	8,82±0,13	11,82±0,11	9,01±1,24	9,20±0,50
	14	9,22±1,12	13,85±1,64	8,95±0,56	9,88±1,17
	21	11,54±2,75	13,88±0,92	9,38±0,16	11,24±1,92
	28	13,40±5,11	15,15±2,03	11,42±1,37	12,85±0,99
	35	13,44±1,49	16,17±0,43	13,50±0,12	13,10±0,43

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalaması±standart hata şeklinde sunulmuştur. ²SA: Sodyum aljinat. ³KMS: Karboksümetil selüloz. ⁴PASP: Peynir altı suyu proteini.

Çizelge 4.26. Meyve barı örneklerinin esneklik değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	25 °C		37 °C	
		KO	F	KO	F
Kaplama (K)	3	25,64	6,17**	29,90	6,22**
Depolama süresi (D)	5	5,12	1,23öd	31,07	6,46**
K × D	15	0,48	0,12öd	0,81	0,17öd
Hata	24	4,16		4,81	

**p<0,01 düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Farklı yenilebilir film materyalleriyle kaplanmış ve iki farklı sıcaklıkta depolanmış meyve barlarının depolama süresince ölçülen ortalama esneklik değerleri Çizelge 4.27’de verilmiştir. SA ile kaplanmış olan barların esneklik değerleri diğer örneklerle göre daha yüksek olarak belirlenmiştir. Costa ve ark. (2018), çalışmalarında aljinat bazlı filmlerin yapılarındaki zincir bileşimi ve düzeni (mannuronik ve gluronik asit oranı ve kalsiyum ile çapraz bağ yapma kabiliyeti) sayesinde tekstürel özellikleri iyileştirdiğini belirtmişlerdir. Depolama süresince esneklik değeri 37 °C’de artış gösterirken, 25 °C’de istatistiki olarak değişim göstermemiştir. Üründe nem içeriği arttıkça esneklik değerinin arttığı düşünülmektedir. Sing ve ark. (2013) çalışmalarında hurma meyvesinde nem miktarı arttıkça esneklik değerinde arttığını belirtmişlerdir .

Çizelge 4.27. Meyve barı örneklerinin esneklik değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Varyasyon kaynakları		n	25 °C	37 °C
Kaplama	Kontrol	12	8,78±0,28b	10,73±1,00b
	SA	12	12,22±0,82a	13,66±0,66a
	KMS	10	7,80±1,07b	10,15±0,58b
	PASP	12	10,19±0,39b	10,81±0,61b
Depolama süresi	Başlangıç	8	9,07±0,54a	9,07±0,54c
	1. Depolama süresi	8	9,60±0,54a	9,72±0,53c
	2. Depolama süresi	8	10,23±0,54a	10,48±0,87c
	3. Depolama süresi	8	10,20±0,57a	11,51±0,89bc
	4. Depolama süresi	8	10,77±0,59a	13,20±1,20ab
	5. Depolama süresi	8	11,26±1,29a	14,05±0,56a

¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,05). Depolama periyodunda başlangıç, 1, 2, 3, 4, 5. depolama süreleri 25 °C için sırasıyla 0, 14, 28, 42, 56 ve 70. günleri, 37 °C için ise sırasıyla 0, 7, 14, 21, 28 ve 35. günleri göstermektedir.

4.1.10. Kohezif yapışkanlık

Meyve barlarına ait kohezif yapışkanlık değerleri Çizelge 4.28’de verilmektedir. Kohezif yapışkanlık değerinin 25 °C’de depolanan barlarda 0,30-0,43, 37 °C’de depolanan barlarda ise 0,30-0,47 arasında değiştiği görülmektedir. Çizelge 4.29’da verilen varyans analizi sonuçlarına göre 25 ve 37 °C’de depolanan meyve barlarının

kohezif yapışkanlık değeri üzerinde kaplama faktörünün istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) olduğu ortaya koyulmuştur.

Çizelge 4.28. Meyve barı örneklerine ait kohezif yapışkanlık değerleri¹

Depolama sıcaklığı (°C)	Depolama süresi (gün)	Kontrol	SA ²	KMS ³	PASP ⁴
25	0	0,33±0,01	0,35±0,04	0,33±0,00	0,30±0,03
	14	0,33±0,01	0,40±0,00	0,34±0,00	0,31±0,01
	28	0,33±0,00	0,41±0,00	0,35±0,02	0,35±0,00
	42	0,33±0,01	0,41±0,02	0,35±0,00	0,36±0,00
	56	0,35±0,06	0,43±0,01	0,35±0,03	0,37±0,01
	70	0,34±0,03	0,42±0,01	0,36±0,06	0,34±0,01
37	0	0,33±0,01	0,35±0,04	0,33±0,00	0,30±0,03
	7	0,33±0,00	0,42±0,01	0,36±0,03	0,31±0,03
	14	0,33±0,05	0,45±0,05	0,36±0,01	0,33±0,01
	21	0,37±0,03	0,45±0,02	0,37±0,03	0,33±0,02
	28	0,38±0,13	0,46±0,08	0,38±0,04	0,35±0,03
	35	0,38±0,01	0,47±0,01	0,37±0,01	0,38±0,02

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalaması±standart hata şeklinde sunulmuştur. ²SA: Sodyum aljinat. ³KMS: Karboksümetil selüloz. ⁴PASP: Peynir altı suyu proteini.

Çizelge 4.29. Meyve barı örneklerinin kohezif yapışkanlık değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	25 °C		37 °C	
		KO	F	KO	F
Kaplama (K)	3	0,03708	12,04**	0,02307	6,96**
Depolama süresi (D)	5	0,01125	2,19öd	0,00567	1,71öd
K × D	15	0,00452	0,29öd	0,00054	0,16öd
Hata	24		0,00103		0,00331

** $p<0,01$ düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Ürünün ikinci deformasyona ne kadar iyi dayanabildiğinin bir ölçüsü olan kohezif yapışkanlık değeri, ikinci sıkıştırma alanının birinci sıkıştırma alanına oranlanmasıyla hesaplanmaktadır (Rahman ve Al-Farsi, 2005). Farklı yenilebilir film materyalleriyle kaplanmış ve iki farklı sıcaklıkta depolanmış meyve barlarının depolama süresince ölçülen ortalama kohezif yapışkanlık değerleri Çizelge 4.30'da verilmiştir. SA ile kaplanmış olan barların kohezif yapışkanlık değeri diğer örneklerden daha yüksek olarak belirlenmiştir. Bu artışın filmlerle kaplama sonucunda ürünlerin nem içeriklerinde meydana gelen değişimlerden ve materyallerin yapışkan doğasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Rhim, 2004; Lin ve Zhao, 2007; Dhanapal ve ark., 2012). Her iki sıcaklıkta da depolama süresince kohezif yapışkanlık değerinde artış olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 4.30. Meyve barı örneklerinin kohezif yapışkanlık değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Varyasyon kaynakları		n	25 °C	37 °C
Kaplama	Kontrol	12	0,33±0,01b	0,35±0,02b
	SA	12	0,40±0,01a	0,43±0,02a
	KMS	10	0,29±0,04b	0,36±0,01b
	PASP	12	0,34±0,01b	0,33±0,01b
Depolama süresi	Başlangıç	8	0,33±0,01b	0,33±0,01b
	1. Depolama süresi	8	0,34±0,01ab	0,35±0,02ab
	2. Depolama süresi	8	0,36±0,01ab	0,37±0,02ab
	3. Depolama süresi	8	0,36±0,01ab	0,38±0,02ab
	4. Depolama süresi	8	0,38±0,02a	0,39±0,03ab
	5. Depolama süresi	8	0,36±0,02ab	0,40±0,02a

¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklıdır (p<0,05). Depolama periyodunda başlangıç, 1, 2, 3, 4, 5. depolama süreleri 25 °C için sırasıyla 0, 14, 28, 42, 56 ve 70. günleri, 37 °C için ise sırasıyla 0, 7, 14, 21, 28 ve 35. günleri göstermektedir.

4.1.11. Elastikiyet

Çizelge 4.31’de farklı materyallerle kaplanmış olan meyve barlarına ait elastikiyet değerleri verilmektedir. Elastikiyet değerinin 25 °C’de depolanan barlarda 54,24-69,14, 37 °C’de depolanan barlarda ise 47,40-69,14 arasında değiştiği görülmektedir. Çizelge 4.32’de verilen varyans analizi sonuçlarına göre 37 °C’de depolanmış örneklerin elastikiyet değeri üzerinde “Kaplama x depolama süresi” interaksyonunun istatistik olarak önemli (p<0.01) olduğu ortaya koyulmuştur.

Gıda maddesinin üzerindeki deforme edici kuvvet kaldırıldıktan sonra kendini toparlayarak deformasyondan önceki haline dönme hızı olarak tanımlanan elastikiyet ilk sıkıştırmanın bitimi ve bunu takiben ikinci sıkıştırmanın başlangıcı arasında geçen zaman aralığına denk gelmektedir (Rahman ve Al-Farsi, 2005).

Çizelge 4.31. Meyve barı örneklerine ait elastikiyet değerleri¹

Depolama sıcaklığı (°C)	Depolama süresi (gün)	Kontrol	SA ²	KMS ³	PASP ⁴
25	0	61,16±0,85	60,81±5,33	69,14±5,30	62,90±1,75
	14	61,60±3,48	61,50±0,15	68,01±2,67	62,19±2,26
	28	62,53±0,24	59,12±6,10	66,88±10,63	61,75±0,91
	42	60,72±2,63	58,98±1,93	61,26±1,10	61,90±1,80
	56	61,50±9,10	58,73±2,31	57,61±3,01	62,94±0,01
	70	61,43±2,31	60,33±1,32	54,24±4,69	59,37±0,32
37	0	61,16±0,85	60,81±5,33	69,14±5,30	62,90±1,75
	7	62,99±3,99	63,61±1,00	69,10±1,74	64,02±0,84
	14	62,17±0,95	55,79±1,68	69,05±8,78	63,31±1,71
	21	60,46±0,23	62,36±3,73	53,32±5,82	65,73±1,45
	28	60,58±2,63	63,62±1,41	47,40±0,75	64,42±0,15
	35	60,69±5,02	68,70±4,64	47,87±4,47	66,40±0,74

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalaması±standart hata şeklinde sunulmuştur. ²SA: Sodyum aljinat. ³KMS: Karboksümetil selüloz. ⁴PASP: Peynir altı suyu proteini.

Çizelge 4.32. Meyve barı örneklerinin elastikiyet değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	25 °C		37 °C	
		KO	F	KO	F
Kaplama (K)	3	17,92	0,57öd	55,70	2,29öd
Depolama süresi (D)	5	28,63	0,91öd	37,79	1,56öd
K × D	15	17,59	0,56öd	80,66	3,32**
Hata	24	31,45		24,28	

**p<0,01 düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Çizelge 4.33’de 25 ve 37 °C’de depolanmış meyve barlarının depolama süresince elastikiyet değerinde meydana gelen ortalama değişim verilmiştir. 25 °C’de hem kaplama çeşidi hem de depolama süresi örneklerin elastikiyet değerleri üzerine önemli bir etki göstermemiştir.

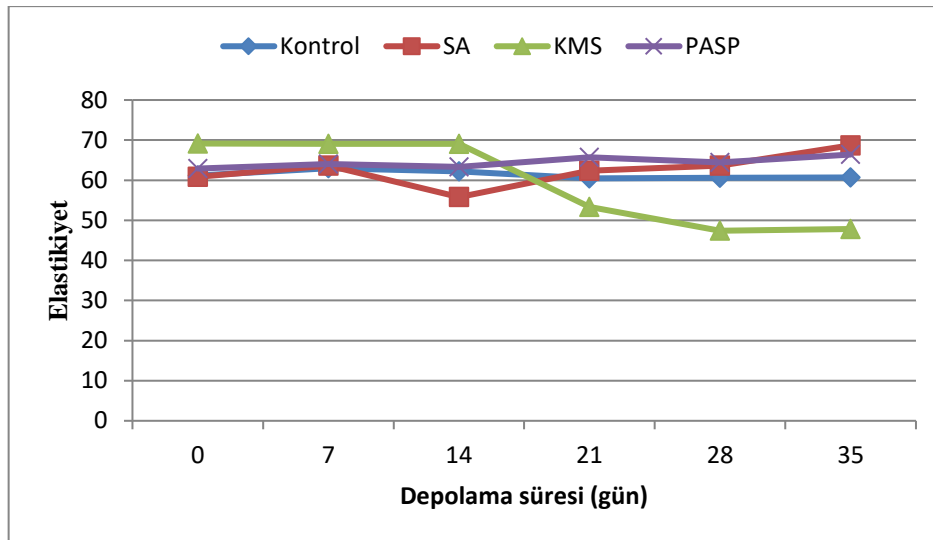
37 °C’de depolanmış meyve barlarında en yüksek elastikiyet değerine sahip olan örnek PASP ile kaplanmış olan barlar iken, en düşük değer KMS ile kaplanmış olan barlara aittir. Bu durum KMS ile kaplanan barların yüksek nem içeriği nedeniyle yapısının bozulmasından kaynaklanmıştır. Depolama süresince elastikiyet değerinde bazı dalgalanmalar olsa da istatistiki anlamda önemli bir değişiklik meydana gelmemiştir.

Çizelge 4.33. Meyve barı örneklerinin elastikiyet değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Varyasyon kaynakları		n	25 °C	37 °C
Kaplama	Kontrol	12	61,49±1,29a	61,34±0,91ab
	SA	12	59,91±1,12a	62,48±1,55ab
	KMS	10	64,58±2,18a	59,31±3,39b
	PASP	12	61,84±0,56a	64,46±0,53a
Depolama süresi	Başlangıç	8	63,50±1,94a	63,5±1,94ab
	1. Depolama süresi	8	63,32±1,39a	64,93±1,26a
	2. Depolama süresi	8	62,57±2,55a	62,58±2,48ab
	3. Depolama süresi	8	60,72±0,84a	60,47±2,17ab
	4. Depolama süresi	8	60,20±2,03a	59,00±2,65b
	5. Depolama süresi	8	58,84±1,46a	60,91±3,42ab

¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,05). Depolama periyodunda başlangıç, 1, 2, 3, 4, 5. depolama süreleri 25 °C için sırasıyla 0, 14, 28, 42, 56 ve 70. günleri, 37 °C için ise sırasıyla 0, 7, 14, 21, 28 ve 35. günleri göstermektedir.

Farklı yenilebilir filmler ile kaplanmış ve 37 °C’de depolanan meyve barı örneklerinin elastikiyet değeri üzerinde etkili “*Kaplama x depolama süresi*” interaksiyonuna göre kontrol ile SA ve PASP ile kaplanmış olan barların depolama boyunca elastikiyet değerinin önemli bir değişiklik göstermediği görülmektedir (Şekil 4.2). Ancak KMS ile kaplanmış barların elastikiyet değerinde 14. günden itibaren önemli bir düşüş meydana gelmiştir.



Şekil 4.2. 37 °C’de depolanan meyve barı örneklerinin elastikiyet değeri üzerinde etkili “Kaplama x depolama süresi” interaksiyonu (SA: Sodyum aljinat, KMS: Karboksümetil selüloz, PASP: Peynir altı suyu proteini)

4.1.12. Çiğnenebilirlik

25 ve 37 °C’ de depolanan meyve barlarına ait çiğnenebilirlik değerlerinin 25 °C’de 714,3-2043,7 g, 37 °C’de ise 714,3-3936,4 g arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4.34.). Çizelge 4.35’deki varyans analiz sonuçlarına göre meyve barları üzerinde, 25 °C’ de kaplama faktörünün ($p < 0.01$), 37 °C’de ise kaplama ($p < 0.01$), depolama süresi ($p < 0.01$) faktörleri ve “Kaplama x depolama süresi” interaksiyonunun ($p < 0.05$) istatistik olarak önemli olduğu ortaya koyulmuştur.

Çizelge 4.34. Meyve barı örneklerine ait çiğnenebilirlik (g) değerleri¹

Depolama sıcaklığı (°C)	Depolama süresi (gün)	Kontrol	SA ²	KMS ³	PASP ⁴
25	0	1182,8±208,9	1169,3±31,6	714,3±69,9	1786,2±677,9
	14	1203,5±233,6	1457,4±193,4	816,3±60,4	1749,3±47,7
	28	1338,7±172,0	1259,9±187,8	918,3±190,7	1939,2±44,4
	42	1479,3±274,4	1224,9±89,1	1120,2±57,7	1994±215,9
	56	1466,1±445,0	1300,3±54,5	1279,8±190,9	2043,7±294,2
	70	1500,1±670,2	1414,0±55,1	1521,2±514,4	2006,2±68,4
37	0	1182,8±208,9	1169,3±31,6	714,3±69,9	1786,2±677,9
	7	1143,5±263,5	1518,0±142,5	784,9±26,8	1726,4±195,6
	14	1252,4±46,5	1592,5±273,5	855,6±16,2	2019,2±242,9
	21	1304,0±336,4	1624,5±48,8	856,0±26,3	2008,2±696,2
	28	2620,2±172,7	2133,2±83,2	854,8±96,7	2326,3±207,7
	35	3936,4±9,0	2443,0±33,4	1046,1±706,4	2434,7±388,5

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalaması±standart hata şeklinde sunulmuştur. ²SA: Sodyum aljinat. ³KMS: Karboksümetil selüloz. ⁴PASP: Peynir altı suyu proteini.

Çizelge 4.35. Meyve barı örneklerinin çignenebilirlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	25 °C		37 °C	
		KO	F	KO	F
Kaplama (K)	3	1578537,6	10,03**	3486633,8	19,78**
Depolama süresi (D)	5	170121,2	1,08öd	1891468,6	10,73**
K × D	15	36981,1	0,23öd	442517,5	2,51*
Hata	24	157411,3		176284,6	

**p<0,01 ve *p<0,05 düzeyinde önemli, öd: önemli değil

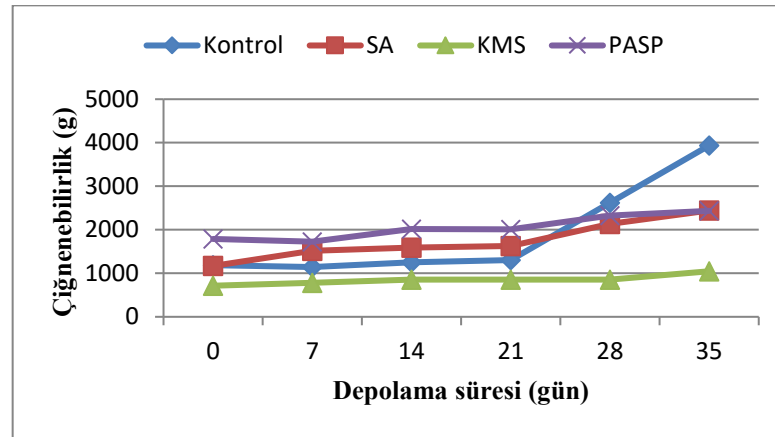
Çizelge 4.36'da 25 ve 37 °C'de depolanmış meyve barlarının çignenebilirlik değerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları verilmektedir. Depolama sıcaklığından bağımsız olarak en yüksek çignenebilirlik değerine sahip olan örnekler PASP ile kaplanmış olan barlar, en düşük çignenebilirlik değerine sahip olan örnekler ise KMS ile kaplanmış olan barlardır. Çignenebilirlik değeri örneklerin sertlik, kohezif yapışkanlık ve esneklik değerlerinden hesaplandığı için KMS ile kaplanan barların çignenebilirlik değerlerinin düşük olması beklenen bir durumdur (Gerçekaslan ve ark., 2007). SA ile kaplanmış olan barların çignenebilirlik değerleri kontrol örneği ile benzerlik göstermektedir. Oda sıcaklığında depolama süresince çignenebilirlik değerinde istatistiki anlamda önemli bir değişiklik gözlenmemiştir. 37 °C'de depolama süresince çignenebilirlik değerinde bir artış olduğu tespit edilmiştir. Marquez ve ark. (2017) çalışmalarında PASP ile kaplamanın depolama boyunca taze kesilmiş meyvelerin çignenebilirlik değerini arttırdığını ortaya koymuşlardır.

Çizelge 4.36. Meyve barı örneklerinin çignenebilirlik (g) değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Varyasyon kaynakları		n	25 °C	37 °C
Kaplama	Kontrol	12	1361,8±120,1b	1906,5±320,6a
	SA	12	1304,3±47,6b	1746,8±132,9a
	KMS	10	808,2±127,8b	852,0±93,4b
	PASP	12	1919,7±101,3a	2050,1±157,5a
Depolama süresi	Başlangıç	8	1213,2±197,2a	1213,1±197,2c
	1. Depolama süresi	8	1306,6±142,4a	1293,2±152,1c
	2. Depolama süresi	8	1364,0±151,7a	1429,9±176,4c
	3. Depolama süresi	8	1454,6±145,1a	1448,2±216,9c
	4. Depolama süresi	8	1522,5±158,9a	1983,6±261,1b
	5. Depolama süresi	8	1610,4±182,9a	2465,0±415,4a

¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütündeki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,05). Depolama periyodunda başlangıç, 1, 2, 3, 4, 5. depolama süreleri 25 °C için sırasıyla 0, 14, 28, 42, 56 ve 70. günleri, 37 °C için ise sırasıyla 0, 7, 14, 21, 28 ve 35. günleri göstermektedir.

37 °C'de depolanan ve çeşitli film materyalleri ile kaplanmış olan meyve barlarının çignenebilirlik değeri üzerinde etkili "Kaplama x depolama süresi" interaksiyonuna Şekil 4.3'de verilmektedir.



Şekil 4.3. 37 °C’de depolanan meyve barı örneklerinin çiğnenebilirlik değeri üzerinde etkili “Kaplama x depolama süresi” interaksyonunu (SA: Sodyum aljinat, KMS: Karboksümetil selüloz, PASP: Peynir altı suyu proteini)

Görüldüğü üzere başlangıçta en düşük çiğnenebilirlik değeri KMS ile kaplanmış olan barlara, en yüksek çiğnenebilirlik değeri ise PASP ile kaplanmış olan barlara aittir. Kontrol grubu örneklerin çiğnenebilirlik değeri depolamanın 21. gününe kadar benzer bulunmuşken 21. günden 35. güne kadar ciddi bir artış göstermiştir. PASP, SA ve KMS ile kaplanan barlarda ise daha düşük oranda artış meydana gelmiştir.

4.1.13. Toplam fenolik madde

Meyve barlarına ait toplam fenolik madde değerlerinin 25 °C’de depolanan barlarda 2010,8-3225,5 mg GAE/kg km, 37 °C’de depolanan barlarda ise 1533,5-3588,4 mg GAE/kg km arasında değiştiği görülmektedir (Çizelge 4.37).

Çizelge 4.37. Meyve barı örneklerine ait toplam fenolik madde (mg GAE/kg km) değerleri¹

Depolama sıcaklığı (°C)	Depolama süresi (gün)	Kontrol	SA ²	KMS ³	PASP ⁴
25	0	3225,5±25,4	3093,3±61,6	2833,2±162,4	2890,2±90,8
	14	2712,8±193,4	3190,9±169,1	2768,7±8,0	2630,1±139,1
	28	2721,1±2,3	3034,0±33,9	2697,1±140,0	2426,0±291,8
	42	2792,4±76,1	2838,6±30,1	2662,0±0,5	2371,9±145,2
	56	2360,5±271,4	2643,3±26,4	2476,2±202,1	2317,7±1,3
	70	2010,8±404,0	2788,5±187,1	2431,9±96,4	2345,5±17,8
37	0	3225,5±25,4	3093,3±61,6	2833,2±162,4	2890,2±90,8
	7	2651,8±19,9	3588,4±21,7	2942,2±12,7	3064,0±412,2
	14	2649,7±114,5	3579,4±30,7	2957,6±30,8	2991,5±191,9
	21	2647,6±209,1	3125,5±9,9	2915,1±67,9	2919,0±28,5
	28	2550,1±0,0	3054,3±22,9	2670,0±79,4	2823,3±12,4
	35	1533,5±104,6	2410,1±36,9	2356,0±98,9	2502,0±54,2

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalaması±standart hata şeklinde sunulmuştur. ²SA: Sodyum aljinat. ³KMS: Karboksümetil selüloz. ⁴PASP: Peynir altı suyu proteini.

Çizelge 4.38’de varyans analizi sonuçları, Çizelge 4.39’da 25 ve 37 °C’de depolanmış meyve barlarının depolama süresince toplam fenolik madde miktarında meydana gelen ortalama değişim verilmiştir. 25 ve 37 °C’de depolanan meyve barlarının toplam fenolik madde miktarları üzerinde kaplama ve depolama süresi faktörleri ($p<0.01$), ayrıca 37 °C’de “Kaplama x depolama süresi” interaksyonu istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir.

Oda sıcaklığında depolanan örneklerde SA ile kaplanmış olan barların toplam fenolik madde miktarı en yüksek bulunurken, PASP ve KMS ile kaplanmış olan barların fenolik madde miktarlarının kontrol ile benzer olduğu belirlenmiştir. Oda sıcaklığında olduğu gibi 37 °C’de de fenolik madde miktarını en iyi muhafaza eden film materyalinin SA olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.38. Meyve barı örneklerinin çığnenebilirlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	25 °C		37 °C	
		KO	F	KO	F
Kaplama (K)	3	399144,1	8,24**	733674,7	25,66**
Depolama süresi (D)	5	427230,5	8,82**	858934,9	30,04**
K × D	15	50071,7	1,03öd	102887,1	3,60**
Hata	24	48433,0		28589,5	

** $p<0,01$ düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Çizelge 4.39. Meyve barı örneklerinin toplam fenolik madde (mg GAE/kg km) miktarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Varyasyon kaynakları		n	25 °C	37 °C
Kaplama	Kontrol	12	2637,2±131b	2543±155,1c
	SA	12	2931,4±65,9a	3141,9±119,6a
	KMS	12	2644,9±58,2b	2779±69,5b
	PASP	12	2496,9±76,1b	2865±79,0b
	Başlangıç	8	3010,5±70,2a	3010,5±70,2a
Depolama süresi	1. Depolama süresi	8	2825,6±98,8ab	3061,6±150,1a
	2. Depolama süresi	8	2719,5±102,0b	3044,6±134,2a
	3. Depolama süresi	8	2666,2±75,6bc	2901,8±76,6ab
	4. Depolama süresi	8	2449,5±79,9cd	2774,4±72,9b
	5. Depolama süresi	8	2394,2±135,5d	2200,4±149,9c

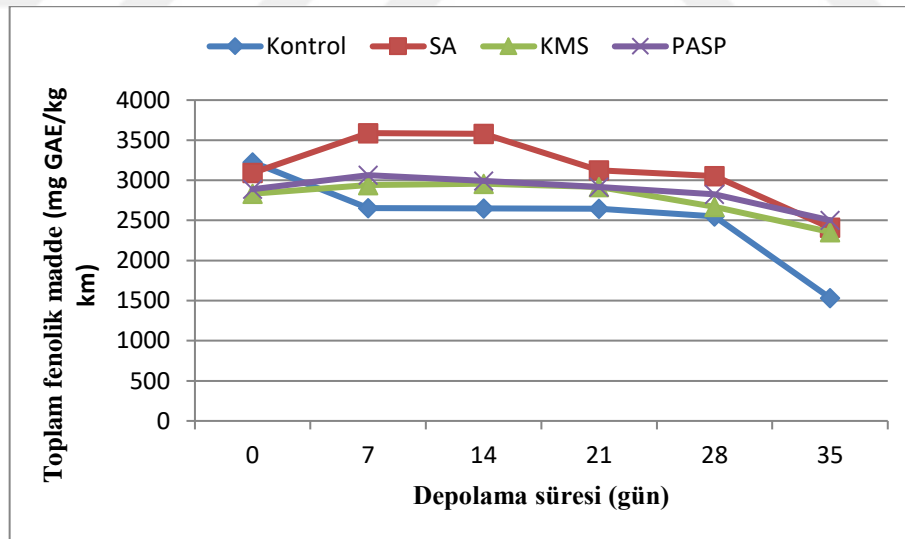
¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$). Depolama periyodunda başlangıç, 1, 2, 3, 4, 5. depolama süreleri 25 °C için sırasıyla 0, 14, 28, 42, 56 ve 70. günleri, 37 °C için ise sırasıyla 0, 7, 14, 21, 28 ve 35. günleri göstermektedir.

Temiz ve Yeşilsu (2006) yaptıkları derlemede yenilebilir film ile kaplamanın ürünün oksijen ile temasını keserek fenolik madde kaybını kısıtladıklarını belirtmişlerdir (Temiz ve Yeşilsu, 2006).

Yapılan bir çalışmada SA'dan üretilmiş olan filmlerin üründe bulunan aroma maddeleri ve ürünün bileşimini iyi bir oksijen bariyeri olarak koruduğu belirtilmektedir (Miller ve Krochta, 1997). Başka bir çalışmada ise protein ve polisakkarit bazlı filmlerin iyi bir oksijen bariyeri oldukları belirtilmiştir (Mokrejs ve ark., 2009).

Fenolik maddeler meyve ve sebzelere kendilerine özgü tadı, rengi ve aromayı oluşturan bileşiklerdir. Bu nedenle meyve ve sebzelerden elde edilen ürünlerin depolanmaları sırasında mutlaka kontrol edilmesi gereken bileşenlerdendir. Ürünün kendine özgü tadını koruması için fenoliklerin depolama süresince miktarında bir azalma olması istenmemektedir. Depolama süresince fenolik madde miktarında ciddi bir azalma olduğu görülmektedir. Bu durumun depolama süresince fenolik maddelerde meydana gelen oksidasyon ve polimerizasyon reaksiyonlarından kaynaklandığı değerlendirilmiştir.

Çeşitli yenilebilir filmler ile kaplanmış ve 37 °C'de depolanan meyve barı örneklerinin toplam fenolik madde miktarı üzerinde etkili "Kaplama x depolama süresi" interaksyonu Şekil 4.4'de gösterilmiştir. Toplam fenolik madde miktarında tüm barlarda düşüş yaşanmakla birlikte kontrol grubu barlarda daha büyük oranda bir düşüş meydana gelmiştir. SA, KMS ve PASP ile kaplanmış olan barlarda ise kontrol grubu barlara göre daha az oranda bir düşüş olduğu görülmektedir.



Şekil 4.4. 37 °C'de depolanan meyve barı örneklerinin toplam fenolik madde miktarı üzerinde etkili "Kaplama x depolama süresi" interaksyonu (SA: Sodyum aljinat, KMS: Karboksimetil selüloz, PASP: Peynir altı suyu proteini)

4.1.14. Antioksidan aktivite

Çizelge 4.40'da farklı materyallerle kaplanmış ve 25 ile 37 °C'de depolanmış meyve barlarına ait antioksidan aktivite değerleri verilmiştir. 25 °C'de depolanan barlarda 1105,9-1595,4 mg TEAA/kg km, 37 °C'de depolanan barlarda ise 842,8-1595,4 mg TEAA/kg km arasında değiştiği belirlenmiştir. Çizelge 4.41'de verilen varyans analizi sonuçları depolama sıcaklığından bağımsız olarak depolama süresi faktörünün antioksidan aktivite üzerinde önemli ($p<0.01$) etkisi olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.40. Meyve barı örneklerine ait antioksidan aktivite (mg TEAA/kg km) değerleri¹

Depolama sıcaklığı (°C)	Depolama süresi (gün)	Kontrol	SA ²	KMS ³	PASP ⁴
25	0	1595,4±120,4	1566,8±103,2	1484,6±19,6	1404,0±14,1
	14	1432,3±0,0	1436,2±83,4	1488,7±3,9	1424,3±63,5
	28	1449,8±0,7	1475,6±7,8	1420,1±32,6	1529,9±59,7
	42	1249,4±122,1	1334,4±75,7	1105,9±70,4	1328,7±55,8
	56	1246,9±50,0	1239,8±5,9	1108,5±39,9	1277,3±64,4
	70	1244,5±22,2	1145,2±64,0	1111,1±9,4	1225,8±72,9
37	0	1595,4±120,4	1566,8±103,2	1484,6±19,6	1404,0±14,1
	7	1543,5±107,8	1535,9±87,1	1458,9±40,9	1369,7±18,4
	14	1297,4±77,1	1379,7±23,5	1464,9±18,7	1350,6±15,1
	21	1349,2±80,5	1308,8±8,1	1470,9±3,5	1385,0±66,4
	28	1096,0±49,9	1351,4±13,2	1464,4±108,1	1222,5±332,7
	35	842,8±19,3	1146,7±5,5	1403,7±366,4	1081,9±127,4

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalaması±standart hata şeklinde sunulmuştur. ²SA: Sodyum aljinat. ³KMS: Karboksümetil selüloz. ⁴PASP: Peynir altı suyu proteini.

Çizelge 4.41. Meyve barı örneklerinin antioksidan aktivite değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	25 °C		37 °C	
		KO	F	KO	F
Kaplama (K)	3	19504,0	2,65öd	74486,1	2,62öd
Depolama süresi (D)	5	167130,7	22,68**	162384,5	5,72**
K × D	15	8697,1	1,18öd	26010,6	0,92
Hata	24	7368,1		28409,7	

** $p<0,01$ düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Çizelge 4.42'de iki farklı sıcaklıkta depolanmış meyve barlarının depolama süresince toplam antioksidan aktivite miktarında meydana gelen ortalama değişim görülmektedir. KMS ile kaplanmış olan örnekler en düşük antioksidan aktivite miktarına sahipken, PASP ve SA ile kaplanmış olan barlar kontrol ile benzer antioksidan aktivite göstermiştir. KMS ile kaplanmış olan barların fenolik madde miktarları düşük olması nedeniyle antioksidan aktivitenin de düşük olduğu görülmektedir. Oda sıcaklığında

depolama süresince 37 °C’de depolamada olduğu gibi antioksidan aktivite değerinde azalma olduğu görülmektedir.

37 °C’de depolanmış meyve barlarında depolama süresince en yüksek antioksidan aktivite gösteren meyve barları KMS ile kaplanmış olan barlardır. Diğer örneklerin antioksidan aktivitesi istatistiki olarak benzer bulunmuştur. Depolama süresince antioksidan aktivite miktarında fenolik madde miktarıyla benzer olarak sürekli bir düşüş gözlenmiştir. Bu düşüşlerin depolama boyunca üründe oksijenin katalizlediği reaksiyonlar ve esmerleşme reaksiyonları nedeniyle olduğu düşünülmektedir (Fernandes ve ark., 2011).

Çizelge 4.42. Meyve barı örneklerinin antioksidan aktivite (mg TEAA/kg km) değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Varyasyon kaynakları	n	25 °C	37 °C
Kaplama			
Kontrol	12	1369,7±45,9a	1287,4±81,7b
SA	12	1366,3±47,7a	1381,5±45,8ab
KMS	12	1286,5±55,2b	1457,9±48,0a
PASP	12	1365,0±35,0a	1302,3±56,6b
Depolama süresi			
Başlangıç	8	1512,7±41,5a	1512,7±41,5a
1. Depolama süresi	8	1445,4±22,0a	1477,0±38,3a
2. Depolama süresi	8	1468,8±20,0a	1373,2±27,9ab
3. Depolama süresi	8	1254,6±47,3b	1378,5±30,0ab
4. Depolama süresi	8	1218,1±29,9b	1283,6±84,8bc
5. Depolama süresi	8	1181,6±28,2b	1118,8±105,3c

¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,05). Depolama periyodunda başlangıç, 1, 2, 3, 4, 5. depolama süreleri 25 °C için sırasıyla 0, 14, 28, 42, 56 ve 70. günleri, 37 °C için ise sırasıyla 0, 7, 14, 21, 28 ve 35. günleri göstermektedir.

Yapılan bir derlemede film ile kaplamanın gıdanın oksijen ile ilişkisini keserek oksijenin katalizleyebileceği reaksiyonlara engel olduğu böylelikle üründe bileşen kaybını kısıtladığı belirlenmiştir (Shit ve Shah, 2014). Protein bazlı filmlerin çeşitli antimikrobiyal, antioksidan ve lezzet verici doğal kaynaklı bileşenlerin kaybını engellediği çalışmalarla belirlenmiştir (Calva-Estrada ve ark., 2019b). Marquez ve ark. (2017) çalışmalarında PASP ile kaplamanın taze kesilmiş meyvelerde antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarında meydana gelebilecek kayıpları engellediğini ortaya koymuşlardır.

4.1.15. Askorbik asit

25 ve 37 °C’ de depolanan meyve barlarına ait askorbik asit değerleri Çizelge 4.43’de verilmiştir. 25 °C’de depolanan barların askorbik asit değerlerinin 84,42-189,18

mg/kg km, 37 °C’de depolanan barların askorbik asit değerlerinin ise 18,39-187,05 mg/kg km arasında değiştiği belirlenmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre her iki sıcaklıkta da meyve barlarının askorbik asit değeri üzerinde kaplama ve depolama süresi faktörlerinin istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.44).

Farklı yenilebilir film materyalleriyle kaplanmış ve iki farklı sıcaklıkta depolanmış meyve barlarının depolama süresince ölçülen ortalama askorbik asit miktarları Çizelge 4.45’de verilmiştir. En yüksek askorbik asit değerleri PASP ile kaplanmış olan barlarda belirlenirken, SA ve KMS ile kaplanmış olan barların askorbik asit miktarlarının kontrol örneğine benzer olduğu görülmektedir. SA ve KMS’nin kontrole benzer askorbik asit içeriğine sahip olmasının en önemli nedenlerden birisi kaplama sırasında film çözeltilerine daldırma ile askorbik asidin çözeltiye difüzyonundan kaynaklanmaktadır. Nitekim Çizelge 4.43’de görüldüğü üzere kaplanmış örneklerin başlangıç askorbik asit içeriği kontrol örneklerine göre daha düşüktür. Ancak depolama sırasında SA ve KMS için kayıp yüzdeleri (sırasıyla %42 ve %29) kontrole göre (%49) daha düşüktür. Bu nedenle yenilebilir film ile kaplamanın askorbik asit degradasyonunu azaltıcı etki gösterdiği söylenebilir. Nitekim benzer şekilde, Toğrul ve Arslan (2004) çalışmalarında, KMS ile kaplamanın mandalinalarda depolama boyunca askorbik asit kaybını engellediğini ortaya koymuşlardır. Oms-Oliu ve ark. (2008) aljinat içerikli filmlerle armut dilimlerini kaplamışlar ve depolama sonunda askorbik asit miktarı ve antioksidan aktivitenin muhafaza edildiğini belirtmişlerdir. Bilboa-Sainz ve ark. (2018) film ile kaplamanın meyve barlarında askorbik asit miktarını koruduğunu ortaya koymuşlardır.

Çizelge 4.43. Meyve barı örneklerine ait askorbik asit (mg/kg km) değerleri¹

Depolama sıcaklığı (°C)	Depolama süresi (gün)	Kontrol	SA ²	KMS ³	PASP ⁴
25	0	187,05±14,31	145,89±1,51	131,22±0,77	186,06±2,58
	14	178,98±5,21	150,73±7,01	134,85±0,50	186,33±7,78
	28	161,51±3,45	143,61±2,00	124,15±3,58	186,6±12,98
	42	157,30±24,2	136,50±3,02	124,52±0,85	189,18±2,93
	56	159,13±3,61	131,41±0,63	124,89±1,87	188,56±7,01
	70	95,22±0,67	84,42±0,16	93,49±20,45	156,86±2,88
37	0	187,05±14,31	145,89±1,51	131,22±0,77	186,06±2,58
	7	132,79±13,78	88,13±2,49	111,61±0,53	122,08±3,06
	14	61,11±5,22	87,44±5,15	92,42±3,29	106,15±0,33
	21	64,01±1,64	80,90±2,85	84,93±1,72	107,08±0,10
	28	58,11±1,86	74,36±10,84	78,59±11,25	108,02±0,13
	35	18,39±9,46	69,78±10,52	50,16±2,84	105,25±16,84

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalaması±standart hata şeklinde sunulmuştur. ²SA: Sodyum aljinat. ³KMS: Karboksümetil selüloz. ⁴PASP: Peynir altı suyu proteini.

Jiang (2013) tarafından yapılan çalışmada, %2'lik SA içeriğine sahip film materyalleri ile kaplanmış olan mantarlarda depolama boyunca askorbik asit miktarında meydana gelebilecek değişimleri engellediğini belirtmiştir.

Çizelge 4.44. Meyve barı örneklerinin askorbik asit değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	25 °C		37 °C	
		KO	F	KO	F
Kaplama (K)	3	8473,1	67,62**	8664,0	63,17**
Depolama süresi (D)	5	3173,3	25,33**	3404,9	24,83**
K × D	15	156,3	1,25öd	205,6	1,50öd
Hata	24		125,3		137,2

**p<0,01 düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Çizelge 4.45. Meyve barı örneklerinin askorbik asit (mg/kg km) değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Varyasyon kaynakları		n	25 °C	37 °C
Kaplama	Kontrol	12	156,53±9,59b	86,91±17,13b
	SA	12	132,09±6,77c	91,08±7,91b
	KMS	12	122,19±4,80d	91,49±7,83b
	PASP	12	182,26±4,05a	122,44±9,00a
Depolama süresi	Başlangıç	8	162,55±9,69a	162,55±9,69a
	1. Depolama süresi	8	162,72±8,19a	113,65±6,81b
	2. Depolama süresi	8	153,97±9,09a	86,78±6,36c
	3. Depolama süresi	8	151,87±10,37a	84,23±5,84c
	4. Depolama süresi	8	150,99±9,65a	79,77±7,43c
	5. Depolama süresi	8	107,50±11,56b	60,90±12,62d

¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,05). Depolama periyodunda başlangıç, 1, 2, 3, 4, 5. depolama süreleri 25 °C için sırasıyla 0, 14, 28, 42, 56 ve 70. günleri, 37 °C için ise sırasıyla 0, 7, 14, 21, 28 ve 35. günleri göstermektedir.

Askorbik asit, indirgeyici ve şelatlayıcı madde olarak görev yapar ve serbest radikalleri temizlediği bilinmektedir. C vitamini olarak da bilinen askorbik asit, insanlar için vazgeçilmez bir besin bileşeni olduğu gibi çeşitli fizyolojik fonksiyonlarla da ilişkilidir. Güçlü antioksidan özellikleri nedeniyle reaktif oksijen türlerini temizlemede temel bir rol oynar. Ayrıca kollajen sentezinde rol oynayan hidroksilazlar ve monooksijenaz enzimleri için kofaktör olarak rol oynar (Li ve Schellhorn, 2007). Hücre ve dokulardaki antioksidan savunma mekanizmasının önemli bir bileşenidir (Wojdyło ve ark., 2016). Askorbik asitin yara iyileşmesi, bağışıklık sistemini güçlendirerek kanser riskini azaltmak, katarakt tedavisi ve astım semptomlarının kontrol altına alınması gibi çeşitli sağlığa faydalı özellikleri vardır. Bu nedenlerle, gıdalardan yeterli miktarda askorbik asit alımı insan vücudunun normal fizyolojik işleyişi bakımından gereklidir ve meyve ve sebzeler askorbik asidin en zengin doğal kaynaklarıdır (Fang ve ark., 2017).

Askorbik asit bakımından zengin bir içeriğe sahip olan meyve ve meyveli ürünlerin yukarıda sayılan özelliklerinden dolayı depolama süresince askorbik asit miktarını muhafaza etmeleri önem arz etmektedir. Depolama süresince askorbik asit miktarında istatistiki anlamda önemli bir azalış gözlenmiştir.

4.1.16. Kimyasal analizler ve enerji değerleri

Farklı yenilebilir film materyalleri ile kaplanmış ve kontrol grubu meyve barlarının protein, yağ, karbonhidrat, kül ve enerji değerleri Çizelge 4.46'da sunulmuştur.

Ürünlerin protein değerleri % 11,22-12,60 arasında değişim göstermiştir. Kontrol grubu, SA, KMS ve PAP ile kaplanmış olan örneklerin protein değerleri istatistiki olarak benzer bulunmuştur.

Meyve barlarının yağ değerleri % 10,63-12,58 arasında değişmiştir. Kontrol, SA, KMS ve PASP ile kaplanmış olan meyve barlarının yağ değerleri sırasıyla % 11,44, 12,58, 12,30 ve 10,63 olarak belirlenmiştir. Yağ değeri bakımından değerlendirildiğinde film ile kaplamanın istatistiki olarak önemli bir değişikliğe neden olmadığı görülmektedir. Ancak sayısal olarak değerlendirildiğinde SA ile kaplanmış olan barların yağ değerlerinin diğer barlardan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Meyve barlarının karbonhidrat değerleri % 57,29-61,10 arasında bulunmuştur. Kontrol grubu ve film ile kaplanmış olan ürünlerin karbonhidrat miktarları arasında istatistiki anlamda önemli bir fark olmasa da sayısal olarak değerlendirildiğinde PASP ile kaplanmış olan barların karbonhidrat değerlerinin diğer barlardan yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.46. Meyve barlarına ait kimyasal analiz ve enerji değerleri¹

Örnek	Protein (%)	Yağ (%)	Karbonhidrat (%)	Kül (%)	Enerji (kcal/100 g)
Kontrol	12,60±1,58a	11,44±0,78a	60,81±2,50a	2,29±0,05a	396,60±3,31a
SA	11,22±0,98a	12,58±0,90a	57,29±1,12a	2,34±0,06a	387,26±8,68a
KMS	11,73±1,27a	12,30±0,32a	57,74±3,05a	2,32±0,03a	388,60±4,27a
PASP	12,27±1,03a	10,63±0,32a	61,10±1,49a	2,37±0,02a	389,11±1,02a

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalaması±standart hata şeklinde sunulmuştur. ²SA: Sodyum aljinat. ³KMS: Karboksümetil selüloz. ⁴PASP: Peynir altı suyu proteini.

Üretilen meyve barlarında gerçekleştirilen kül tayini sonuçlarına göre kül değerlerinin %2,29-2,37 arasında olduğu görülmektedir. Film ile kaplamanın ürünlerin kül miktarında istatistiki olarak değişikliğe neden olmadığı sonucuna varılmıştır.

Farklı yenilebilir film materyalleri ile kaplanmış ve kontrol grubu meyve barlarının enerji değerleri Çizelge 4.46'da verilmektedir. Barların enerji değerleri 387,26-396,60 kcal/100 g arasında değişmiştir. Film ile kaplamanın enerji değerinde istatistiki olarak önemli bir değişikliğe neden olmadığı belirlenmiştir. Yapılan bir çalışmada kayısı ezmesi, yağsız süt tozu, kavrulmuş un ve yer fıstığı ile enerji barları üretilmiştir. Barların nem, protein, yağ, lif ve kül miktarları sırasıyla, %17-19, %10-11, %7-7,5, %5,5-6 ve %4-4,30 arasında bulunmuştur (Salim ur ve ark., 2012). Padmashree ve ark. (2012) çalışmalarında, buğday, mısır ve soya lesitinine bağlayıcı olarak mısır şurubu ve çeşitli tatlandırıcılar ekleyerek tahıl barı üretmişlerdir. Barların maksimum enerji değerleri 484 kcal/100 g olarak belirlenmiştir. Barların nem miktarları %7,2, protein miktarları %18,8, yağ miktarları %24,3, kül miktarları %1,7, karbonhidrat miktarları %16,9, diyet lif %0,46, toplam şeker miktarı ise %30,6 olduğu belirlenmiştir.

4.1.17. Duyusal analiz

Farklı yenilebilir film materyalleri ile kaplanmış ve kontrol grubu meyve barlarının duysal değerlendirme sonuçları Çizelge 4.47'de gösterilmiştir. Duysal analizler örneklerin üretildiği gün de (0. gün) gerçekleştirilmiştir. Duysal değerlendirme kapsamında ürünlerde görünüş, tekstür, çiğnenebilirlik ve tat değerlendirilmiştir. Film ile kaplamanın duysal analiz sonuçlarında istatistiki olarak önemli bir değişikliğe neden olmadığı belirlenmiştir. Kullanılan film materyallerinin renksiz, tatsız ve kokusuz olmasından dolayı ürünlerde duysal bir farklılığın oluşmadığı düşünülmektedir (Han, 2014).

Sayısal olarak değerlendirildiğinde farklı yenilebilir film materyalleri ile kaplanmış olan barlar arasından görünüş, tekstür, çiğnenebilirlik ve tat özellikleri bakımından en beğenilen meyve barları SA ile kaplanmış olanlardır.

Oms-Oliu ve ark. (2008) çalışmalarında aljinat içerikli filmler ile armut dilimlerini kaplayarak 4 °C'de 14 gün depolama süresi boyunca film materyalinin üründen uçucu bileşenlerin kaybını engelleyerek duysal özelliklerini korumasını sağladığını ortaya koymuşlardır. Yapılan bir çalışmada kuruyemişler PASP ile kaplanmış ve çalışma sonucunda PASP ile kaplamanın ürünün oksidatif ve hidrolitik kayıplarını azalttığını ve duysal özelliklerinde iyileşme sağladığı belirlenmiştir (Mehyar ve ark., 2012).

Çizelge 4.47. Meyve barlarına ait duyusal analiz sonuçları¹

Örnek	Görünüş	Tekstür	Çiğnenebilirlik	Tat	Genel beğeni
Kontrol	5.21±0.25a	5.54±0.15a	5.71±0.29a	5.90±0.18a	5.80±0.09a
SA	4.72±0.20a	5.33±0.02a	5.61±0.54a	5.64±0.21a	5.82±0.10a
KMS	4.62±0.15a	5.22±0.40a	5.38±0.31a	5.30±0.09a	5.56±0.21a
PASP	5.02±0.29a	5.31±0.01a	5.13±0.41a	5.01±0.3a	5.50±0.07a

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalaması±standart hata şeklinde sunulmuştur. ²SA: Sodyum aljinat. ³KMS: Karboksimetil selüloz. ⁴PASP: Peynir altı suyu proteini.

4.2. Tahıl Barı Analiz Sonuçları

4.2.1. Nem

25 ve 37 °C'de depolanan tahıl barlarına ait nem değerleri Çizelge 4.48'de verilmiştir. 25 °C'de depolanan barların nem değerlerinin %9,13-16,40, 37 °C'de depolanan barların nem değerlerinin ise %8,76-15,68 arasında değiştiği görülmektedir. Varyans analizi sonuçlarına göre 25 °C'de tahıl barlarının nem değeri üzerinde kaplama (p<0.01), 37 °C'de kaplama (p<0.01) ve depolama süresi (p<0.05) faktörlerinin istatistikî olarak önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.49).

Çizelge 4.48. Tahıl barı örneklerine ait nem (%) değerleri¹

Depolama sıcaklığı (°C)	Depolama süresi (gün)	Kontrol	SA ²	KMS ³	PASP ⁴
25	0	9,59±0,33	13,68±0,09	15,04±0,26	14,41±1,03
	14	10,16±0,08	15,28±1,10	13,25±0,26	13,00±0,89
	28	9,13±0,34	15,93±0,18	13,12±0,17	14,21±1,02
	42	10,02±0,24	16,40±1,13	14,08±0,52	13,24±0,39
	56	9,96±0,08	15,41±0,53	14,81±1,81	14,12±1,87
	70	9,95±0,39	14,88±1,30	14,37±0,64	13,51±1,33
37	0	9,59±0,33	13,68±0,09	15,04±0,26	14,41±1,03
	7	10,33±0,27	15,68±0,37	15,26±0,68	14,21±0,85
	14	10,07±0,25	14,51±0,52	14,96±1,06	14,07±1,25
	21	10,08±0,69	15,35±0,99	13,45±0,28	13,53±1,45
	28	9,02±0,16	14,57±0,56	12,30±0,28	12,27±0,82
	35	8,76±0,09	14,22±0,92	13,68±0,70	12,20±1,12

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalaması±standart hata şeklinde sunulmuştur. ²SA: Sodyum aljinat. ³KMS: Karboksimetil selüloz. ⁴PASP: Peynir altı suyu proteini.

Çizelge 4.49. Tahıl barı örneklerinin nem değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	25 °C		37 °C	
		KO	F	KO	F
Kaplama (K)	3	67,73	46,76**	62,02	57,12**
Depolama süresi (D)	5	0,44	0,30öd	3,99	3,68*
K × D	15	1,17	0,81öd	0,85	0,78öd
Hata	24	1,45		1,09	

**p<0,01 ve *p<0,05 düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Çizelge 4.50'de 25 ve 37 °C'de depolanmış tahıl barlarının depolama süresince nem değerinde meydana gelen ortalama değişim verilmiştir. 25 °C'de en yüksek nem değerine sahip olan barlar SA ile kaplanmış olan örnekler, en düşük nem değerine sahip olan barlar kontrol örnekleridir. PASP ve KMS ile kaplanmış olan barların nem değerleri istatistiki açıdan benzer bulunmuştur. Depolama süresince nem değerinde istatistiki olarak önemli bir değişiklik meydana gelmemiştir.

Farklı yenilebilir film materyalleriyle kaplanmış ve 37 °C'de depolanmış tahıl barlarında depolama süresince en yüksek nem değerine sahip olan barlar SA ile kaplanmış olan barlardır. Depolama süresince nem miktarında düşüş meydana gelmiştir. Belirtildiği üzere kontrol grubu örneklerin nem değerinin daha düşük bulunmasının nedeninin depolama boyunca ürünün kaybettiği su miktarıyla orantılı olduğu düşünülmektedir. Filmlerle kaplanmış barların yüksek nem içeriğinin kaplama işlemi sırasında ürüne difüze olan sudan kaynaklandığı değerlendirilmiştir. Yapılan bir çalışmada aljinat bazlı filmlerin su geçirgenliğinin oldukça yüksek olduğu bulunmuştur (Tapia ve ark., 2007). Benavides ve ark. (2012), çalışmalarında SA'nın hidrofilik yapılarından bahsetmektedir. Albert ve ark. (2002), çalışmalarında tahıl ürünlerinde PASP ile kaplamanın su kaybını engellediği sonucuna varmışlardır. Marquez ve ark. (2014), çalışmalarında PASP ile kaplamanın pişirilmiş gıdalarda nem kaybını engellediğini ortaya koymuşlardır. Oms-Oliu ve ark. (2008), çalışmalarında polisakarit bazlı filmlerin su buharı direncini arttırarak depolama süresince üründe nem dengesinin sağlandığı belirtmişlerdir.

Çizelge 4.50. Tahıl barı örneklerinin nem (%) değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Varyasyon kaynakları		n	25 °C	37 °C
Kaplama	Kontrol	12	9,80±0,13c	9,64±0,20c
	SA	12	15,26±0,37a	14,67±0,28a
	KMS	12	14,11±0,33b	14,12±0,37ab
	PASP	12	13,75±0,39b	13,45±0,43b
Depolama süresi	Başlangıç	8	13,18±0,83a	13,18±0,83ab
	1. Depolama süresi	8	12,92±0,74a	13,87±0,83a
	2. Depolama süresi	8	13,10±0,97a	13,40±0,81a
	3. Depolama süresi	8	13,43±0,90a	13,10±0,81ab
	4. Depolama süresi	8	13,57±0,95a	12,04±0,77b
	5. Depolama süresi	8	13,18±0,82a	12,21±0,86b

¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki birbirinden farklıdır (p<0,05). Depolama periyodunda başlangıç, 1, 2, 3, 4, 5. depolama süreleri 25 °C için sırasıyla 0, 14, 28, 42, 56 ve 70. günleri, 37 °C için ise sırasıyla 0, 7, 14, 21, 28 ve 35. günleri göstermektedir.

4.2.2. L^* (parlaklık)

25 ve 37 °C’de depolanan farklı yenilebilir film materyalleri ile kaplanmış ve kontrol grubu tahıl barlarına ait L^* değerleri Çizelge 4.51’de verilmiştir. 25 °C’de depolanan barların L^* değerlerinin 53,01-60,23, 37 °C’de depolanan barların L^* değerlerinin ise 46,91-59,64 arasında değiştiği görülmektedir. Varyans analizi sonuçlarına göre her iki sıcaklıkta da tahıl barlarının L^* değeri üzerinde kaplama ve depolama süresi ($p<0.01$) faktörlerinin istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.52).

25 ve 37 °C’de depolanmış tahıl barlarının depolama süresince L^* değerinde meydana gelen ortalama değişim Çizelge 4.53’de verilmiştir. PASP ile kaplanmış olan barlar en yüksek L^* değerine sahip olmuş ve diğer örnekler arasında önemli farklılık tespit edilmemiştir. Oda sıcaklığında depolama süresince L^* değerlerinde önemli bir düşüş meydana gelmiştir.

Çizelge 4.51. Tahıl barı örneklerine ait L^* değerleri¹

Depolama sıcaklığı (°C)	Depolama süresi (gün)	Kontrol	SA ²	KMS ³	PASP ⁴
25	0	56,60±1,89	57,22±0,55	58,85±1,31	59,64±4,02
	14	55,95±0,04	56,61±1,22	57,94±0,44	60,23±1,30
	28	56,23±1,94	55,98±0,12	56,10±1,20	58,27±1,14
	42	56,07±1,46	55,99±0,69	55,71±0,01	57,42±0,58
	56	55,91±0,98	53,64±0,32	53,78±0,35	56,66±0,44
	70	53,51±0,15	53,23±0,08	53,01±0,00	56,02±1,61
37	0	56,60±1,89	57,22±0,55	58,85±1,31	59,64±4,02
	7	55,16±1,67	54,66±0,32	54,16±0,52	55,88±1,07
	14	53,73±1,45	52,09±0,09	49,47±2,36	52,12±1,89
	21	52,74±2,03	49,29±0,74	49,45±0,86	52,04±0,05
	28	53,93±0,79	49,28±0,17	50,47±0,54	53,05±0,21
	35	53,93±0,30	49,44±0,07	46,91±0,96	52,10±2,76

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalaması±standart hata şeklinde sunulmuştur. ²SA: Sodyum aljinat. ³KMS: Karboksümetil selüloz. ⁴PASP: Peynir altı suyu proteini.

Çizelge 4.52. Tahıl barı örneklerinin L^* değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	25 °C		37 °C	
		KO	F	KO	F
Kaplama (K)	3	17,06	5,30**	24,9	5,71**
Depolama süresi (D)	5	19,94	6,20**	68,81	15,79**
K × D	15	1,23	0,38öd	4,20	0,96öd
Hata	24		3,22		4,36

** $p<0,01$ düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Farklı yenilebilir film materyalleriyle kaplanmış ve 37 °C’de depolanmış tahıl barlarının depolama süresince en yüksek L^* değerine sahip olan örnekler kontrol barları

ile PASP ile kaplanmış olan barlardır. PASP ile kaplamanın ürünün parlaklığını arttırdığı düşünülmektedir. SA ve KMS ile kaplanmış olan barların L^* değerleri ise birbiri ile istatistiki anlamda benzer bulunmuştur. Depolama süresince L^* değerinde sürekli bir azalma meydana gelmiştir. Bu nedenle barların zamanla renklerinin koyulaştığı dolayısıyla esmerleşme reaksiyonlarının meydana geldiği görülmektedir. L^* değerinde meydana gelen değişimler esmerleşme reaksiyonlarının bir göstergesidir. Ürünlerin L^* değerinde düşüş meydana gelmesi depolama boyunca esmerleşme reaksiyonlarının meydana geldiğini göstermektedir (Rhim ve Hong, 2011). Koyuncu ve Savran (2002) yaptıkları derlemede, PASP'ın ürüne parlaklık verici özelliğe sahip olduğunu söylemişlerdir. Olivas ve Barbosa Canovas (2005) çalışmalarında, film ile kaplamanın kesilmiş meyvelerde bariyer görevi yaparak meydana gelebilecek esmerleşme reaksiyonlarını engellediği ve böylelikle depolama süresini uzattığı sonucuna varmışlardır.

Çizelge 4.53. Tahıl barı örneklerinin L^* değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Varyasyon kaynakları		n	25 °C	37 °C
Kaplama	Kontrol	12	55,71±0,50b	54,35±0,58a
	SA	12	55,45±0,49b	51,99±0,93b
	KMS	12	55,90±0,67b	51,55±1,24b
	PASP	12	58,04±0,74a	54,14±1,07a
Depolama süresi	Başlangıç	8	58,08±1,00a	58,08±1,00a
	1. Depolama süresi	8	57,68±0,71a	54,97±0,46b
	2. Depolama süresi	8	56,65±0,60ab	51,85±0,86c
	3. Depolama süresi	8	56,30±0,41ab	50,88±0,73c
	4. Depolama süresi	8	55,00±0,54bc	51,68±0,74c
	5. Depolama süresi	8	53,94±0,55c	50,59±1,15c

¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$). Depolama periyodunda başlangıç, 1, 2, 3, 4, 5. depolama süreleri 25 °C için sırasıyla 0, 14, 28, 42, 56 ve 70. günleri, 37 °C için ise sırasıyla 0, 7, 14, 21, 28 ve 35. günleri göstermektedir.

4.2.3. a^* (kırmızılık)

Tahıl barlarına ait a^* değerlerinin 25 °C'de depolanan barlarda 2,71-3,73, 37 °C'de depolanan barlarda ise 2,99-5,33 arasında değiştiği görülmektedir (Çizelge 4.54). Çizelge 4.55'de varyans analizi sonuçları verilmektedir. 37 °C'de depolanan tahıl barlarının a^* değeri üzerinde depolama süresi faktörünün istatistiki olarak önemli ($p<0,01$) olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.54. Tahıl barı örneklerine ait a^* değerleri¹

Depolama sıcaklığı (°C)	Depolama süresi (gün)	Kontrol	SA ²	KMS ³	PASP ⁴
25	0	3,73±0,21	3,25±0,45	3,08±0,34	2,99±0,26
	14	3,49±0,24	3,69±0,26	3,30±0,20	3,32±0,51
	28	3,48±0,12	3,64±0,39	3,55±0,08	3,28±0,39
	42	3,38±0,20	3,27±0,12	3,40±0,24	3,36±0,08
	56	3,20±0,25	3,09±0,07	3,06±0,11	3,03±0,04
	70	3,12±0,06	3,00±0,11	3,12±0,30	2,71±0,01
37	0	3,73±0,21	3,25±0,45	3,08±0,34	2,99±0,26
	7	3,56±0,11	3,62±0,11	3,29±0,43	3,56±0,08
	14	3,38±0,00	3,99±0,23	3,49±0,51	4,14±0,10
	21	3,78±0,39	3,99±0,21	4,19±0,57	4,51±0,24
	28	3,66±0,40	3,92±0,17	4,00±0,25	4,07±0,01
	35	4,13±0,69	4,58±0,32	5,10±0,12	5,33±0,05

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalaması±standart hata şeklinde sunulmuştur. ²SA: Sodyum aljinat. ³KMS: Karboksimetil selüloz. ⁴PASP: Peynir altı suyu proteini.

Çizelge 4.55. Tahıl barı örneklerinin a^* değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	25 °C		37 °C	
		KO	F	KO	F
Kaplama (K)	3	0,18	1,44öd	0,31	1,58öd
Depolama süresi (D)	5	0,32	2,51öd	2,27	11,38**
K × D	15	0,05	0,40öd	0,21	1,07öd
Hata	24		0,12		0,20

**p<0,01 düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Çizelge 4.56’da 25 ve 37 °C’de depolanmış tahıl barlarının depolama süresince a^* değerinde meydana gelen ortalama değişim verilmiştir. Kontrol, SA, KMS ve PASP ile kaplanmış olan tahıl barlarının a^* değerleri birbiri ile benzerlik göstermektedir. 25°C’de depolama süresince a^* değerlerinde dalgalanmalar görülse de istatistiki anlamda önemli bir değişiklik meydana gelmemiştir. Ancak 37 °C’de depolanmış tahıl barlarının a^* değerinde depolama süresince artış meydana gelmiştir.

Çizelge 4.56. Tahıl barı örneklerinin a^* değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Varyasyon kaynakları	n	25 °C	37 °C
Kaplama	Kontrol	12	3,40±0,08a
	SA	12	3,32±0,11a
	KMS	12	3,25±0,09a
	PASP	12	3,11±0,11a
Depolama süresi	Başlangıç	8	3,26±0,17ab
	1. Depolama süresi	8	3,45±0,14a
	2. Depolama süresi	8	3,49±0,12a
	3. Depolama süresi	8	3,35±0,07ab
	4. Depolama süresi	8	3,09±0,06ab
	5. Depolama süresi	8	2,99±0,09b

¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,05). Depolama periyodunda başlangıç, 1, 2, 3, 4, 5. depolama süreleri 25 °C için sırasıyla 0, 14, 28, 42, 56 ve 70. günleri, 37°C için ise sırasıyla 0, 7, 14, 21, 28 ve 35. günleri göstermektedir.

4.2.4. b^* (sarılık)

25 ve 37 °C’de depolanan tahıl barlarına ait b^* değerlerinin sırasıyla 15,10-18,95 ve 16,18-22,70 arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4.57). Tahıl barlarının b^* değerine ait varyans analizi sonuçları incelendiğinde 25 °C’de kaplama ve depolama süresi faktörlerinin ($p<0.01$), 37°C’de ise yalnızca kaplama faktörü ile “*Kaplama x depolama süresi*” interaksiyonunun istatistiki olarak önemli etkisi olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.58).

Çizelge 4.57. Tahıl barı örneklerine ait b^* değerleri¹

Depolama sıcaklığı (°C)	Depolama süresi (gün)	Kontrol	SA ²	KMS ³	PASP ⁴
25	0	18,95±1,18	18,21±0,61	18,11±0,08	18,78±1,19
	14	18,35±0,02	18,27±0,04	17,85±0,25	18,91±0,32
	28	18,43±0,00	18,10±0,78	16,93±0,13	18,19±0,29
	42	18,08±0,29	18,08±0,43	16,01±0,01	17,44±0,28
	56	17,77±0,27	17,76±0,44	15,82±0,5	16,59±0,06
	70	17,56±0,61	17,18±0,01	15,10±0,33	15,74±0,16
37	0	18,95±1,18	18,21±0,61	18,11±0,08	18,78±1,19
	7	17,87±0,85	18,56±1,05	17,45±0,01	19,78±0,59
	14	16,80±0,53	18,92±2,70	16,80±0,09	20,77±0,01
	21	17,45±0,23	19,49±0,08	16,67±0,18	20,93±0,87
	28	18,01±0,03	16,18±0,68	16,49±0,16	21,82±0,09
	35	20,00±0,27	16,81±0,18	16,35±0,31	22,70±0,69

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalaması±standart hata şeklinde sunulmuştur. ²SA: Sodyum aljinat. ³KMS: Karboksimetil selüloz. ⁴PASP: Peynir altı suyu proteini.

Çizelge 4.58. Tahıl barı örneklerinin b^* değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	25 °C		37 °C	
		KO	F	KO	F
Kaplama (K)	3	5,54	12,21**	31,68	25,40**
Depolama süresi (D)	5	5,35	11,80**	0,66	0,53öd
K × D	15	0,50	1,11öd	3,33	2,67*
Hata	24	0,45		1,25	

** $p<0,01$ ve * $p<0,05$ düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Çizelge 4.59’da 25 ve 37 °C’de depolanmış tahıl barlarının depolama süresince b^* değerinde meydana gelen ortalama değişim verilmiştir. 25 °C’de KMS ile kaplanan barların b^* değerleri kontrolden daha düşüktür. SA ve PASP ile kaplanan barların b^* değerleri ise kontrol ile benzer bulunmuştur.

37 °C’de depolanmış tahıl barlarının depolama süresince ölçülen ortalama b^* değerlerine bakıldığında KMS ile kaplanmış olan tahıl barları en düşük, PASP ile kaplanan barlar ise en yüksek b^* değerine sahiptir. SA ile kaplanan barların b^* değeri

kontrol ile benzerlik göstermiştir. b^* değerinde gözlemlenen bu farklılıkların nedeni biyofilmlerin kendilerine has renklerinden kaynaklanmaktadır. PASP'ın kendine özgü sarımsı rengi ürünün b^* değerinde artış meydana getirmiştir. Trezza ve Krochta (2000), çalışmalarında PASP'ın laktoz içeriği nedeniyle depolama süresince sarılık değerinde bir artış meydana geldiğini belirtmişlerdir.

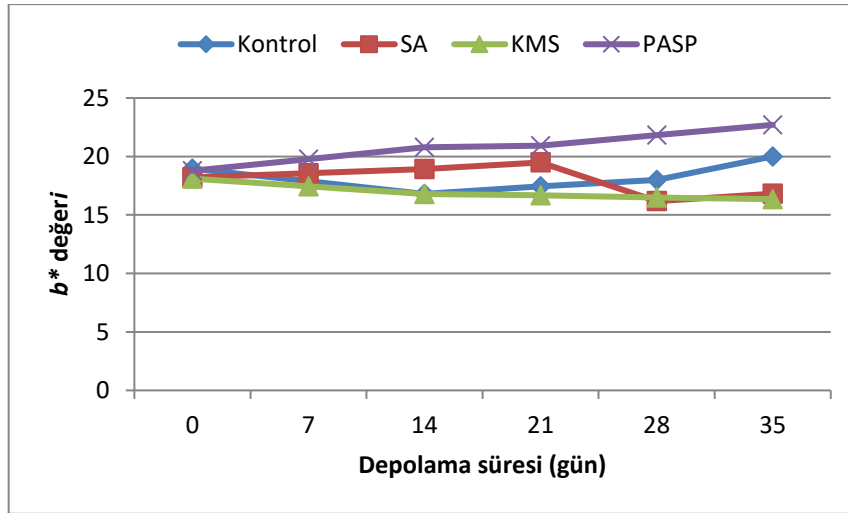
Depolama süresince 25 °C'de depolanan barlarda b^* değerinde azalma meydana gelirken 37 °C'de istatistiki olarak önemli bir değişikliğin meydana gelmemesinin nedeninin 25 °C'de depolama süresinin daha uzun olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Benzer şekilde oda sıcaklığında depolanmış tahıl barlarının b^* değerlerinde depolama süresince azalma meydana gelmiştir (Yadav ve Bhatnagar, 2016).

Çizelge 4.59. Tahıl barı örneklerinin b^* değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Varyasyon kaynakları		n	25 °C	37 °C
Kaplama	Kontrol	12	18,19±0,22a	18,18±0,37b
	SA	12	17,93±0,18a	18,03±0,51b
	KMS	12	16,64±0,34b	16,98±0,19c
	PASP	12	17,61±0,38a	20,80±0,44a
Depolama süresi	Başlangıç	8	18,51±0,36a	18,51±0,36a
	1. Depolama süresi	8	18,34±0,16a	18,42±0,43a
	2. Depolama süresi	8	17,91±0,27ab	18,32±0,81a
	3. Depolama süresi	8	17,40±0,34bc	18,64±0,66a
	4. Depolama süresi	8	16,99±0,34cd	18,13±0,86a
	5. Depolama süresi	8	16,40±0,40d	18,97±0,99a

¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$). Depolama periyodunda başlangıç, 1, 2, 3, 4, 5. depolama süreleri 25 °C için sırasıyla 0, 14, 28, 42, 56 ve 70. günleri, 37 °C için ise sırasıyla 0, 7, 14, 21, 28 ve 35. günleri göstermektedir.

Farklı yenilebilir filmler ile kaplanmış ve 37 °C'de depolanan tahıl barı örneklerinin b^* değeri üzerinde etkili “*Kaplama x depolama süresi*” interaksiyonuna göre PASP ile kaplanmış olan tahıl barlarının b^* değerinin depolama süresince artış gösterdiği görülmektedir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. 37 °C’de depolanan tahıl barı örneklerinin b^* değeri üzerinde etkili “Kaplama x depolama süresi” interaksyonu (SA: Sodyum aljinat, KMS: Karboksümetil selüloz, PASP: Peynir altı suyu proteini)

KMS ile kaplanmış barlarda ise tam tersi şekilde depolama süresince b^* değerinde az oranda bir düşüş meydana gelmiştir. SA ile kaplanmış olan tahıl barlarında depolamanın 21. gününe kadar b^* değerinde artış daha sonra ise azalış olduğu görülmektedir. 35. günde PASP ve SA ile kaplanmış olan barların b^* değerleri arasındaki fark açılmıştır.

4.2.5. Ton açısı

Tahıl barlarına ait ton açısı değerleri Çizelge 4.60’da verilmiştir. Ton açısı değerinin 25 °C’de depolanan barlarda 77,07-80,75, 37 °C’de depolanan barlarda ise 72,66-80,88 arasında değiştiği görülmektedir.

Çizelge 4.60. Tahıl barı örneklerine ait ton açısı değerleri¹

Depolama sıcaklığı (°C)	Depolama süresi (gün)	Kontrol	SA ²	KMS ³	PASP ⁴
25	0	78,83±0,02	79,89±1,08	80,17±1,10	80,75±1,42
	14	78,68±0,87	79,14±0,20	79,75±0,88	79,90±0,15
	28	78,62±0,31	79,53±0,43	79,14±0,21	79,72±1,39
	42	78,45±1,30	79,71±0,08	79,27±0,96	79,43±0,51
	56	77,07±0,54	79,50±0,28	79,08±0,13	79,51±0,28
	70	77,16±0,80	79,60±0,74	78,19±0,05	79,58±0,05
37	0	78,85±0,05	79,91±1,05	80,34±1,10	80,88±1,36
	7	78,74±0,20	78,91±0,95	79,34±1,35	79,78±0,53
	14	78,62±0,36	77,95±1,02	78,27±1,60	78,74±0,27
	21	77,80±1,05	78,42±0,65	75,89±1,97	77,84±0,15
	28	78,53±1,21	76,38±0,01	76,35±0,95	77,31±0,21
	35	78,36±1,74	74,75±1,17	72,66±0,69	76,77±0,27

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalaması±standart hata şeklinde sunulmuştur. ²SA: Sodyum aljinat. ³KMS: Karboksümetil selüloz. ⁴PASP: Peynir altı suyu proteini.

Çizelge 4.61’de verilen varyans analizi sonuçlarına göre 25 °C’de tahıl barlarının ton açısı değeri üzerinde kaplama, 37 °C’de ise depolama süresi faktörlerinin istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.61. Tahıl barı örneklerinin ton açısı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	25 °C		37 °C	
		KO	F	KO	F
Kaplama (K)	3	6,60	6,18**	5,41	2,73öd
Depolama süresi (D)	5	1,64	1,54öd	19,43	9,81**
K × D	15	0,38	0,36öd	2,71	1,37öd
Hata	24		1,07		1,98

** $p<0,01$ düzeyinde önemli, öd: önemli değil

25 ve 37 °C’de depolanmış tahıl barlarının depolama süresince ton açısı değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.62’de verilmiştir. Kontrol örnekleri en düşük ton açısı değerlerine sahip olduğu ve kaplanmış olan barların ton açısı değerleri birbirine benzer ve kontrol örneğinden yüksek olduğu belirlenmiştir. Depolama süresince ton açısı değerinde bir düşüş meydana gelmiştir. 37 °C’de depolanmış tahıl barlarının ton açısı değerine kıyasla daha az bir düşüş olduğu görülmektedir. Bunun nedeni olarak daha yüksek sıcaklıklardan ton açısının daha fazla etkilenmiş olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.62. Tahıl barı örneklerinin ton açısı değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Varyasyon kaynakları		n	25 °C	37 °C
Kaplama	Kontrol	12	78,13±0,32b	78,48±0,31a
	SA	12	79,56±0,19a	77,72±0,58ab
	KMS	12	79,27±0,28a	77,14±0,87b
	PASP	12	79,81±0,29a	78,56±0,47a
Depolama süresi	Başlangıç	8	79,91±0,48a	80,00±0,48a
	1. Depolama süresi	8	79,37±0,30ab	79,19±0,36ab
	2. Depolama süresi	8	79,25±0,33ab	78,40±0,39bc
	3. Depolama süresi	8	79,22±0,37ab	77,49±0,57c
	4. Depolama süresi	8	78,79±0,40ab	77,14±0,45c
	5. Depolama süresi	8	78,63±0,44b	75,64±0,91d

¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütündeki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$). Depolama periyodunda başlangıç, 1, 2, 3, 4, 5. depolama süreleri 25 °C için sırasıyla 0, 14, 28, 42, 56 ve 70. günleri, 37 °C için ise sırasıyla 0, 7, 14, 21, 28 ve 35. günleri göstermektedir.

37 °C’de depolanmış tahıl barlarından en düşük ton açısı değerine sahip olan barlar KMS ile kaplanmış olan barlardır. SA ve PASP ile kaplanan barların ton açısı değerleri kontrol ile benzerlik göstermiştir. Depolama süresince ton açısı değerinde düşüş meydana

gelmiştir. Sıcaklık ve diğer ortam şartlarının etkisiyle ürünlerin ton açısı değerlerinin değişim gösterdiği düşünülmektedir. Yapılan bir çalışmada dilimlenmiş kırmızı guava meyvesinin raf ömrünün uzatılması amacıyla meyveler KMS ile kaplanmıştır. Depolama sırasında ton açısı değerinin ortam şartlarından etkilenerek değişiklik gösterdiği belirlenmiştir (Forato ve ark., 2015).

4.2.6. Doygunluk

25 °C’de depolanan barların doygunluk değerlerinin 15,86-19,32, 37 °C’de depolanan barların doygunluk değerlerinin ise 16,92-23,40 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.63). Çizelge 4.64’de verilen varyans analizi sonuçlarına göre depolama süresi faktörünün 25 °C’de $p<0.01$ derecesinde, 37 °C’de kaplama faktörü ve “Kaplama x depolama süresi” interaksiyonunun $p<0.01$ derecesinde istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.63. Tahıl barı örneklerine ait doygunluk değerleri¹

Depolama sıcaklığı (°C)	Depolama süresi (gün)	Kontrol	SA ²	KMS ³	PASP ⁴
25	0	19,32±1,19	18,50±0,68	18,39±0,02	19,04±1,14
	14	18,62±0,05	18,66±0,03	18,23±0,29	18,86±0,20
	28	18,52±0,00	18,33±0,18	18,31±0,01	18,50±0,22
	42	18,39±0,29	18,39±0,45	18,38±0,38	17,79±0,28
	56	18,11±0,18	17,92±0,58	17,91±0,15	16,82±0,13
	70	17,88±0,54	17,47±0,05	16,22±0,62	15,86±0,03
37	0	19,32±1,19	18,50±0,68	18,39±0,02	19,04±1,14
	7	18,24±0,85	18,93±0,40	17,78±0,09	20,12±0,57
	14	17,17±0,50	19,36±1,47	17,18±0,20	21,19±0,00
	21	17,93±0,21	19,91±0,04	17,21±0,04	21,44±0,90
	28	18,38±0,11	17,33±0,07	16,92±0,08	22,42±0,07
	35	20,46±0,41	17,47±0,06	17,00±0,40	23,40±0,75

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalaması±standart hata şeklinde sunulmuştur. ²SA: Sodyum aljinat. ³KMS: Karboksümetil selüloz. ⁴PASP: Peynir altı suyu proteini.

Çizelge 4.64. Tahıl barı örneklerinin doygunluk değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	25 °C		37 °C	
		KO	F	KO	F
Kaplama (K)	3	1,09	2,63öd	32,01	44,61**
Depolama süresi (D)	5	4,12	9,94**	0,90	1,26öd
K × D	15	0,44	1,07öd	3,13	4,37**
Hata	24		0,41		0,72

** $p<0,01$ düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Çizelge 4.65. Tahıl barı örneklerinin doymunluk değęerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

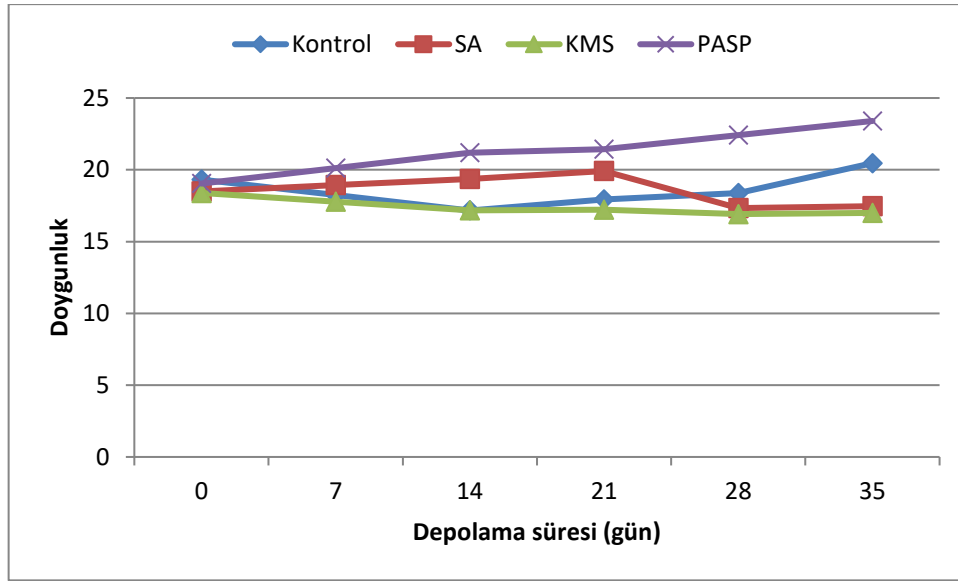
Varyasyon kaynakları		n	25 °C	37 °C
Kaplama	Kontrol	12	18,47±0,22a	18,58±0,37b
	SA	12	18,21±0,17ab	18,59±0,35b
	KMS	12	17,91±0,25ab	17,41±0,17c
	PASP	12	17,81±0,38b	21,27±0,48a
Depolama süresi	Başlangıç	8	18,81±0,37a	18,81±0,37a
	1. Depolama süresi	8	18,59±0,11a	18,77±0,39a
	2. Depolama süresi	8	18,41±0,06a	18,73±0,70a
	3. Depolama süresi	8	18,23±0,17ab	19,12±0,65a
	4. Depolama süresi	8	17,69±0,23b	18,76±0,82a
	5. Depolama süresi	8	16,86±0,35c	19,58±0,99a

¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$). Depolama periyodunda başlangıç, 1, 2, 3, 4, 5. depolama süreleri 25 °C için sırasıyla 0, 14, 28, 42, 56 ve 70. günleri, 37 °C için ise sırasıyla 0, 7, 14, 21, 28 ve 35. günleri göstermektedir.

Çizelge 4.65’de verilen 25 ve 37 °C’de depolanmış tahıl barlarının doymunluk değęerlerine ait çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre 25 °C’de depolanan örneklerden en düşük doymunluk değęerine sahip olan barlar PASP ile kaplanmış olan barlardır. SA ve KMS ile kaplanan barların doymunluk değęerleri kontrol ile benzerlik göstermiştir. Depolama süresince doymunluk değęerinde düşüş meydana gelmiştir.

37°C’de depolanan örnekler arasında en düşük doymunluk değęeri KMS ile kaplanmış barlarda, en yüksek doymunluk değęeri ise PASP ile kaplanmış barlarda gözlenmiştir. SA ile kaplanan barlar kontrol ile benzerlik göstermiştir. Depolama süresince doymunluk değęerinde istatistiki olarak önemli herhangi bir değışiklik meydana gelmemiştir.

37 °C’de depolanan ve çeşitli film materyalleri ile kaplanmış olan tahıl barlarının doymunluk değęeri üzerinde etkili “Kaplama x depolama süresi” interaksiyonuna Şekil 4.6’da verilmektedir. Görüldüğü üzere başlangıç doymunluk değęerleri birbiri ile benzer bulunmuştur. Kontrol örneklerinde depolamanın 14. gününe kadar düşüş meydana gelirken sonrasında artış olmuştur. PASP ile kaplanmış olan barların doymunluk değęerinde depolama boyunca artış meydana gelmiştir. SA ile kaplanmış olan barlarda depolamanın 21. gününe kadar artış yaşanırken 21. günden sonra başlangıç değęerinden daha düşük değęere düşmüştür. KMS ile kaplanmış olan barlarda depolama boyunca az oranda bir düşüş meydana geldiği görülmektedir.



Şekil 4.6. 37 °C’de depolanan tahıl barı örneklerinin doğunluk değeri üzerinde etkili “Kaplama x depolama süresi” interaksyonu (SA: Sodyum aljinat, KMS: Karboksümetil selüloz, PASP: Peynir altı suyu proteini)

4.2.7. Esmerleşme indeksi

25 ve 37 °C’de depolanan tahıl barlarına ait esmerleşme indeksi değerlerinin 25 °C’de 39,95-48,23, 37 °C’de ise 39,95-67,25 arasında değiştiği görülmektedir (Çizelge 4.66).

Çizelge 4.66. Tahıl barı örneklerine ait esmerleşme indeksi değerleri¹

Depolama sıcaklığı (°C)	Depolama süresi (gün)	Kontrol	SA ²	KMS ³	PASP ⁴
25	0	44,05±0,78	41,79±2,52	39,95±1,37	41,32±0,23
	14	44,74±1,09	43,24±1,67	42,64±1,52	40,97±0,64
	28	45,43±1,41	44,68±0,82	45,33±1,67	40,62±1,04
	42	46,16±0,00	44,75±0,33	44,51±0,15	40,38±0,74
	56	47,17±1,05	46,14±0,43	45,50±1,99	40,66±3,32
	70	48,23±2,14	47,71±0,14	46,59±3,90	40,93±5,90
37	0	44,05±0,78	41,79±2,52	39,95±1,37	41,32±0,23
	7	43,25±0,57	46,98±1,68	41,59±1,26	48,57±1,10
	14	42,46±0,37	52,17±5,89	43,23±1,14	55,81±2,42
	21	45,39±0,45	53,81±0,33	53,06±7,26	58,87±1,30
	28	46,11±1,41	52,93±0,85	53,49±0,30	63,06±3,50
	35	49,90±3,59	52,05±1,38	55,15±3,05	67,25±5,71

¹Sonuçlar iki tekrerrün ortalaması±standart hata şeklinde sunulmuştur. ²SA: Sodyum aljinat. ³KMS: Karboksümetil selüloz. ⁴PASP: Peynir altı suyu proteini.

Esmerleşme indeksi değerine ait varyans analizi sonuçları incelendiğinde 25 °C’de tahıl barları üzerinde kaplama faktörünün, 37 °C’de ise kaplama ve depolama süresi faktörünün $p < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.67).

Çizelge 4.67. Tahıl barı örneklerinin esmerleşme indeksi değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	25 °C		37 °C	
		KO	F	KO	F
Kaplama (K)	3	57,89	7,41**	246,34	16,12**
Depolama süresi (D)	5	16,54	2,12öd	246,70	16,08**
K × D	15	2,97	0,38öd	29,38	1,92öd
Hata	24	7,81		15,28	

** $p < 0,01$ düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Çizelge 4.68’de 25 ve 37 °C’de depolanmış tahıl barlarının depolama süresince esmerleşme indeksi değerinde meydana gelen ortalama değişim verilmiştir. 25 °C’de en düşük esmerleşme indeksi değerine sahip olan barlar PASP ile kaplanmış olan barlardır. SA ve KMS ile kaplanan barların esmerleşme indeksi değerleri kontrol ile benzerlik göstermiştir. Yapılan bir çalışmada %2’lik SA içeriğine sahip film materyalleri ile kaplanmış olan mantarlarda depolama boyunca meydana gelebilecek esmerleşme reaksiyonlarının engellendiği ortaya koyulmuştur (Jiang, 2013). Depolama süresince esmerleşme indeksi değerinde artış meydana gelmiştir.

Çizelge 4.68. Tahıl barı örneklerinin esmerleşme indeksi değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Varyasyon kaynakları		n	25 °C	37 °C
Kaplama	Kontrol	12	45,96±0,57a	45,19±0,89c
	SA	12	44,72±0,70a	49,95±1,53b
	KMS	12	44,09±0,92a	47,74±2,14bc
	PASP	12	40,82±0,86b	55,81±2,78a
Depolama süresi	Başlangıç	8	41,78±0,79b	41,78±0,79c
	1. Depolama süresi	8	42,90±0,71ab	45,10±1,15bc
	2. Depolama süresi	8	44,02±0,89ab	48,41±2,49bc
	3. Depolama süresi	8	43,95±0,83ab	52,78±2,30a
	4. Depolama süresi	8	44,87±1,21ab	53,90±2,40a
	5. Depolama süresi	8	45,87±1,78a	56,09±2,91a

¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,05$). Depolama periyodunda başlangıç, 1, 2, 3, 4, 5. depolama süreleri 25 °C için sırasıyla 0, 14, 28, 42, 56 ve 70. günleri, 37 °C için ise sırasıyla 0, 7, 14, 21, 28 ve 35. günleri göstermektedir.

37 °C’de depolanmış tahıl barı örneklerinde en düşük esmerleşme indeksi kontrol örnekleri, en yüksek esmerleşme indeksi ise PASP ile kaplanmış olan barlarda tespit edilmiştir. KMS ile kaplanmış olan barların esmerleşme indeksi değerleri kontrol ile istatistiki olarak benzerlik göstermektedir. PASP ile kaplanmış olan barların esmerleşme

indeksi değerlerinin daha yüksek olmasının nedeni ortamda bulunan protein ve sıcaklığın etkisiyle enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarının teşvik edilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Birçok çalışmada şekerli ürünlerde protein miktarının artmasıyla esmerleşmelerin meydana geldiği ortaya koyulmuştur (Broersen ve ark., 2004; Akhtar ve Dickinson, 2007; Mesa ve ark., 2008; Li ve ark., 2009; Lillard ve ark., 2009; Hiller ve Lorenzen, 2010; Jiang ve Brodkorb, 2012). Depolama süresince meydana gelen esmerleşme reaksiyonları nedeniyle esmerleşme indeksi değerinde artış meydana gelmiştir.

4.2.8. Sertlik

Tahıl barlarına ait sertlik değerleri Çizelge 4.69'da verilmektedir. Sertlik değerleri 25 °C'de depolanan barlarda 4266,3-23716,6 g ve 37 °C'de depolanan barlarda ise 4266,3-32980,1 g arasında değişim göstermiştir. Çizelge 4.70'de verilen varyans analizi sonuçlarına göre 25 ve 37 °C'de depolanan tahıl barlarının sertlik değeri üzerinde kaplama ve depolama süresi faktörlerinin istatistiki olarak önemli ($p < 0.01$) olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.69. Tahıl barı örneklerine ait sertlik (g) değerleri¹

Depolama sıcaklığı (°C)	Depolama süresi (gün)	Kontrol	SA ²	KMS ³	PASP ⁴
25	0	6623±2998,2	8196,3±23,6	4266,3±667,5	7257,4±180,8
	14	7836,7±2513,5	11193,4±1811,9	5337,4±1251,7	11038,7±167,3
	28	8113,2±4630,1	12191,1±170,7	7730,5±2447,3	12991,6±2193,9
	42	12359,5±6126,1	12942,5±2229,2	8083,5±3799,3	15652,9±849,7
	56	12561,9±4393,7	13364,8±2874,9	9803,6±4642,0	16562,9±620,0
	70	13727,9±0,0	19487,4±1002,2	11320,0±217,3	23716,6±515,8
37	0	6623±2998,2	8196,3±23,6	4266,3±667,5	7257,4±180,8
	7	8017,2±1029,2	11448,0±372,8	6077,8±2076,8	15882,4±1745,7
	14	10161,3±1605,5	14714,9±1705,8	5930,9±2154,6	18638,3±3538,4
	21	11183,3±1047,9	14988,1±3607,4	9864,3±2854,2	19108,6±2372,8
	28	15213,4±3122,8	19851,8±4171,6	9424,8±2948,0	30429,7±4552,9
	35	17111,7±2420,6	23176,5±8740,4	9862,4±4060,0	32980,1±6893,8

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalaması±standart hata şeklinde sunulmuştur. ²SA: Sodyum aljinat. ³KMS: Karboksümetil selüloz. ⁴PASP: Peynir altı suyu proteini.

Çizelge 4.70. Tahıl barı örneklerinin sertlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	25 °C		37 °C	
		KO	F	KO	F
Kaplama (K)	3	10707764,7	7,96**	38002644,6	16,80**
Depolama süresi (D)	5	10651392,6	7,92**	22244716,4	9,84**
K × D	15	540710,8	0,40öd	2150433,1	0,95öd
Hata	24	13450641		2261670,1	

** $p < 0,01$ düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Çizelge 4.71’de 25 ve 37 °C’de depolanmış tahıl barlarının sertlik değerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.71. Tahıl barı örneklerinin sertlik (g) değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Varyasyon kaynakları		n	25 °C	37 °C
Kaplama	Kontrol	12	10203,7±1451,2bc	11385,0±1304,7c
	SA	12	12895,9±1146,2ab	15395,9±1978,3b
	KMS	12	7756,9±1094,5c	7571,1±1048,1c
	PASP	12	14536,7±1573,8a	20716,1±2875,3a
Depolama süresi	Başlangıç	8	6585,7±799,4d	6585,7±799,4c
	1. Depolama süresi	8	8851,5±1115,5cd	10356,3±1512,6bc
	2. Depolama süresi	8	10256,6±1394,7bcd	12361,4±2015,8b
	3. Depolama süresi	8	12259,6±1763,6bc	13786,1±1688,4b
	4. Depolama süresi	8	13073,3±1611,5b	18729,9±3238,5a
	5. Depolama süresi	8	17063,0±1847,5a	20782,7±3934,7a

¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütündeki ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05). Depolama periyodunda başlangıç, 1, 2, 3, 4, 5. depolama süreleri 25 °C için sırasıyla 0, 14, 28, 42, 56 ve 70. günleri, 37 °C için ise sırasıyla 0, 7, 14, 21, 28 ve 35. günleri göstermektedir.

25 °C’de en düşük sertlik değerine sahip olan barlar KMS ile kaplanmış olan barlar olarak belirlenmiştir. En yüksek sertlik değerine sahip olan barlar ise PASP ile kaplanmış örnekler olarak belirlenmiştir. Depolama süresince tahıl barlarının sertlik değerinde artış tespit edilmiştir.

37 °C’de depolanmış tahıl barlarının depolama süresince ölçülen ortalama sertlik değerlerine bakıldığında en yüksek sertlik değeri PASP ile kaplanmış olan barlarda tespit edilmiş olup bunu sırasıyla SA ile kaplanan barlar ve kontrol örnekleri izlemektedir. PASP ile kaplanmış barlar her iki sıcaklıkta da en yüksek sertlik değerine sahiptir. Buradan depolama boyunca PASP ile kaplanan barların yapısının sıkılaştığı ve sertliğin artış gösterdiği anlaşılmaktadır (Bilbao-Sainz ve ark., 2018). Aynı durum meyve barlarında da görülmüştür (Çizelge 4.24). Her iki sıcaklıkta depolamada da KMS ile kaplanmış barların en düşük sertlik değerine sahip olmasının nedeninin depolama boyunca yüksek seyreden nem düzeyi nedeniyle ürünün yumuşamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Depolama süresince 25 °C’de depolanmış tahıl barlarında olduğu gibi sertlik değerinde artış meydana gelmiştir. Sertlik değerindeki artış ya da azalış istenmeyen bir olgudur. Sertliğin artmasıyla ürünün tüketici tarafından beğenisi azalmakta, ürünün çiğnenmesi zorlaşmakta ve kötü bir tekstürel yapı oluşmaktadır. Sertliğin düşmesiyle ise ürün yapışkan bir hal almakta ve yine çiğnenmesi zorlaşarak tüketici tarafından tercih edilmeyen bir hal almaktadır. Sonuçlara göre tahıl barlarının sertlik değerini muhafaza etmek amacıyla kullanılacak en uygun film materyali SA olarak tespit edilmiştir.

Yapılan bir çalışmada dilimlenmiş fuji elmalarını SA ile kaplamanın gıdanın yumuşamasını engellediğini ortaya koyulmuştur (Rojas-Graü ve ark., 2008). Yapılan bir diğer çalışmada %2'lik SA içeriğine sahip film materyalleri ile kaplanmış olan mantarlarda depolama boyunca sertlik miktarında meydana gelebilecek değişimlerin engellendiği belirlenmiştir (Jiang, 2013).

4.2.9. Esneklik

25 ve 37 °C'de depolanan tahıl barlarına ait esneklik değerleri sırasıyla 8,74-20,36 ve 8,74-27,76 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.72). Esneklik değerine ait varyans analizi sonuçları incelendiğinde 25 ve 37 °C'de kaplama ve depolama süresi ($p<0.01$) faktörlerinin tahıl barları üzerinde istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.73). Farklı yenilebilir film materyalleriyle kaplanmış ve iki farklı sıcaklıkta depolanmış tahıl barlarının depolama süresince ölçülen ortalama esneklik değerleri Çizelge 4.74'de verilmiştir.

Çizelge 4.72. Tahıl barı örneklerine ait esneklik değerleri¹

Depolama sıcaklığı (°C)	Depolama süresi (gün)	Kontrol	SA ²	KMS ³	PASP ⁴
25	0	8,74±0,97	12,73±0,63	8,88±0,62	13,13±1,27
	14	10,69±2,04	13,82±0,67	9,82±2,06	14,26±1,49
	28	11,59±0,20	15,60±0,08	11,37±1,63	16,05±2,69
	42	11,37±2,62	15,76±0,89	12,37±1,16	17,55±0,67
	56	11,11±2,22	19,71±1,24	12,75±2,22	18,24±2,81
	70	11,65±1,15	20,36±0,00	12,38±0,19	17,70±0,33
37	0	8,74±0,97	12,73±0,63	8,88±0,62	13,13±1,27
	7	9,47±2,08	15,63±0,90	12,22±0,23	16,10±0,15
	14	10,41±1,29	16,45±0,17	12,46±1,49	19,06±0,44
	21	11,86±2,21	17,03±1,43	12,96±3,57	19,55±3,33
	28	13,91±3,37	19,65±2,71	14,23±3,75	22,46±2,59
	35	15,52±3,48	22,29±0,41	14,99±2,84	27,76±5,16

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalaması±standart hata şeklinde sunulmuştur. ²SA: Sodyum aljinat. ³KMS: Karboksimetil selüloz. ⁴PASP: Peynir altı suyu proteini.

Çizelge 4.73. Tahıl barı örneklerinin esneklik değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	25 °C		37 °C	
		KO	F	KO	F
Kaplama (K)	3	107,70	23,70**	174,40	16,11**
Depolama süresi (D)	5	26,36	6,02**	83,92	7,75**
K × D	15	2,56	0,56öd	4,21	0,39öd
Hata	24		4,54		10,82

** $p<0,01$ düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Çizelge 4.74. Tahıl barı örneklerinin esneklik değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Varyasyon kaynakları		n	25 °C	37 °C
Kaplama	Kontrol	12	10,86±0,61b	11,65±1,03b
	SA	12	16,33±0,88a	17,30±1,00a
	KMS	12	11,26±0,63b	12,62±0,95b
	PASP	12	16,15±0,79a	19,68±1,63a
Depolama süresi	Başlangıç	8	10,87±0,85c	10,87±0,85d
	1. Depolama süresi	8	12,15±0,96bc	13,35±1,11cd
	2. Depolama süresi	8	13,65±1,02ab	14,59±1,33bc
	3. Depolama süresi	8	14,26±1,11ab	15,35±1,57bc
	4. Depolama süresi	8	15,45±1,60a	17,56±1,81ab
	5. Depolama süresi	8	15,52±1,40a	20,14±2,37a

¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,05). Depolama periyodunda başlangıç, 1, 2, 3, 4, 5. depolama süreleri 25 °C için sırasıyla 0, 14, 28, 42, 56 ve 70. günleri, 37°C için ise sırasıyla 0, 7, 14, 21, 28 ve 35. günleri göstermektedir.

En düşük esneklik değerine sahip olan örnekler KMS ile kaplanmış barlar ve kontrol barlarıdır. PASP ve SA ile kaplanmış olan barların esneklik değerleri birbirine benzer ve diğer örneklerden daha yüksek olarak tespit edilmiştir. Depolama süresince tahıl barlarının esneklik değerinde artış olduğu görülmektedir. Kahiri ve ark. (2016) çalışmalarında PASP'den elde edilen filmlerin mekanik gücü sayesinde tekstürü olumlu yönde etkilediğinden bahsetmişlerdir. Yapılan bir çalışmada mükemmel koloidal özellikleri sayesinde aljinat bazlı filmlerin mekanik direnci arttırdığı ve ürünlerin testürel özelliklerini iyileştirdiği belirtilmiştir (Dhanapal ve ark., 2012).

4.2.10. Kohezif yapışkanlık

Tahıl barlarına ait kohezif yapışkanlık değerleri Çizelge 4.75'de verilmektedir. Kohezif yapışkanlık değeri 25 °C'de depolanan barlarda 0,29-0,46, 37 °C'de depolanan barlarda ise 0,29-0,51 arasında değişim göstermiştir. Çizelge 4.76'da verilen varyans analizi sonuçlarına göre her iki sıcaklıkta da kaplama ve depolama süresi (p<0.01) faktörlerinin tahıl barlarının kohezif yapışkanlık değerleri üzerinde istatistiki olarak önemli etkisi olduğu belirlenmiştir.

Kohezif yapışkanlık değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde farklı yenilebilir film materyalleriyle kaplanmış ve iki farklı sıcaklıkta depolanmış tahıl barlarından en yüksek kohezif yapışkanlık değerlerine sahip olan barların PASP ve SA ile kaplanmış olan barlar olduğu ve bunları KMS ile kaplanmış olan barların takip ettiği görülmektedir (Çizelge 4.77).

Çizelge 4.75. Tahıl barı örneklerine ait kohezif yapışkanlık değerleri¹

Depolama sıcaklığı (°C)	Depolama süresi (gün)	Kontrol	SA ²	KMS ³	PASP ⁴
25	0	0,29±0,01	0,36±0,03	0,31±0,02	0,37±0,05
	14	0,32±0,01	0,38±0,01	0,34±0,03	0,38±0,01
	28	0,33±0,02	0,41±0,02	0,35±0,02	0,42±0,01
	42	0,33±0,01	0,41±0,01	0,36±0,01	0,41±0,04
	56	0,32±0,01	0,44±0,01	0,36±0,01	0,44±0,01
	70	0,32±0,03	0,45±0,01	0,36±0,02	0,46±0,00
37	0	0,29±0,01	0,36±0,03	0,31±0,02	0,37±0,05
	7	0,29±0,05	0,40±0,00	0,34±0,01	0,39±0,04
	14	0,31±0,01	0,41±0,02	0,35±0,01	0,43±0,02
	21	0,32±0,01	0,43±0,00	0,37±0,04	0,44±0,00
	28	0,33±0,00	0,43±0,00	0,37±0,05	0,45±0,00
	35	0,35±0,02	0,42±0,02	0,41±0,02	0,51±0,03

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalaması±standart hata şeklinde sunulmuştur. ²SA: Sodyum aljinat. ³KMS: Karboksümetil selüloz. ⁴PASP: Peynir altı suyu proteini.

Çizelge 4.76. Tahıl barı örneklerinin kohezif yapışkanlık değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	25 °C		37 °C	
		KO	F	KO	F
Kaplama (K)	3	0,02735	33,15**	0,03256	24,96**
Depolama süresi (D)	5	0,00488	5,92**	0,00796	6,10**
K × D	15	0,00049	0,59öd	0,00050	0,38öd
Hata	24	0,00083		0,00130	

**p<0,01 düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Çizelge 4.77. Tahıl barı örneklerinin kohezif yapışkanlık değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Varyasyon kaynakları	n	25 °C	37 °C
Kaplama	Kontrol	12	0,32±0,01c
	SA	12	0,41±0,01a
	KMS	12	0,35±0,01b
	PASP	12	0,41±0,01a
	Başlangıç	8	0,33±0,02c
Depolama süresi	1. Depolama süresi	8	0,35±0,01bc
	2. Depolama süresi	8	0,38±0,02ab
	3. Depolama süresi	8	0,38±0,02ab
	4. Depolama süresi	8	0,39±0,02a
	5. Depolama süresi	8	0,40±0,02a

¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,05). Depolama periyodunda başlangıç, 1, 2, 3, 4, 5. depolama süreleri 25 °C için sırasıyla 0, 14, 28, 42, 56 ve 70. günleri, 37 °C için ise sırasıyla 0, 7, 14, 21, 28 ve 35. günleri göstermektedir.

Biyofilmler ile kaplanmış olan barların kohezif yapışkanlık değerinin daha yüksek olmasının nedeni filmlerin akışkan yapısından dolayı ürünün yapışık bir yapı kazanmasından kaynaklanmaktadır. Depolama süresince kohezif yapışkanlık değerinde bir artış meydana gelmiştir.

4.2.11. Elastikiyet

Çizelge 4.78’de farklı materyallerle kaplanmış olan tahıl barlarına ait elastikiyet değerleri verilmektedir. Elastikiyet değerinin 25 °C’de depolanan barlarda 45,69-65,20, 37 °C’de depolanan barlarda ise 43,82-79,02 arasında değiştiği görülmektedir. Çizelge 4.79’da verilen varyans analizi sonuçlarına göre 37 °C’de kaplama ve depolama süresi faktörlerinin $p<0.01$ düzeyinde sertlik değeri üzerinde istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.80’de 25 °C’de depolanmış tahıl barlarının depolama süresince elastikiyet değerinde meydana gelen ortalama değişim verilmiştir. En yüksek elastikiyet değerine sahip olan barlar PASP ile kaplanmış olan barlardır. SA ve KMS ile kaplanmış olan barların elastikiyet değerleri kontrol örneklerine istatistiki anlamda benzer bulunmuştur. Depolama süresince elastikiyet değerinde herhangi bir değişiklik meydana gelmemiştir.

Çizelge 4.78. Tahıl barı örneklerine ait elastikiyet değerleri¹

Depolama sıcaklığı (°C)	Depolama süresi (gün)	Kontrol	SA ²	KMS ³	PASP ⁴
25	0	45,69±0,69	55,38±1,04	53,68±9,16	59,21±8,61
	14	55,64±0,00	56,18±0,50	59,12±0,85	60,24±1,59
	28	52,22±1,85	58,93±1,23	57,70±1,13	61,41±17,86
	42	52,21±0,10	60,54±4,43	57,96±1,34	63,53±0,27
	56	57,60±5,57	59,87±2,66	55,87±1,10	64,77±1,55
	70	65,20±1,46	61,55±6,90	57,01±3,85	64,97±8,50
37	0	45,69±0,69	55,38±1,04	53,68±9,16	59,21±8,61
	7	43,82±2,04	58,52±4,84	62,80±3,35	58,77±1,86
	14	55,80±0,38	62,98±0,30	62,07±9,97	58,88±5,43
	21	55,82±3,41	63,99±2,68	66,87±7,50	59,13±7,30
	28	55,40±6,06	62,41±1,17	68,20±2,50	61,99±2,70
	35	66,34±14,26	65,03±2,86	67,67±3,09	79,02±4,28

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalaması±standart hata şeklinde sunulmuştur. ²SA: Sodyum aljinat. ³KMS: Karboksümetil selüloz. ⁴PASP: Peynir altı suyu proteini.

Çizelge 4.79. Tahıl barı örneklerinin elastikiyet değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	25 °C			37 °C	
		KO	F	KO	F	
Kaplama (K)	3	124,46	2,17öd	240,94	3,85*	
Depolama süresi (D)	5	64,84	1,13öd	246,87	3,95**	
K × D	15	17,16	0,30öd	34,08	0,55	
Hata	24		57,36		62,52	

** $p<0,01$ ve * $p<0,05$ düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Çizelge 4.80. Tahıl barı örneklerinin elastikiyet değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Varyasyon kaynakları		n	25 °C	37 °C
Kaplama	Kontrol	12	54,76±1,95b	53,81±2,99b
	SA	12	58,74±1,28ab	61,39±1,29a
	KMS	12	56,89±1,36ab	63,55±2,51a
	PASP	12	62,36±2,75a	62,84±2,77a
Depolama süresi	Başlangıç	8	53,49±3,03a	53,49±3,03b
	1. Depolama süresi	8	57,79±0,81a	55,98±2,99b
	2. Depolama süresi	8	57,57±3,64a	59,93±2,40b
	3. Depolama süresi	8	58,56±1,80a	61,45±2,68ab
	4. Depolama süresi	8	59,53±1,76a	62,00±2,19ab
	5. Depolama süresi	8	62,18±2,54a	69,51±3,60a

¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,05). Depolama periyodunda başlangıç, 1, 2, 3, 4, 5. depolama süreleri 25 °C için sırasıyla 0, 14, 28, 42, 56 ve 70. günleri, 37 °C için ise sırasıyla 0, 7, 14, 21, 28 ve 35. günleri göstermektedir.

37 °C’de depolanmış tahıl barlarının depolama süresince ölçülen ortalama elastikiyet değerleri değerlendirildiğinde en düşük elastikiyet değerine sahip olan barların kontrol barları olduğu görülmektedir. SA, PASP, KMS ile kaplanmış olan barların elastikiyet değerleri kontrolden yüksek olup birbirleri benzerdir. Yenilebilir film ile kaplama barların tekstürel özelliğini muhafaza ederek yapısını korumasını sağlamıştır. Calva-Estrada ve ark. (2019) çalışmalarında protein bazlı yenilebilir filmlerin ürünlerin tekstürünü güçlendirerek depolama boyunca muhafaza edilmesini sağladıklarını belirtmişlerdir . Depolama süresince elastikiyet değerinde artış meydana gelmiştir.

4.2.12. Çiğnenebilirlik

25 ve 37 °C’de depolanan tahıl barlarına ait çiğnenebilirlik değerleri sırasıyla 607,8-4236,7 ve 607,8-9157,0 g arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.81). Çizelge 4.82’de verilen varyans analizi sonuçları incelendiğinde tahıl barları üzerinde, 25 ve 37 °C’ de kaplama ve depolama süresi faktörlerinin %1 yanılma düzeyinde (p<0.01) önemli olduğu belirlenmiştir.

25 ve 37 °C’de depolanmış tahıl barlarının depolama süresince çiğnenebilirlik değerinde meydana gelen ortalama değişim Çizelge 4.83’de verilmiştir. 25 °C’de en yüksek çiğnenebilirlik değerine sahip olan barlar PASP ve SA ile kaplanmış olan barlardır. KMS ile kaplanmış olan barların çiğnenebilirlik değerleri kontrol ile benzerlik göstermiştir. Depolama süresince çiğnenebilirlik değeri artış göstermiştir.

Çizelge 4.81. Tahıl barı örneklerine ait çiğnenebilirlik (g) değerleri¹

Depolama sıcaklığı (°C)	Depolama süresi (gün)	Kontrol	SA ²	KMS ³	PASP ⁴
25	0	1019,8±194,3	1897,1±404,3	607,8±301,3	1763,5±578,7
	14	1229,0±75,7	2583,0±96,6	931,2±364,1	2367,4±134,6
	28	2008,8±75,0	2833,9±164,3	1431,8±327,6	3523,7±885,9
	42	2155,2±994,2	3132,8±221,1	1479,0±859,9	3606,8±856,1
	56	2161,3±64,8	3334,7±28,1	2088,2±542,8	3637,8±269,0
	70	1949,6±13,7	3511,0±421,4	1949,4±28,2	4236,7±552,3
37	0	1019,8±194,3	1897,1±404,3	607,8±301,3	1763,5±578,7
	7	993,3±174,4	2965,7±97,7	1307,5±282,7	4157,1±659,0
	14	1600,0±764,9	3189,5±539,8	1283,5±335,0	4491,4±362,4
	21	1623,8±439,6	4057,4±790,1	1948,8±1107,5	5496,8±1305,8
	28	2794,6±985,7	5169,7±957,6	2007,1±837,4	8269,7±869,1
	35	3385,5±326,2	6363,7±2437,3	2352,7±1486,5	9157,0±465,5

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalaması±standart hata şeklinde sunulmuştur. ²SA: Sodyum aljinat. ³KMS: Karboksümetil selüloz. ⁴PASP: Peynir altı suyu proteini.

Çizelge 4.82. Tahıl barı örneklerinin çiğnenebilirlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	25 °C		37 °C	
		KO	F	KO	F
Kaplama (K)	3	8845887,7	20,88**	41530531,6	27,89**
Depolama süresi (D)	5	3146822,7	7,43**	17388681,5	11,68**
K × D	15	136559,5	0,32öd	1895371,6	1,27öd
Hata	24	423556,8		1489041,6	

**p<0,01 düzeyinde önemli, öd: önemli değil

37 °C'de depolanmış tahıl barlarının depolama süresince ölçülen ortalama çiğnenebilirlik değerleri incelendiğinde en düşük çiğnenebilirlik değerine sahip olan barlar kontrol barları olup KMS ile kaplanmış olan barlar ile benzerlik göstermektedir. En yüksek çiğnenebilirlik değerine sahip olan barlar ise PASP ile kaplanmış olan barlardır. 25 °C'de depolanan barlarda olduğu gibi depolama süresince çiğnenebilirlik değerinde artış meydana gelmiştir. Yapılan bir çalışmada taze kesilmiş meyveler PASP ile kaplanarak depolamaya tabi tutulmuştur. Depolama sonunda film ile kaplanmayan örneklerin çiğnenebilirlik ve sertlik değerinde yoğun bir düşüş yaşanırken, PASP ile kaplamanın bu tekstürel özellikleri muhafaza ettiği belirtilmiştir (Rossi Marquez ve ark., 2017).

KMS ile kaplanan barların çiğnenebilirlik değerinin SA ve PASP ile kaplanan barlardan düşük olmasının nedeni depolama boyunca yüksek nem içeriğine sahip olmasından kaynaklanmış olabileceği değerlendirilmiştir (Çizelge 4.50). Bunun yanında çiğnenebilirlik değeri sertlik, esneklik ve kohezif yapışkanlık değerlerinden hesaplandığından KMS ile kaplanan barların çiğnenebilirlik değerinin düşük olması beklenen bir durumdur (Gerçekaslan ve ark., 2007).

Çizelge 4.83. Tahıl barı örneklerinin çığnenebilirlik (g) değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Varyasyon kaynakları		n	25 °C	37 °C
Kaplama	Kontrol	12	1753,9±186,1b	1902,8±318,5c
	SA	12	2882,1±180,6a	3940,5±564,5b
	KMS	12	1414,6±213,0b	1584,6±312,4c
	PASP	12	3189,3±314,8a	5555,9±791,9a
Depolama süresi	Başlangıç	8	1322,1±250,3b	1322,1±250,3c
	1. Depolama süresi	8	1777,7±279,0b	2355,9±504,5bc
	2. Depolama süresi	8	2449,5±351,3a	2641,1±526,8bc
	3. Depolama süresi	8	2593,4±433,5a	3281,7±701,6bc
	4. Depolama süresi	8	2805,5±285,0a	4560,3±984,0a
	5. Depolama süresi	8	2911,7±398,7a	5314,7±1146,9a

¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütündeki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,05). Depolama periyodunda başlangıç, 1, 2, 3, 4, 5. depolama süreleri 25 °C için sırasıyla 0, 14, 28, 42, 56 ve 70. günleri, 37 °C için ise sırasıyla 0, 7, 14, 21, 28 ve 35. günleri göstermektedir.

4.2.13. Toplam fenolik madde

Tahıl barlarına ait toplam fenolik madde değerlerinin 25 °C’de depolanan barlarda 1302,0-2832,3 mg GAE/kg km, 37 °C’de depolanan barlarda ise 1031,5-2832,3 mg GAE/kg km arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4.84). Çizelge 4.85’de varyans analizi sonuçları verilmiştir. Tahıl barlarının toplam fenolik madde miktarları her iki sıcaklıkta da kaplama ve depolama süresi faktörleri ve “*Kaplama x depolama süresi*” interaksiyonundan istatistiki olarak önemli (p<0,01) düzeyde etkilenmiştir.

Çizelge 4.86’da 25 ve 37 °C’de depolanmış tahıl barlarının depolama süresince toplam fenolik madde miktarında meydana gelen değişim sunulmuştur. 25 °C’de depolanan barlara ait çoklu karşılaştırma testine göre en yüksek toplam fenolik madde miktarları KMS ile kaplanan barlarda tespit edilmiş ve bunu sırasıyla PASP ile kaplanmış barlar ve SA ile kaplanmış barlar izlemiştir. Kaplamanın fenolik maddelerdeki kaybı engellemesinin filmlerin oksijen veya bazı aroma bileşikler gibi polar olmayan maddelere karşı mükemmel bariyer özelliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Fabra ve ark., 2012). Nitekim, PASP’ın mükemmel bir oksijen bariyeri olduğu pek çok çalışmada vurgulanmıştır (Galus ve Kadzińska, 2016; Oymaci ve Altinkaya, 2016; Vukić ve ark., 2017). Depolama süresince toplam fenolik madde miktarının düştüğü belirlenmiştir.

Çizelge 4.84. Tahıl barı örneklerine ait toplam fenolik madde (mg GAE/kg km) miktarları ¹

Depolama sıcaklığı (°C)	Depolama süresi (gün)	Kontrol	SA ²	KMS ³	PASP ⁴
25	0	2782,3±28,5	2501,1±83,8	2832,3±120,7	2785,1±176,5
	14	1976,1±35,6	2107,6±79,6	2333,2±19,0	2226,8±103,5
	28	1624,0±27,9	2116,3±18,5	2282,5±62,1	2198,9±188,4
	42	1514,6±9,0	2162,4±102,1	2262,2±77,9	1938,8±59,4
	56	1401,6±79,4	1539,6±5,8	2237,7±24,0	1966,1±47,4
	70	1302,0±154,7	1851,0±48,2	2213,1±29,9	1993,4±35,5
37	0	2782,3±28,5	2501,1±83,8	2832,3±120,7	2785,1±176,5
	7	2782,0±69,7	2712,4±17,4	2929,3±99,7	2786,3±73,0
	14	2781,6±110,9	2497,3±43,5	2621,5±44,7	2809,9±324,1
	21	2367,8±171,5	2282,3±104,4	2313,6±10,4	2661,7±69,1
	28	1954,0±232,2	2536,2±18,0	2718,8±26,8	2513,5±185,9
	35	1031,5±280,2	2094,0±3,7	2399,3±45,8	1716,9±147,9

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalaması±standart hata şeklinde sunulmuştur. ²SA: Sodyum aljinat. ³KMS: Karboksümetil selüloz. ⁴PASP: Peynir altı suyu proteini.

Çizelge 4.85. Tahıl barı örneklerinin toplam fenolik madde içeriğine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	25 °C		37 °C	
		KO	F	KO	F
Kaplama (K)	3	753463,7	53,08**	264169,1	6,86**
Depolama süresi (D)	5	926516,4	65,27**	1064840,1	27,65**
K × D	15	66575,4	4,69**	155128,0	4,03**
Hata	24	14195,4		38514,0	

**p<0,01 düzeyinde önemli, öd: önemli değil

Çizelge 4.86. Tahıl barı örneklerinin toplam fenolik madde (mg GAE/kg km) miktarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

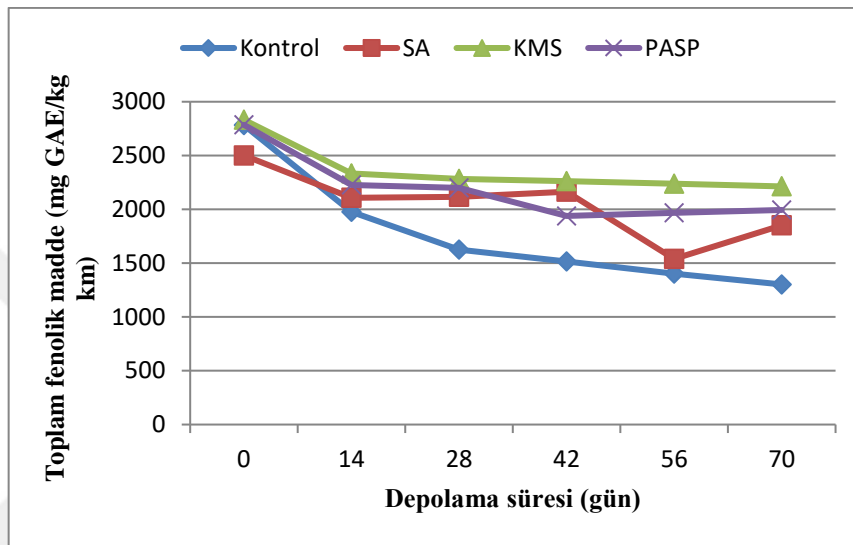
Varyasyon kaynakları	n	25 °C	37 °C	
Kaplama	Kontrol	12	1766,8±152,8d	2283,2±198,8c
	SA	12	2046,3±91,3c	2437,2±62,2bc
	KMS	12	2360,2±67,7a	2635,8±69,7ab
	PASP	12	2184,9±94,7b	2520,9±129,3a
	Başlangıç	8	2725,2±66,0a	2725,2±66,0a
Depolama süresi	1. Depolama süresi	8	2161,0±56,6b	2802,5±40,2a
	2. Depolama süresi	8	2055,4±103,9bc	2677,6±81,3a
	3. Depolama süresi	8	1969,5±111,9c	2369,3±61,7b
	4. Depolama süresi	8	1786,2±127,4d	2430,6±122,2b
	5. Depolama süresi	8	1839,9±131,0d	1810,4±202,2c

¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,05). Depolama periyodunda başlangıç, 1, 2, 3, 4, 5. depolama süreleri 25 °C için sırasıyla 0, 14, 28, 42, 56 ve 70. günleri, 37 °C için ise sırasıyla 0, 7, 14, 21, 28 ve 35. günleri göstermektedir.

Farklı yenilebilir film materyalleriyle kaplanmış ve 37 °C'de depolanmış tahıl barlarının depolama süresince ölçülen toplam fenolik madde miktarları değerlendirildiğinde en düşük fenolik madde miktarına sahip olan barlar kontrol barlarıdır. SA ile kaplanmış olan barların fenolik madde miktarı kontrol ile benzerdir. KMS ve PASP ile kaplanmış olan barların fenolik madde miktarı kontrolden daha

yüksektir. Yenilebilir film ile kaplama tahıl barlarının fenoliklerinin korunumunu sağlamıştır. Depolama süresince fenolik madde miktarında düşüş meydana gelmiştir.

25 °C’de depolanan ve çeşitli film materyalleri ile kaplanmış olan tahıl barlarının toplam fenolik madde miktarı üzerinde etkili “*Kaplama x depolama süresi*” interaksiyonuna göre tüm tahıl barlarında depolama boyunca fenolik madde miktarında düşüş olmuştur ancak kontrol grubu örneklerde diğer barlara oranla daha büyük bir oranda düşüş meydana gelmiştir. (Şekil 4.7).

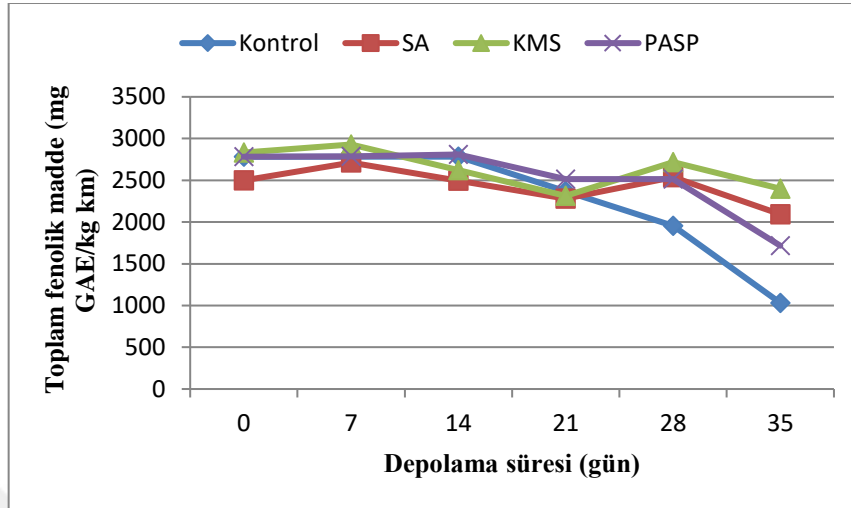


Şekil 4.7. 25 °C’de depolanan tahıl barı örneklerinin toplam fenolik madde miktarı üzerinde etkili “*Kaplama x depolama süresi*” interaksiyonu (SA: Sodyum aljinat, KMS: Karboksimetil selüloz, PASP: Peynir altı suyu proteini)

SA ile kaplanan barlarda depolamanın 14. gününe kadar düşüş olmuştur, 14-42. gün arasında fenolik miktarda değişiklik yaşanmamıştır, 42-56. günler arasında tekrardan bir düşüş olurken 70. güne kadar ise artış yaşanmıştır. PASP ile kaplanmış barlarda toplam fenolik madde miktarında 42. güne kadar az oranda bir düşüş meydana gelirken sonrasında değişiklik olmamıştır. KMS ile kaplanan barlarda ise 14. güne kadar büyük bir düşüş yaşanırken sonrasında fenolik madde miktarında önemli bir değişiklik meydana gelmemiştir.

Çeşitli yenilebilir filmler ile kaplanmış ve 37 °C’de depolanan tahıl barı örneklerinin toplam fenolik madde miktarı üzerinde etkili “*Kaplama x depolama süresi*” interaksiyonu Şekil 4.8’de verildiği gibidir. 25 °C’de olduğu gibi toplam fenolik madde miktarında tüm barlarda düşüş yaşanmakla birlikte kontrol grubu barlarda daha büyük oranda bir düşüş meydana gelmiştir. Kontrol grubu barlarda özellikle depolamanın 14. gününden itibaren büyük oranda bir düşüş meydana gelmiştir. SA ve KMS ile kaplanmış

olan barlarda depolama boyunca dalgalanmalar olmakla birlikte depolama sonunda az oranda düşüş yaşanmıştır. PASP ile kaplanmış olan barlarda ise depolamanın 14. gününe kadar değişiklik olmamıştır, 14-21 ve 28-35. günler arasında düşüş olduğu görülmektedir.



Şekil 4.8. 37 °C’de depolanan tahıl barı örneklerinin toplam fenolik madde miktarı üzerinde etkili “Kaplama x depolama süresi” interaksyonu (SA: Sodyum aljinat, KMS: Karboksimetil selüloz, PASP: Peynir altı suyu proteini)

4.2.14. Antioksidan aktivite

Çizelge 4.87’de farklı materyallerle kaplanmış ve 25 ile 37 °C’de depolanmış tahıl barlarına ait antioksidan aktivite değerleri verilmektedir. Antioksidan aktivite değerleri 25 °C’de depolanan barlarda 1089,3-1981,9 mg TEAA/kg km, 37 °C’de depolanan barlarda ise 987,4-1981,9 mg TEAA/kg km arasında değişmiştir.

Çizelge 4.87. Tahıl barı örneklerine ait antioksidan aktivite (mg TEAA/kg km) değerleri¹

Depolama sıcaklığı (°C)	Depolama süresi (gün)	Kontrol	SA ²	KMS ³	PASP ⁴
25	0	1981,9±66,2	1648,1±84,0	1712,8±59,4	1725,0±168,0
	14	1851,5±41,4	1575,0±15,0	1568,8±106,2	1728,0±24,7
	28	1721,0±16,5	1626,2±10,3	1696,5±69,8	1634,7±63,6
	42	1371,1±58,8	1248,2±14,3	1382,6±104,5	1319,2±2,2
	56	1276,2±88,9	1208,6±1,6	1235,9±55,3	1299,1±15,5
	70	1181,3±119,0	1168,9±17,6	1089,3±6,1	1279,0±33,2
37	0	1981,9±66,2	1648,1±84,0	1712,8±59,4	1725,0±168,0
	7	1734,7±205,9	1528,5±164,9	1620,4±52,9	1595,9±93,9
	14	1487,4±345,7	1409,0±245,8	1527,9±46,5	1466,7±19,8
	21	1415,4±73,3	1439,7±5,3	1406,9±15,9	1472,0±51,0
	28	1393,3±184,3	1363,6±26,4	1436,2±149,7	1478,0±82,5
	35	1157,7±143,9	987,4±145,7	1465,6±315,3	1116,3±49,0

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalaması±standart hata şeklinde sunulmuştur. ²SA: Sodyum aljinat. ³KMS: Karboksimetil selüloz. ⁴PASP: Peynir altı suyu proteini.

Çizelge 4.88'de varyans analizi sonuçları verilmektedir. 25 °C'de antioksidan aktivite üzerinde kaplama ve depolama süresi, 37 °C'de ise yalnızca depolama süresi faktörlerinin istatistiki olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu ortaya koyulmuştur.

Çizelge 4.88. Tahıl barı örneklerinin antioksidan aktivite değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	25 °C		37 °C	
		KO	F	KO	F
Kaplama (K)	3	51743,0	5,77**	46904,1	1,08öd
Depolama süresi (D)	5	515080,7	57,39**	315070,3	7,23**
K × D	15	11111,0	1,24öd	20983,5	0,48öd
Hata	24	8975,3		43558,9	

** $p < 0,01$ düzeyinde önemli, öd: önemli değil

25 ve 37 °C'de depolanmış tahıl barlarının depolama süresince toplam antioksidan aktivitesinde meydana gelen değişim verilmiştir (Çizelge 4.89). 25 °C'de PASP ile kaplanmış olan barların antioksidan aktivite miktarları kontrol ile benzerlik gösterirken, SA ve KMS ile kaplanmış olan barların antioksidan aktivitesinin kontrole göre daha düşük olduğu görülmektedir. Le Tien ve ark. (2001) çalışmalarında PASP'ın antioksidan özelliğinin oldukça yüksek olduğunu belirtmişlerdir (LE Tien ve ark., 2001). Yapılan pek çok çalışmada PASP'ın diğer polisakkaritlere oranla çok daha iyi bir aroma ve gaz bariyeri olduğu belirlenmiştir (Saremnehad ve ark., 2011; Nuanmano ve ark., 2015; Kashiri ve ark., 2017). PASP'ın bu özellikleri sayesinde üründe oksijenin katalizleyeceği reaksiyonları engelleyerek fenolik madde ve antioksidan aktivitedeki kayıpları kısıtladığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.89. Tahıl barı örneklerinin antioksidan aktivite (mg TEAA/kg km) değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Varyasyon kaynakları	n	25 °C	37 °C
Kaplama			
Kontrol	12	1563,8±93,8a	1528,4±98,8a
SA	12	1412,5±63,2bc	1396,0±74,6a
KMS	12	1447,7±73,7c	1528,3±55,1a
PASP	12	1497,5±64,8ab	1475,7±62,2a
Depolama süresi			
Başlangıç	8	1767,0±62,2a	1767,0±62,2a
1. Depolama süresi	8	1680,8±49,6a	1619,9±60,7a
2. Depolama süresi	8	1669,6±23,7a	1472,8±82,3a
3. Depolama süresi	8	1330,3±30,4b	1433,5±19,7b
4. Depolama süresi	8	1254,9±24,0bc	1417,8±50,5b
5. Depolama Süresi	8	1179,6±34,7c	1181,8±97,6c

¹Farklı harfle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,05$). Depolama periyodunda başlangıç, 1, 2, 3, 4, 5. depolama süreleri 25 °C için sırasıyla 0, 14, 28, 42, 56 ve 70. günleri, 37 °C için ise sırasıyla 0, 7, 14, 21, 28 ve 35. günleri göstermektedir.

Farklı yenilebilir film materyalleriyle kaplanmış ve 37 °C’de depolanmış tahıl barlarının depolama süresince ölçülen antioksidan aktivite incelendiğinde film ile kaplanmış ve kontrol barlarının antioksidan aktivite değerleri istatistiki olarak benzer bulunmuştur. Her iki sıcaklıkta da depolama süresince antioksidan aktivitede azalış meydana gelmiştir. Bu azalış çevresel şartlara karşı hassas bileşenlerde meydana gelen kayıplardan kaynaklanmaktadır.

4.2.15. Kimyasal analizler ve enerji değerleri

Farklı yenilebilir film materyalleri ile kaplanmış ve kontrol grubu tahıl barlarının protein, yağ, karbonhidrat, kül ve enerji değerleri Çizelge 4.90’da verilmiştir.

Ürünlerin protein değerleri %8,64-10,37 arasında değişmektedir. Kontrol grubu, SA ve KMS ile kaplanmış olan örneklerin protein değerleri istatistiki olarak aynı bulunurken, PASP ile kaplanmış olan barların protein değeri diğer örneklerden daha yüksek bulunmuştur. Bunun sebebinin hayvansal bir protein olan PASP ile kaplama sonucunda üründeki protein miktarının artması olduğu düşünülmektedir.

Tahıl barlarının yağ değerleri %1,39-1,18 arasında değişmektedir. Yağ değeri bakımından değerlendirildiğinde film ile kaplamanın istatistiki olarak önemli bir değişikliğe neden olmadığı görülmektedir.

Kontrol grubu ve film ile kaplanmış olan tahıl barlarının karbonhidrat değerleri %72,48-78,95 arasında bulunmuştur. Karbonhidrat içeriği en yüksek olan bar kontrol grubu barlardır. Bunun sebebinin kaplanmış örneklerde filmle kaplama esnasında üründeki su miktarının artmasıyla kuru madde miktarının azalması olduğu düşünülmektedir.

Üretilen tahıl barlarında gerçekleştirilen kül tayini sonuçlarına göre PASP ile kaplanmış olan barların kül miktarlarının kontrol grubu örneklerden daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Barların enerji değerleri 339,90-362,19 kcal/100 g arasında değişmektedir. Film ile kaplamanın enerji değerinde istatistiki olarak önemli bir düşüşe neden olduğu belirlenmiştir. Bu durumun tahıl barlarının kaplanması sırasında nem difüzyonu sonucu nem miktarının artmasından kaynaklandığı değerlendirilmiştir. Çizelge 4.50’de görüldüğü üzere film ile kaplama üründe nem miktarını arttırmıştır.

Mridula ve Barnwar (2011) çalışmalarında, omega 3 ile zenginleştirilmiş keten tohumu ve tatlandırıcılar içeren enerji barları üretmişlerdir. Barların maksimum enerji değerleri 397,95 kcal/100 g olarak belirlenmiştir. Barların nem miktarları %11-13,

protein miktarları %10-11, yağ miktarları %5-11, kül miktarları %1-1,5, karbonhidrat miktarları %60-71 arasında olduğu analizler ile belirlenmiştir.

Çizelge 4.90. Tahıl barlarına ait kimyasal analiz enerji değerleri¹

Örnek	Protein (%)	Yağ (%)	Karbonhidrat (%)	Kül (%)	Enerji (kcal/100 g)
Kontrol	8,64±0,33b	1,31±0,40a	78,95±1,05a	1,51±0,02a	362,19±0,77a
SA	9,14±0,13b	1,40±0,63a	74,37±0,63b	1,40±0,04ab	346,64±3,72b
KMS	8,99±0,11b	1,18±0,09a	73,32±0,26b	1,46±0,02ab	339,90±1,45b
PASP	10,37±0,31a	1,39±0,04a	72,48±1,33b	1,35±0,05b	343,91±3,72b

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalaması±standart hata şeklinde sunulmuştur. ²SA: Sodyum aljinat. ³KMS: Karboksimetil selüloz. ⁴PASP: Peynir altı suyu proteini.

4.2.16. Duyusal analiz

Duyusal değerlendirme kapsamında tahıl barlarında görünüş, tekstür, çiğnenebilirlik ve tat değerlendirilmiştir (Çizelge 4.91). SA ve PASP ile kaplanmış olan tahıl barlarının duyusal özellikleri kontrol grubu örneklerle benzerlik gösterirken KMS ile kaplanmış olan barların duyusal değerlendirme sonuçlarının daha düşük olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.91. Tahıl barlarına ait duyusal analiz sonuçları¹

Örnek	Görünüş	Tekstür	Çiğnenebilirlik	Tat	Genel beğeni
Kontrol	5,39±0,18a	3,76±0,45a	3,72±0,49a	4,01±0,17a	4,31±0,01a
SA	4,32±0,3bc	4,17±0,14a	4,03±0,18a	3,09±0,37a	3,93±0,15ab
KMS	4,05±0,24c	3,98±0,09a	4,40±0,10a	3,43±0,35a	3,75±0,21b
PASP	5,04±0,04ab	3,97±0,03a	3,59±0,02a	3,68±0,22a	3,93±0,00ab

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalaması±standart hata şeklinde sunulmuştur. ²SA: Sodyum aljinat. ³KMS: Karboksimetil selüloz. ⁴PASP: Peynir altı suyu proteini.

KMS ile kaplanan örneklerin tüketici tarafından daha az beğenilmesinin nedeninin depolama boyunca yüksek seyreden nem miktarı ile yumuşak bir yapı kazandığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Pek çok çalışmada KMS'nin hidrofilik özelliklerinden bahsedilmektedir (Toğrul ve Arslan, 2004; Cheng ve ark., 2008; Ghanbarzadeh ve ark., 2010; Su ve ark., 2010). SA ve PASP'ın renksiz, tatsız ve kokusuz olmasından (Ozdemir ve Floros, 2008) dolayı ürünlerde duyusal bir farklılığın oluşmadığı düşünülmektedir (Han, 2014). Nitekim, Marquez ve ark. (2017) çalışmalarında taze kesilmiş meyveleri PASP ile kaplayarak duyusal özelliklerini analiz etmişlerdir ve kaplamanın istatistiki anlamda önemli bir değişikliğe neden olmadığını belirtmişlerdir. Bower ve Whitten (2000) çalışmalarında, tahıl barlarının duyusal özelliklerini incelemişlerdir. Çiğnemesi kolay, cevizli ve çikolatalı tahıl barlarının tüketiciler tarafından en çok beğenilen ürünler olduğunu ortaya koymuşlardır.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada atıştırmalık ürünlere bir alternatif olarak meyve ve tahıl barları üretilmiştir. Üretilen meyve ve tahıl barları farklı biyofilmlerden yapılmış yenilebilir filmler ile kaplanarak depolama süresince ürünlerde meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişiklikler izlenmiştir. Biyofilm olarak SA, KMS ve PASP kullanılmıştır. Ürünler kaplandıktan sonra iki farklı sıcaklıkta depolanmışlardır. Kontrol ve yenilebilir film ile kaplanan ürünler haftada bir örnekleme yapılarak 37 °C'de 35 gün, iki haftada bir örnekleme yapılarak 25 °C'de 70 gün depolanmışlardır. Depolamanın başlangıcında (0. Günde) örneklerde; renk, esmerleşme indeksi, nem, yağ, protein kül ve duyuusal analizler, tekstür analizi, askorbik asit tayini, toplam fenolik madde tayini ve antioksidan aktivite tayini yapılmıştır. Depolama süresince örnekleme yapılarak ise renk, esmerleşme indeksi, nem, tekstür analizi, askorbik asit tayini, toplam fenolik madde tayini ve antioksidan aktivite tayini yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda meyve ve tahıl barlarının depolama süresince fiziksel, kimyasal ve duyuusal özelliklerini değiştirmeden koruyacak en uygun film belirlenmiştir.

Tez çalışmasından elde edilen sonuçlar ve sonraki çalışmalara ışık tutabilecek bazı öneriler aşağıda verilmiştir;

Nem tayini sonucunda en yüksek nem içeriğine sahip olan meyve ve tahıl barlarının SA ile kaplanmış olan barlar olduğu ve depolama boyunca film ile kaplamanın ürünün nem kaybını azalttığı belirlenmiştir.

Renk analizi sonuçlarına göre depolama süresince meyve ve tahıl barlarının L^* (parlaklık) değerinde meydana gelen esmerleşme reaksiyonları nedeniyle azalma olduğu sonucuna varılmıştır. Özellikle PASP ile kaplanmış olan barların L^* (parlaklık) değerinde önemli bir azalma meydana geldiği görülmektedir. 25 ve 37 °C'de depolanan yenilebilir film ile kaplanmış ve kaplanmamış meyve ve tahıl barlarının a^* değerlerinde artış gözlenirken, b^* , ton açısı ve doygunluk değerlerinde depolama boyunca düşüş olduğu gözlenmiştir. Bu düşüşün nedeni sıcaklık ve diğer ortam koşulları nedeniyle üründe meydana gelen reaksiyonlardan kaynaklandığı düşünülmüştür.

Depolama boyunca meydana gelen esmerleşme reaksiyonları nedeniyle meyve ve tahıl barlarının esmerleşme indeksinde artış olduğu belirlenmiştir.

Tekstürel analizlerin sonucuna göre barların sertlik değerinde depolama boyunca artış gözlenmiştir. SA ile kaplanmış olan barların sertlik değeri depolama süresince

değişim göstermemiş dolayısıyla ürünün tekstürel yapısı daha iyi muhafaza etmeyi sağlamıştır. KMS ile kaplanmış olan barların sertlik değerlerinde düşüş meydana geldiği tespit edilmiş ve bu düşüşün depolama boyunca yüksek nem düzeyi nedeniyle yapının bozulmasından kaynaklandığı değerlendirilmiştir. Depolama süresince esneklik ve kohezif yapışkanlık değeri artış göstermiştir. Kohezif yapışkanlık değerinde meydana gelen artışın filmlerle kaplama sonucunda ürünlerin nem içeriklerinin artmasından ve materyallerin yapışkan doğasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yenilebilir film ile kaplama ürünün çıgnenebilirliğini arttırmıştır. SA ve PASP ile kaplanmış olan barların çıgnenebilirlik değeri KMS ile kaplanmış olan barlardan daha yüksek bulunmuştur.

Farklı materyaller ile kaplanmış olan ve kaplanmadan depolanmış meyve ve tahıl barlarında depolama süresince toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitede azalma olduğu sonucuna varılmıştır. Bu azalmanın sıcaklık ve diğer ortam şartlarının etkisiyle üründe meydana gelen kimyasal değişimlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Yenilebilir film ile kaplama ürünün toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivitesinde gerçekleşen düşüşü kısıtlamıştır.

Meyve barlarında askorbik asit miktarının depolama süresince azalış gösterdiği ancak PASP ile kaplanmış ürünlerde bu azalışın daha kısıtlı düzeyde gerçekleştiği belirlenmiştir.

Meyve ve tahıl barlarının enerji değerlerinde istatistiki anlamda önemli bir farklılık bulunmamakla beraber, tahıl barlarında film ile kaplanmış olan barların enerji değerlerinin kontrol gurubu örneklerden daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Meyve ve tahıl barlarının duyu analizi sonucunda film ile kaplamanın ürünün duyu özelliklerinde istatistiki olarak önemli bir değişikliğe neden olmadığı belirlenmiştir. Ancak film ile kaplanmış olan meyve barları kendi aralarında karşılaştırıldığında SA ile kaplanmış olan barlar, tahıl barlarından SA ve PASP ile kaplanmış olan barlar görünüş, tekstür, çıgnenebilirlik ve tat özellikleri baz alındığında en beğenilen bar çeşitleri olmuştur.

Tez çalışması sonucunda yenilebilir film materyalleri ile kaplamanın meyve ve tahıl barlarının tekstürel yapısını iyileştirdiği ve depolama boyunca bu yapıyı muhafaza etmelerini sağladığı sonucuna varılmıştır. PASP ve SA ile kaplanan barların KMS ile kaplanan barlar ile karşılaştırıldığında ürünün mekanik direncini arttırarak ürünün depolanması boyunca ortam koşulları ve dış etkenlere karşı daha iyi korunduğu gözlemlenmiştir. Sonuç olarak meyve ve tahıl barlarının kaplanmasında SA ve PASP'ın yenilebilir film materyali olarak tercih edilebileceği ortaya koyulmuştur.

KAYNAKLAR

- AACC, 2000, Approved methods of the American association of cereal chemists. *Methods*, 54, 21.
- Ahmad, S., Vashney, A., Srivasta, P., 2005, Quality attributes of fruit bar made from papaya and tomato by incorporating hydrocolloids. *International journal of food properties*, 8(1), 89-99.
- Akhtar, M., Dickinson, E., 2007, Whey protein–maltodextrin conjugates as emulsifying agents: An alternative to gum arabic. *Food Hydrocolloids*, 21(4), 607-616.
- Albert, S., Mittal, G.S., 2002, Comparative evaluation of edible coatings to reduce fat uptake in a deep-fried cereal product. *Food Research International*, 35(5), 445-458.
- Baldwin, E.A., 1994, Edible coatings for fresh fruits and vegetables: past, present, and future. *Edible coatings and films to Improve food quality*, 1, 25.
- Benavides, S., Villalobos-Carvajal, R., Reyes, J.E., 2012, Physical, mechanical and antibacterial properties of alginate film: Effect of the crosslinking degree and oregano essential oil concentration. *Journal of Food Engineering*, 110(2), 232-239.
- Berger, C.N., Sodha, S.V., Shaw, R.K., Griffin, P.M., Pink, D., Hand, P., Frankel, G., 2010, Fresh fruit and vegetables as vehicles for the transmission of human pathogens. *Environmental microbiology*, 12(9), 2385-2397.
- Bilbao-Sainz, C., Chiou, B.S., Punotai, K., Olson, D., Williams, T., Wood, D., Rodov, V., Poverenov, E., Mchugh, T., 2018, Layer-by-layer alginate and fungal chitosan based edible coatings applied to fruit bars. *Journal of Food Science*, 83(7), 1880-1887.
- Bower, J.A., Whitten, R., 2000, Sensory characteristics and consumer liking for cereal bar snack foods. *Journal of Sensory Studies*, 15(3), 327-345.
- Broersen, K., Voragen, A.G., Hamer, R.J., De Jongh, H.H., 2004, Glycoforms of β -lactoglobulin with improved thermostability and preserved structural packing. *Biotechnology and Bioengineering*, 86(1), 78-87.
- Calva-Estrada, S.J., Jiménez-Fernández, M., Lugo-Cervantes, E., 2019a, Protein-based films: advances in the development of biomaterials applicable to food packaging. *Food Engineering Reviews*, 1-15.
- Chaturvedi, N., Sharma, P., Shukla, K., Singh, R., Yadav, S., 2011, Cereals nutraceuticals, health ennoblement and diseases obviation: a comprehensive review. *J. Appl. Pharm. Sci*, 1(7), 6-12.
- Cheng, L.H., Abd Karim, A., Seow, C.C., 2008, Characterisation of composite films made of konjac glucomannan (KGM), carboxymethyl cellulose (CMC) and lipid. *Food Chemistry*, 107(1), 411-418.

- Coleman, E.C., Schmid, A.H., Katz, M.C., Birney, S. (2009). Low-calorie whole grain cereal bar. In: Google Patents.
- Costa, M.J., Marques, A.M., Pastrana, L.M., Teixeira, J.A., Sillankorva, S.M., Cerqueira, M.A., 2018, Physicochemical properties of alginate-based films: Effect of ionic crosslinking and mannuronic and guluronic acid ratio. *Food Hydrocolloids*, 81, 442-448.
- Da Silva, E.P., Siqueira, H.H., Do Lago, R.C., Rosell, C.M., Vilas Boas, E.V.D.B., 2014, Developing fruit-based nutritious snack bars. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(1), 52-56.
- Dhanapal, A., Sasikala, P., Rajamani, L., Kavitha, V., Yazhini, G., Banu, M.S., 2012, Edible films from polysaccharides. *Food science and quality management*, 3(0), 9.
- Díaz-Mula, H.M., Serrano, M., Valero, D., 2012, Alginate coatings preserve fruit quality and bioactive compounds during storage of sweet cherry fruit. *Food and Bioprocess Technology*, 5(8), 2990-2997.
- Dutcosky, S.D., Grossmann, M.V.E., Silva, R.S.S., Welsch, A.K., 2006, Combined sensory optimization of a prebiotic cereal product using multicomponent mixture experiments. *Food Chemistry*, 98(4), 630-638.
- Fabra, M.J., Talens, P., Gavara, R., Chiralt, A., 2012, Barrier properties of sodium caseinate films as affected by lipid composition and moisture content. *Journal of Food Engineering*, 109(3), 372-379.
- Fang, T., Zhen, Q., Liao, L., Owiti, A., Zhao, L., Korban, S.S., Han, Y., 2017, Variation of ascorbic acid concentration in fruits of cultivated and wild apples. *Food Chemistry*, 225, 132-137.
- Fernandes, S.D.S., Ribeiro, C.a.D.S., Raposo, M.F.D.J., Morais, R.M.S.C.D., Morais, A.M.M.B.D., 2011, Polyphenol oxidase activity and colour changes of 'Starking' apple cubes coated with alginate and dehydrated with air. *Food and Nutrition Sciences*, 2(5), 451-457.
- Forato, L.A., De Britto, D., De Rizzo, J.S., Gastaldi, T.A., Assis, O.B., 2015, Effect of cashew gum-carboxymethylcellulose edible coatings in extending the shelf-life of fresh and cut guavas. *Food Packaging and Shelf Life*, 5, 68-74.
- Francis, F. (1998). Colour analysis. In "Food Analysis" SS Nielsen. In: Aspen Publishers Gaithersburg, USA.
- Galus, S., Kadzińska, J., 2016, Moisture sensitivity, optical, mechanical and structural properties of whey protein-based edible films incorporated with rapeseed oil. *Food technology and biotechnology*, 54(1), 78-89.
- Galus, S., Lenart, A., 2013, Development and characterization of composite edible films based on sodium alginate and pectin. *Journal of Food Engineering*, 115(4), 459-465.

- Garcia-Salas, P., Morales-Soto, A., Segura-Carretero, A., Fernández-Gutiérrez, A., 2010, Phenolic-compound-extraction systems for fruit and vegetable samples. *Molecules*, 15(12), 8813-8826.
- Gerçekaslan, K.E., Kotancılar, H.G., Karaoğlu, M.M., 2007, Ekmek bayatlaması ve bayatlama derecesini ölçmede kullanılan yöntemler: I. *GIDA*, 32(6), 305-315.
- Ghanbarzadeh, B., Almasi, H., Entezami, A.A., 2010, Physical properties of edible modified starch/carboxymethyl cellulose films. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 11(4), 697-702.
- Ghanbarzadeh, B., Almasi, H., Entezami, A.A., 2011, Improving the barrier and mechanical properties of corn starch-based edible films: Effect of citric acid and carboxymethyl cellulose. *Industrial Crops and products*, 33(1), 229-235.
- Giami, S., Akusu, M., Jaja, I., 2003, Production, organoleptic assessment and nutritional properties of akara from cowpea/maize flour blends. *Plant Foods for Human Nutrition*, 58(3), 1-9.
- Gounga, M.E., Xu, S.-Y., Wang, Z., 2007, Whey protein isolate-based edible films as affected by protein concentration, glycerol ratio and pullulan addition in film formation. *Journal of Food Engineering*, 83(4), 521-530.
- Hambleton, A., Debeaufort, F., Bonnotte, A., Voilley, A., 2009, Influence of alginate emulsion-based films structure on its barrier properties and on the protection of microencapsulated aroma compound. *Food Hydrocolloids*, 23(8), 2116-2124.
- Han, J.H. (2014). Edible films and coatings: a review. In *Innovations in food packaging* (pp. 213-255): Elsevier.
- Heybeli, N., Ertekin, C., 2007, elma dilimlerinin ince tabaka halinde kuruma karakteristiği. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 3, 179-187.
- Hiller, B., Lorenzen, P.C., 2010, Functional properties of milk proteins as affected by Maillard reaction induced oligomerisation. *Food research international*, 43(4), 1155-1166.
- Jiang, T., 2013, Effect of alginate coating on physicochemical and sensory qualities of button mushrooms (*Agaricus bisporus*) under a high oxygen modified atmosphere. *Postharvest Biology and Technology*, 76, 91-97.
- Jiang, Z., Brodkorb, A., 2012, Structure and antioxidant activity of Maillard reaction products from α -lactalbumin and β -lactoglobulin with ribose in an aqueous model system. *Food Chemistry*, 133(3), 960-968.
- Kashiri, M., Cerisuelo, J.P., Domínguez, I., López-Carballo, G., Hernández-Muñoz, P., Gavara, R., 2016, Novel antimicrobial zein film for controlled release of lauroyl arginate (LAE). *Food Hydrocolloids*, 61, 547-554.
- Kashiri, M., Cerisuelo, J.P., Domínguez, I., López-Carballo, G., Muriel-Gallet, V., Gavara, R., Hernández-Muñoz, P., 2017, Zein films and coatings as carriers and

release systems of *Zataria multiflora* Boiss. essential oil for antimicrobial food packaging. *Food Hydrocolloids*, 70, 260-268.

Keleş, F. (2002). *Gıda ambalajlama ilkeleri*: Atatürk üniversitesi ziraat fak.

Khazadi, M., Jafari, S.M., Mirzaei, H., Chegini, F.K., Maghsoudlou, Y., Dehnad, D., 2015, Physical and mechanical properties in biodegradable films of whey protein concentrate–pullulan by application of beeswax. *Carbohydrate Polymers*, 118, 24-29.

Koyuncu, M., Savran, H., 2002, Yenilebilir kaplamalar. *SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(3), 73-83.

Le Tien, C., Vachon, C., Mateescu, M.-A., Lacroix, M., 2001, Milk protein coatings prevent oxidative browning of apples and potatoes. *Journal of Food Science*, 66(4), 512-516.

Li, Y., Lu, F., Luo, C., Chen, Z., Mao, J., Shoemaker, C., Zhong, F., 2009, Functional properties of the Maillard reaction products of rice protein with sugar. *Food Chemistry*, 117(1), 69-74.

Li, Y., Schellhorn, H.E., 2007, new developments and novel therapeutic perspectives for vitamin C. *The Journal of Nutrition*, 137(10), 2171-2184.

Lillard, J., Clare, D., Daubert, C., 2009, Glycosylation and expanded utility of a modified whey protein ingredient via carbohydrate conjugation at low pH. *Journal of dairy science*, 92(1), 35-48.

Lin, D., Zhao, Y., 2007, Innovations in the development and application of edible coatings for fresh and minimally processed fruits and vegetables. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 6(3), 60-75.

Lock, K., Pomerleau, J., Causer, L., Altmann, D.R., Mckee, M., 2005, The global burden of disease attributable to low consumption of fruit and vegetables: implications for the global strategy on diet. *Bulletin of the World Health Organization*, 83, 100-108.

Maftoonazad, N., Ramaswamy, H., 2008, Effect of pectin-based coating on the kinetics of quality change associated with stored avocados. *Journal of Food Processing and Preservation*, 32(4), 621-643.

Mancini, F., Mchugh, T., 2000, Fruit-alginate interactions in novel restructured products. *Food/Nahrung*, 44(3), 152-157.

Mehyar, G.F., Al-Ismael, K., Han, J.H., Chee, G.W., 2012, Characterization of edible coatings consisting of pea starch, whey protein isolate, and carnauba wax and their effects on oil rancidity and sensory properties of walnuts and pine nuts. *Journal of Food Science*, 77(2), E52-E59.

Mesa, M.D., Silván, J.M., Olza, J., Gil, Á., Del Castillo, M.D., 2008, Antioxidant properties of soy protein–fructooligosaccharide glycation systems and its hydrolyzates. *Food research international*, 41(6), 606-615.

- Miller, K.S., Krochta, J., 1997, Oxygen and aroma barrier properties of edible films: A review. *Trends in food science & technology*, 8(7), 228-237.
- Mokrejs, P., Langmaier, F., Janacova, D., Mladek, M., Kolomazník, K., Vasek, V., 2009, Thermal study and solubility tests of films based on amaranth flour starch–protein hydrolysate. *Journal of thermal analysis and calorimetry*, 98(1), 299-307.
- Mridula, D., Singh, K.K., Barnwal, P., 2013, Development of omega-3 rich energy bar with flaxseed. *Journal of Food Science and Technology*, 50(5), 950-957.
- Mu, C., Guo, J., Li, X., Lin, W., Li, D., 2012, Preparation and properties of dialdehyde carboxymethyl cellulose crosslinked gelatin edible films. *Food Hydrocolloids*, 27(1), 22-29.
- Munir, M., Nadeem, M., Qureshi, T.M., Jabbar, S., Atif, F.A., Zeng, X., 2016, Effect of protein addition on the physicochemical and sensory properties of fruit bars. *Journal of Food Processing and Preservation*, 40(3), 559-566.
- Muzzarelli, R., Muzzarelli, C., Phillips, G., Williams, P. (2009). Chitin and chitosan hydrogels Handbook of Hydrocolloids. In: Cambridge UK: Woodhead Publishing.
- Müller, C.M., Laurindo, J.B., Yamashita, F., 2009, Effect of cellulose fibers addition on the mechanical properties and water vapor barrier of starch-based films. *Food Hydrocolloids*, 23(5), 1328-1333.
- Nuanmano, S., Prodpran, T., Benjakul, S., 2015, Potential use of gelatin hydrolysate as plasticizer in fish myofibrillar protein film. *Food Hydrocolloids*, 47, 61-68.
- Olivas, G., Barbosa-Cánovas, G., 2005, Edible coatings for fresh-cut fruits. *Critical reviews in food science and nutrition*, 45(7-8), 657-670.
- Oms-Oliu, G., Soliva-Fortuny, R., Martín-Belloso, O., 2008, Edible coatings with antibrowning agents to maintain sensory quality and antioxidant properties of fresh-cut pears. *Postharvest Biology and Technology*, 50(1), 87-94.
- Orrego, C., Salgado, N., Botero, C., 2014, Developments and trends in fruit bar production and characterization. *Critical reviews in food science and nutrition*, 54(1), 84-97.
- Oyeleke, W., Odedeji, J., 2011, Effect of Different Waxing Material on Some Chemical Properties, minerals and antinutrients compositions of pawpaw (*Carica papaya*). *Pakistan Journal of Nutrition*.
- Oymaci, P., Altinkaya, S.A., 2016, Improvement of barrier and mechanical properties of whey protein isolate based food packaging films by incorporation of zein nanoparticles as a novel bionanocomposite. *Food Hydrocolloids*, 54, 1-9.
- Ozdemir, M., Floros, J.D., 2008, Optimization of edible whey protein films containing preservatives for water vapor permeability, water solubility and sensory characteristics. *Journal of Food Engineering*, 86(2), 215-224.

- Padmashree, A., Sharma, G.K., Srihari, K.A., Bawa, A.S., 2012, Development of shelf stable protein rich composite cereal bar. *Journal of food science and technology*, 49(3), 335-341.
- Parn, O.J., Bhat, R., Yeoh, T., Al-Hassan, A., 2015, Development of novel fruit bars by utilizing date paste. *Food Bioscience*, 9, 20-27.
- Pathare, Y.S., Hastak, V.S., Bajaj, A.N., 2013, Polymers used for fast disintegrating oral films: a review. *Polymer*, 14, 169-178.
- Perez-Gago, M., Serra, M., Del Rio, M., 2006, Color change of fresh-cut apples coated with whey protein concentrate-based edible coatings. *Postharvest biology and Technology*, 39(1), 84-92.
- Pristijono, P., Wills, R.B.H., Golding, J.B., 2006, Inhibition of browning on the surface of apple slices by short term exposure to nitric oxide (NO) gas. *Postharvest Biology and Technology*, 42(3), 256-259.
- Quevedo, R., Díaz, O., Caqueo, A., Ronceros, B., Aguilera, J.M., 2009, Quantification of enzymatic browning kinetics in pear slices using non-homogenous L* color information from digital images. *LWT - Food Science and Technology*, 42(8), 1367-1373.
- Rahman, M.S., Al-Farsi, S.A., 2005, Instrumental texture profile analysis (TPA) of date flesh as a function of moisture content. *Journal of Food Engineering*, 66(4), 505-511.
- Rhim, J.-W., 2004, Physical and mechanical properties of water resistant sodium alginate films. *LWT - Food Science and Technology*, 37(3), 323-330.
- Rhim, J.-W., Hong, S.-I., 2011, Effect of water activity and temperature on the color change of red pepper (*Capsicum annuum* L.) powder. *Food Science and Biotechnology*, 20(1), 215-222.
- Rhim, J.-W., Lee, J.H., Ng, P.K., 2007, Mechanical and barrier properties of biodegradable soy protein isolate-based films coated with polylactic acid. *LWT-Food Science and Technology*, 40(2), 232-238.
- Risoluti, R., Fabiano, M.A., Gullifa, G., Buiarelli, F., Materazzi, S. (2018). *Innovative Coating Technologies to Extend the Shelf Life of Fresh-Cut Fruits by Edible Film Materials*. Paper presented at the Key Engineering Materials.
- Rojas-Graü, M.A., Tapia, M.S., Martín-Belloso, O., 2008, Using polysaccharide-based edible coatings to maintain quality of fresh-cut Fuji apples. *LWT-Food Science and Technology*, 41(1), 139-147.
- Rossi Marquez, G., Di Pierro, P., Esposito, M., Mariniello, L., Porta, R., 2014, Application of transglutaminase-crosslinked whey protein/pectin films as water barrier coatings in fried and baked foods. *Food and Bioprocess Technology*, 7(2), 447-455.

- Rossi Marquez, G., Di Pierro, P., Mariniello, L., Esposito, M., Giosafatto, C.V.L., Porta, R., 2017, Fresh-cut fruit and vegetable coatings by transglutaminase-crosslinked whey protein/pectin edible films. *LWT*, 75, 124-130.
- Salim Ur, R., Muhammad, N., Muhammad, H., Awan, J.A., 2012, Development and physico-chemical characterization of apricot-date bars. *Journal of Agricultural Research (Lahore)*, 50(3), 409-421.
- Saremnezhad, S., Azizi, M.H., Barzegar, M., Abbasi, S., Ahmadi, E., 2011, Properties of a new edible film made of faba bean protein isolate. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 13(2), 181-192.
- Scalbert, A., Manach, C., Morand, C., Rémésy, C., Jiménez, L., 2005, Dietary polyphenols and the prevention of diseases. *Critical reviews in food science and nutrition*, 45(4), 287-306.
- Seydim, A., Sarikus, G., 2006, Antimicrobial activity of whey protein based edible films incorporated with oregano, rosemary and garlic essential oils. *Food research international*, 39(5), 639-644.
- Sharma, K., Alkesh, Kaushal, B., 2006, Evaluation of apple cultivars for dehydration. *JOURNAL OF FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY-MYSORE*, 43(2), 177-181.
- Shit, S.C., Shah, P.M., 2014, Edible polymers: challenges and opportunities. *Journal of Polymers*, 2014.
- Singh, V., Guizani, N., Al-Alawi, A., Claereboudt, M., Rahman, M.S., 2013, Instrumental texture profile analysis (TPA) of date fruits as a function of its physico-chemical properties. *Industrial crops and products*, 50, 866-873.
- Su, J.-F., Huang, Z., Yuan, X.-Y., Wang, X.-Y., Li, M., 2010, Structure and properties of carboxymethyl cellulose/soy protein isolate blend edible films crosslinked by Maillard reactions. *Carbohydrate polymers*, 79(1), 145-153.
- Sun-Waterhouse, D., Teoh, A., Massarotto, C., Wibisono, R., Wadhwa, S., 2010, Comparative analysis of fruit-based functional snack bars. *Food Chemistry*, 119(4), 1369-1379.
- Şahin, H., Topuz, A., Pischetsrieder, M., Özdemir, F., 2009, Effect of roasting process on phenolic, antioxidant and browning properties of carob powder. *European Food Research and Technology*, 230(1), 155.
- Tapia, M., Rojas-Graü, M., Rodríguez, F., Ramírez, J., Carmona, A., Martín-Belloso, O., 2007, Alginate-and gellan-based edible films for probiotic coatings on fresh-cut fruits. *Journal of Food Science*, 72(4), E190-E196.
- Temiz, H., Yeşilsu, A.F., 2006, Bitkisel protein kaynaklı yenilebilir film ve kaplamalar. *Gıda Teknolojisi Dergisi*, 2, 41-50.
- Tharanathan, R., 2003, Biodegradable films and composite coatings: past, present and future. *Trends in food science & technology*, 14(3), 71-78.

- Toğrul, H., Arslan, N., 2004, Carboxymethyl cellulose from sugar beet pulp cellulose as a hydrophilic polymer in coating of mandarin. *Journal of Food Engineering*, 62(3), 271-279.
- Tontul, I., Topuz, A., 2013, Mixture design approach in wall material selection and evaluation of ultrasonic emulsification in flaxseed oil microencapsulation. *Drying Technology*, 31(12), 1362-1373.
- Tontul, I., Topuz, A., 2017, Effects of different drying methods on the physicochemical properties of pomegranate leather (pestil). *LWT*, 80, 294-303.
- Torres, E., Castro, E., Santana, R., Cardoso, J., Soares, C.M.F., Lima, Á. (2011). *Cereal bar development using exotic fruit*. Paper presented at the Proceedings of 11th ICEF Conference on Engineering and Food, Food Process Engineering in a Changing World, Athens, Greece.
- Trezza, T.A., Krochta, J.M., 2000, Color Stability of Edible Coatings During Prolonged Storage. *Journal of Food Science*, 65(7), 1166-1169.
- Vagadia, P., Senapati, A., Tank, R., Mayani, J., Koyani, B., 2016, evaluation of physicochemical and organoleptic quality of papaya CV. Taiwan and banana cv. grand naine based mixed fruit bar during storage. *International Journal of Agriculture, Environment & Biotechnology*, 9(4), 541.
- Vijayanand, P., Yadav, A., Balasubramanyam, N., Narasimham, P., 2000, Storage stability of guava fruit bar prepared using a new process. *LWT-Food Science and Technology*, 33(2), 132-137.
- Vukić, M., Grujić, S., Odzaković, B. (2017). Application of edible films and coatings in food production. in pellicer, E., Nikolic, D., Sort, J., Baró, M., Zivic, F., Grujovic, N., Grujic, R., Pelemis, S. (Eds.), *Advances in Applications of Industrial Biomaterials* (pp. 121-138). Cham: Springer International Publishing.
- Williams, P.A., Phillips, G.O., Stephen, A.M., Churms, S.C., 2006, 13 Gums and mucilages. *Food polysaccharides and their applications*, 455.
- Wojdyło, A., Carbonell-Barrachina, Á.A., Legua, P., Hernández, F., 2016, Phenolic composition, ascorbic acid content, and antioxidant capacity of Spanish jujube (*Ziziphus jujube* Mill.) fruits. *Food Chemistry*, 201, 307-314.
- Yadav, L., Bhatnagar, V., 2016, Formulation, quality evaluation and shelf-life of value added cereal bar by incorporation of defatted soy flour. *International Journal of Food and Fermentation Technology*, 6(2), 251.
- Yang, L., Paulson, A., 2000, Effects of lipids on mechanical and moisture barrier properties of edible gellan film. *Food Research International*, 33(7), 571-578.
- Zaveri, S., Drummond, S., 2009, The effect of including a conventional snack (cereal bar) and a nonconventional snack (almonds) on hunger, eating frequency, dietary intake and body weight. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 22(5), 461-468.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Vildan EYİZ
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Konak / 24.05.1993
Telefon :
Faks :
e-mail : vildantop93@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Bornova Koleji, Bornova, İzmir	2011
Lisans	: Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Muradiye, Manisa	2015

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2017-	Necmettin Erbakan Üniversitesi	Araştırma Görevlisi