



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**BAZI YENİLEBİLİR KOMPOZİT
KAPLAMALARIN MEYVE BARLARININ
FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ
ÜZERİNE ETKİSİ**

**ZEYNEP FEYZA KARAKAŞ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

**2021
KONYA
Her Hakkı Saklıdır**

TEZ KABUL VE ONAYI

Zeynep Feyza ÖZ tarafından hazırlanan “Bazı yenilebilir kompozit kaplamaların meyve barlarının fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkisi” adlı tez çalışması .../.../... tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Unvanı Adı SOYADI

.....

Danışman

Unvanı Adı SOYADI

.....

Üye

Unvanı Adı SOYADI

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun/.../20.. gün ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. S. Savaş DURDURAN
FBE Müdürü

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.

ZEYNEP FEYZA KARAKAŞ

ÖZET
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**BAZI YENİLEBİLİR KOMPOZİT KAPLAMALARIN MEYVE BARLARININ
FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

ZEYNEP FEYZA KARAKAŞ

**Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi İsmail TONTUL

Atıştırmalık ürünlere sağlıklı bir alternatif olması nedeniyle meyve barlarının hem tüketicilerin hem de üreticilerin ilgisi artmıştır. Ancak meyve barlarında zamanla fiziksel, kimyasal ve duyuşsal değişiklikler oluşabilmektedir. Bu çalışmada bu değişmeleri önlemek için ürün yenilebilir kaplamalar ile kaplanmıştır. Bu amaçla karnauba mumu (K), balmumu (B) ve peynir altı suyu proteini (PASP) ile oluşturulan kompozit kaplamalar kullanılmıştır. Kaplanmış ürünlerle kontrol barları 2 farklı sıcaklıkta (37°C ve 25°C’de) 120 gün depolanarak, meyve barlarının bazı kalite özellikleri üzerine kaplama materyali, depolama süresi ve depolama sıcaklığının etkileri belirlenmiştir. Bu amaçla kontrol ve depolama süresince örneklerde kuru madde miktarı, renk, sertlik, toplam fenolik madde miktarı, antioksidan aktivitesi, askorbik asit miktarı ve peroksit sayısı belirlenmiştir. Kompozit yenilebilir kaplanmış ürünlerin kuru madde miktarı ve sertlik değeri başlangıca göre daha yüksek olarak belirlenmiştir. PASP+K ile kaplanmış meyve barları en düşük toplam fenolik madde içeriğine sahipken, askorbik asit miktarı ve antioksidan aktivitesi diğer örneklere göre daha yüksek olarak belirlenmiştir. Depolama sıcaklığının artışı daha yüksek sertlik değerine ve daha düşük renk özellikleri, askorbik asit miktarı ve antioksidan aktiviteye neden olmuştur. Depolama süresince kuru madde miktarı dışındaki tüm analiz edilen parametrelerde kademeli bir düşüş gözlenmiştir. Sonuç olarak, tez çalışması sonucunda PASP+K ile kompozit kaplamanın meyve barları için en uygun kaplama uygulaması olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Balmumu, karnauba mumu, meyve barı, peynir altı suyu proteini, yenilebilir film.

ABSTRACT

MSc THESIS

THE EFFECT OF SOME EDIBLE COMPOSITE COATINGS ON THE PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF FRUIT BARS

ZEYNEP FEYZA KARAKAŞ

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

Advisor: Assist. Prof. Dr. İsmail TONTUL

As it is a healthy alternative to snack products, the interest of both consumers and producers to fruit bars has increased. However, physical, chemical and sensory effects may occur in fruit bars over time. In this case, the product is covered with edible coatings to prevent these changes. For this purpose, composite coatings formed with carnauba wax (K), beeswax (B) and whey protein (PASP) were used. With coated products and the control bars were stored at 2 different temperatures (37°C and 25°C) for 120 days, and the effects of coating material, storage time and storage temperature on some quality properties of fruit bars were determined. For this purpose, the amount of dry matter, color, hardness, total phenolic substance amount, antioxidant activity, ascorbic acid amount and peroxide number were determined in the samples during control and storage. Dry matter amount and hardness value of composite edible coated products were determined higher than the beginning. Fruit bars coated with PASP + K have the lowest total phenolic content, while the amount of ascorbic acid and antioxidant activity are higher than other samples. The increase in storage temperature caused higher hardness value and lower color properties, ascorbic acid amount and antioxidant activity. A gradual decrease was observed in all analyzed parameters except for the dry matter amount during storage. As a result of the thesis study, it was determined that composite coating with PASP + K is the most suitable coating application for fruit bars.

Keywords: Beeswax, carnauba wax, edible film, fruit bar, whey protein.

ÖNSÖZ

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

Her konuda bana yardımcı olup benden yardımlarını ve bilgilerini esirgemeyen Arş.Gör. Vildan EYİZ'e,

Tez çalışmalarım süresince tezimin her aşamasında destekte bulunan babam Mehmet Hüsrev ÖZ'e tüm içtenliğimle sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ZEYNEP FEYZA KARAKAŞ

KONYA-2021

İÇİNDEKİLER

| | |
|--|-----------|
| ÖZET | iii |
| ABSTRACT | iv |
| ÖNSÖZ | v |
| İÇİNDEKİLER | vi |
| SİMGELER VE KISALTMALAR | vii |
| 1.GİRİŞ | 1 |
| 2.KAYNAK ARAŞTIRMASI | 3 |
| 2.1.Meyve Barı | 3 |
| 2.2.Yenilebilir Filmler | 3 |
| 2.2.1.Peynir Altı Suyu Proteini | 5 |
| 2.2.2. Karnauba mumu | 6 |
| 2.2.3. Balmumu | 6 |
| 2.3.Yapılan Çalışmalar | 6 |
| 3.MATERYAL VE YÖNTEM | 10 |
| 3.1. Materyal | 10 |
| 3.2. Yöntem | 10 |
| 3.2.1. Deneme deseni | 10 |
| 3.2.2. Meyve barı üretimi | 11 |
| 3.2.3. Kaplama | 12 |
| 3.2.4. Depolama | 12 |
| 3.2.5. Analiz yöntemleri | 13 |
| 3.2.5.1.Kuru madde analizi | 13 |
| 3.2.5.2.Renk analizi | 13 |
| 3.2.5.3.Tekstür analizi | 13 |
| 3.2.5.4. Ekstraksiyon ve örneklerin analize hazırlanması | 14 |
| 3.2.5.5.Toplam fenolik madde miktarı | 14 |
| 3.2.5.6. Antioksidan aktivite | 14 |
| 3.2.5.7.Askorbik asit miktarı | 15 |
| 3.2.5.8.Peroksit miktarı | 16 |
| 3.2.5.9. İstatistiksel analizler | 17 |
| 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA | 18 |
| 4.1. Kuru madde | 18 |
| 4.2. Renk | 20 |
| 4.3. Sertlik | 24 |
| 4.4. Toplam fenolik madde | 26 |
| 4.5. Antioksidan aktivite | 28 |
| 4.6. Askorbik asit | 31 |
| 4.7. Peroksit sayısı | 33 |
| 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER | 36 |
| KAYNAKÇA | 38 |

SİMGELER VE KISALTMALAR

a* : (+) kırmızı, (-) yeşil renk değeri

B : Bal mumu

b* : (+) sarı, (-) mavi renk değeri

cm : Santimetre

cm² : Santimetre kare

cm³ : Santimetre küp

d/dk : dakikadaki devir sayısı

dk : Dakika

g : Gram

K : Karnauba mumu

kcal : Kilokalori

kg : Kilogram

KI : Potasyum iyodür

L* : (0) siyah-(100) beyaz

MFA : Metafosforik asit

mg : Miligram

ml : Mililitre

mm : Milimetre

mm/s : Hız

N : Normalite

Na₂CO₃ :Sodyum karbonat

Nm : Nanometre

PASP : Peynir altı suyu proteini

PD : Peroksit değeri

1.GİRİŞ

Meyvelerin yapısında genellikle %80-85 su, %0,2-1 azotlu madde, %0,1-0,3 yağ, %3-18 karbonhidrat ve %0,3-0,8 mineral madde bulunmaktadır. Ayrıca meyvelerin yapısında bulunan vitamin çeşidi ve miktarı bakımından birbirinden farklıdır.

Turunçgiller, şeftali, çilek ve benzeri meyveler vitamin C bakımından, kayısı ise A vitamini bakımından oldukça iyi bir kaynaktırlar. Diğer meyvelerin yapısında bulunan C vitamini miktarı ise daha az olup taze olarak tüketildiğinde C vitamini gereksinmesinin karşılanmasında yardımcı olurlar. Herhangi bir meyvede bulunan C vitamini miktarı iklim ve diğer yetiştirme koşullarına bağlı olarak değişmekte ve ayrıca meyvelerin ambalajlanması ve saklanması da C vitamini miktarına etki eder.

Meyvelerin besin değerlerinin yanı sıra iştah üzerine de olumlu etkileri bulunmaktadır. Meyvelerin lezzeti ise yapılarında bulunan asit ve şekerden kaynaklanmaktadır. Meyveler olgunlaştıkça asit miktarı azalır, şeker miktarı artmaktadır. Meyvelerin protein miktarları genelde düşüktür, şeker oranı ise %5-15 arasında değişmektedir.

Meyveler yapılarında bulunan kül olarak ise potasyum, fosfor, magnezyum bol olarak bulunmaktadır. Sindirilmeyen karbonhidratlardan ise selüloz, hemiselüloz ve lignin yapılarında yoğun şekilde bulunmaktadır. Buna ek olarak meyvelerin yapısında bulunan selüloz bağırsak faaliyetlerini düzenlerler.

Genellikle kabuklu meyveler, kayısı, erik, üzüm, incir ve bunlardan yapılan marmelat veya reçeller bağırsak hareketlerini arttırdığından dolayı kabızlık rahatsızlığı olanlara, ekşi elma ve şeftali ise ishal sorunu olan kişilere tavsiye edilmektedir.

Meyveler, günlük enerji ve protein gereksinmesine çok az katkıda bulundurmalarından dolayı şişman bireylerin tatlı yerine taze meyve tüketmeleri sağlık açısından tavsiye edilmektedir (Akbulut, 2017).

Atıştırmalık ürünler, ana öğünlerin dışında tüketilen, beslenme ile tutku arasında köprü olan besinler olarak adlandırılmaktadır Atıştırmalıklar, genellikle ara öğün, bazen hızlı bir ana öğün, bazen iş toplantılarında, arkadaş toplantılarında, kutlamalarda, doğum günlerinde, bazen stresi bastırmak için, bazen de farkında olmadan tüketilen besinlerdir. Atıştırmalık olarak en çok tüketilen besinler ise çikolatalar, bisküviler, barlar, sandviçler, kurabiyeler ve meyve ve sebzelerdir.

Endüstriyel atıştırmalıklar, besin değeri olarak genellikle yağ, şeker veya tuz içeriği bakımından zengin, vitamin, mineral ve lif içeriği bakımından düşük olup; özellik ve nitelik

bakımından ise lezzetli, kolay ulaşılabilir, cazip, uygun fiyatlı, tüketime hazır, dayanıklılığı (raf ömrünü) artırılmış besinler olarak bilinmektedir.

Sağlıklı atıştırmalıklar ise, yağ (özellikle trans yağlar) şeker ve tuz içeriği düşük, koruyucu, yapay renklendirici ve aroma maddeleri içermeyen, vitamin, mineral ve lifçe zengin olan besin ya da besinler olarak tanımlanmaktadır

Sağlıklı bir atıştırmalık yeterlilik, denge, sınırlı veya kontrollü enerji, ılımlı ve çeşitlilik sunma özelliklerini bulundurmalıdır. Bu özelliklere bulunduran atıştırmalıklar, sağlıklı beslenmeye destek verirler

Ülkemizde 2010 yılında yapılan ‘Beslenme ve Sağlık Araştırması’ sonuçlarına göre, her yaştaki bireyin atıştırmalık ürünlerin reklamlarından bir şekilde etkilendiği ve bunu alışverişe de yansıttığı görülmüştür. Türkiye genelinde ise, reklamlardan etkilenilerek yapılan alışverişlerde 1. sırasında çikolata, gofret, cips, bar vb. atıştırmalıklar (%72), 2. sırasında içecekler (%69,5), 3. sırasında gazlı içecekler (57,5), 4. sırasında hazır tatlılar/pudingler (%52,7), 5. sırasında da ise süt ve ürünlerinin (%37,2) yer aldığı görülmüştür (26). Atıştırmalık ürünler her yaştaki bireyler tarafından tüketilse de, en fazla çocuklar tarafından tercih edilmektedir. Son yıllarda atıştırmalıklar, gelişmekte olan ülkelerde hızlı bir şekilde artmakta olup bu artışın obeziteye neden olduğu belirtilmektedir (Garipağaoğlu ve ark., 2016).

Günümüzde ise tüketilen meyve barları yapısında bulundurduğu kuru yemişler ve kuru meyvelerden dolayı besin içeriği taze meyvelere göre oldukça yüksek olan sağlıklı bir atıştırmalıktır.

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

2.KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1.Meyve Barı

Meyve barları birçok meyve çeşidini içerisinde bulundurduğundan dolayı besinsel açıdan oldukça zengindir. Günümüzdeki yiyecekler sadece insanın açlığı gidermek ve ihtiyacı olan besinleri sağlamakla kalmayıp, ayrıca beslenmeyle ilgili oluşabilecek hastalıkları önlemek ve tüketicilerin hem fiziksel hem de zihinsel refahını iyileştirmek amaçlarıyla tüketilmektedirler. Bu yüzden, fonksiyonel gıdalar oldukça önem kazanmıştır. Nitekim, son yıllarda ise gıdalar açısından tüketici talepleri önemli ölçüde değişmiştir. Tüketiciler, gıdaların sağlığa doğrudan etkide bulunduğunu düşünmektedirler.

Meyve barları, gıda endüstrisinde uzun yıllardan beri bulunmaktadır. Kuru meyve ve kuru yemişlerden yapılan meyve barları, yapılarında besin maddeleri, mineraller ve lezzet bileşenlerini bol miktarda bulundurduklarından dolayı atıştırmalık ürünler arasında sağlıklı bir seçenek olmaktadır (Eyiz, 2019). Bu nedenle son yıllarda tüketicilerin bu sağlıklı atıştırmalıklara olan ilgisi önemli düzeyde artmıştır. Bu durum birçok gıda üreticisinin piyasa alternatif ürün sunmasını sağlamıştır. Ancak ürünün yeniden yapılandırılması süresince meydana gelen değişimler, ürünün depolanması süresince çeşitli problemlere yol açmaktadır. Nitekim, çevresel faktörler ürünün fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özelliklerini önemli düzeyde değiştirmektedir. Bu değişimleri önlemek ya da sınırlandırmak için uygulanabilecek en önemli muhafaza tekniğı yenilebilir film ile kaplamadır.

2.2.Yenilebilir Kaplama

Birçok gıda ürünü tüketiciye ambalajlanarak sunulmasından dolayı ambalaj materyalleri toplum için vazgeçilmez bir hale gelmiştir. Kullanılan ambalaj materyalleri gıdanın bozulmasını önlemek, raf ömrünü uzatmak, kalite ve güvenliğı artırmak amacıyla kullanılmaktadır. Bu sebeple, kullanılan ambalajlamanın asıl amacı mikrobiyal kontaminasyonu önlemek ve ayrıca gıdaya oksijen, nem ve ışık bariyeri oluşturmaktır (Cho ve ark., 2002).

Raf ömrünü uzatmak amacıyla gıda maddelerinin ambalajlanmasında kullanılan ve gıda maddesi ile birlikte tüketilebilen maddeler, yenilebilir ambalajlar olarak adlandırılmaktadır (Pavlath ve ark., 2009). Gıda endüstrisinde yenilebilir kaplama olarak

kullanılabilecek birçok biyopolimer bulunmaktadır. Ancak, yenilebilir film ve kaplamaların sahip olması gereken bazı özellikler bulunmaktadır. Bunlar;

- Kaplamada kullanılacak olan hammaddeler, güvenilir olarak kabul edilmiş (GRAS) olmalı,
- Ürün ile çevre arasındaki gaz transferini kontrol etmeli
- Yapısal bütünlüğü bozmamalı ve mekanik işlemeyi geliştirmeli,
- Gıdanın fonksiyonel etkilerini destekleyici ve koruyucu özellikte olmalı,
- Uzun depolama süresi boyunca meydana gelebilecek mikrobiyal bozulmayı engellemeli veya azaltmalıdır (Appendini ve Hotchkiss, 2002).

Yenilebilir filmlerin geleneksel ambalajlama materyallerine kıyasla birçok avantajı bulunmaktadır. Bu avantajlardan bazıları aşağıdaki gibidir;

- Kullanılan film ve kaplamalar ambalajlanmış gıdalarla birlikte tüketildiğinden çevre temizliği açısından idealdir.
- Kullanılan film ve kaplamalar ambalajlanmış gıdalarla tüketilmeler bile, yapısında yenilebilir maddeler olduğundan dolayı, doğada polimerik materyallerden daha hızlı şekilde parçalanmaktadır.
- Film ve kaplamalara eklenen çeşitli komponentlerle (flavor maddeleri, renk maddeleri, tatlandırıcılar) sayesinde gıdaların organoleptik özelliklerini artırmaktadır.
- Kullanılan film ve kaplamalar antimikrobiyal ve antioksidan maddeler için taşıyıcı görevi görmekle beraber, gıda yüzeyine uygulanıp yüzeydeki koruyucu maddelerin iç kısımlara olan difüzyon hızını kontrol etmek amacıyla da kullanılmaktadır.
- Flavor ve benzeri maddelerin mikrokapsülasyonun da kullanılıp, bu maddelerin gıdaya geçişleri kontrol edilebilmektedir.
- Yenilebilir filmler yenilenemeyen filmler ile kompozit oluşturarak çok katlı ambalaj materyalleri olarak da kullanılabilir. Bu şekilde yapılan ambalaj materyallerinin, gıda ile temas eden yenilebilir film kısmı iç tabaka da bulunmalıdır (Gennadiġos ve Weller, 1993a; 1993b).

Yukarıda sayılan avantajlara ek olarak yenilebilir film ile kaplanmış ürünlerin bazı dezavantajları bulunmaktadır. Bu dezavantajlar;

- Uygulama maliyeti yüksek,
- Yeni bir teknoloji olması nedeniyle tanınırlığı düşük,

- Kullanılan film ve kaplamaların yenilebilir olduğundan tüketicinin sağlığı için tekrar bir ambalaj materyaline ihtiyaç duyulmakta,
- Petrol türevi materyallere göre daha az fiziksel ve kimyasal dirence sahiptir. Bu yüzden madde geçişini daha az engellediklerinden dolayı uygulanacakları ürün çeşitliliği sınırlı olmalıdır (Baldwin, 1994).

2.2.1.Peynir Altı Suyu Proteini (PASP)

Peynir üretiminin de yan ürün olarak üretilen peynir altı suyu; yapısında laktoz, mineraller (örneğin kalsiyum, magnezyum, fosfor), vitaminler, protein olmayan kaz ein (glikomakropeptit dışında) ve süt yağını iz miktarda bulunmaktadır.

Peynir altı suyu proteinlerinin yapılarında özellikle sülfür içeren amino asitleri (örneğin sistein, metiyonin) bulundurmaktadır. Sülfür içeren amino asitler, vücuttaki antioksidan peptitlerin düzeyini korumaya yardımcı olmaktadır. Diğer protein kaynaklarıyla karşılaştırıldığında peynir altı suyu proteinleri, kısa zincirli amino asitleri, L-isolösin, L-lösin ve L-valin'i yapısında yüksek konsantrasyonlarda içermektedir (Harper, 2000; German ve ark., 2001).

Peynir altı suyu, peynir üretimi sırasında fazla miktarda ortaya çıkmakla birlikte son zamanlarda yapılan araştırmalarla kullanılmaya başlanan önemli bir süt proteini kaynağıdır. PASP kullanılarak üretilen filmler, berrak, kokusuz ve yüksek elastikiyet özelliklerine sahiptir. Bu filmlerin oksijen geçirgenliğini çok iyi engellediği fakat hidrofilik yapısından dolayı nem bariyer özelliğinin yeteri kadar dirençli olmadığı bildirilmiştir (Anker,1996; Shellhammer ve ark., 1997).

PASP filmleri, dondurulmuş balıklarda antioksidan özellik sağlamakta, pişirilmiş gıdalarda, şekerleme, çikolata ve bisküvi gibi ürünlerde kullanılmaktadır. PASP ve PASP ile asetile edilmiş monogliserit karışımı kaplamalar, kahvaltılık gevreklerde nem geçirgenliğini ve kuru üzümün yapışkanlığını azaltmak amaçlı olarak da kullanılmaktadır (Krochta ve ark., 1997).

PASP, içerdikleri polar kısımlarından dolayı mükemmel oksijen bariyeri özelliklerine sahiptirler. Bu yüzden, özellikle et ve balık gibi gıdaların muhafazasında, meyve ve sebzelerdeki oksidatif renk değişiminin önlenmesinde önemli etkiye sahiptirler. Ayrıca düşük ve orta bağıl nemlerde mükemmel aroma ve yağ bariyer özelliklerine sahip olmalarıyla beraber ürüne yüksek oranda parlaklık da kazandırmaktadırlar (Tontul, 2019).

2.2.2. Karnauba mumu

Karnauba balmumu, palmiye ağaç yapraklarından (*Copoernica cerifera*) elde edilmiştir. Karnauba balmumun erime noktası oldukça yüksektir ve gıdalarda parlaklığı arttırmak için diğer mumlara katkı olarak kullanılmaktadır (Tontul, 2019).

Karnauba mumu parlaklık olarak orta derece bir mumdur. Ürüne parafinden daha iyi ama şellaktan daha az parlaklık katmaktadır. Ayrıca karnauba mumun geçirgenliği şellaktan daha fazladır ve beyazlamamaktadır (Anonim, 2004).

Karnauba mumunun yapısında genellikle esterler, yağ asitleri, yağ alkoller ve reçineler bulunmaktadır. Yapısından dolayı, karnauba mumu yıllarca saklanabilmekte ve kullanılabilir.

2.2.3. Balmumu

Balmumu, Apis cinsine ait (*Apis dorsata*, *A. indica*, *A. florea* ve *A. mellifera*) arıların salgısından elde edilen, beyaz renkli doğal mumsu bir maddedir. 2-3 haftalık genç işçi arıların son 4 çift karın halkalarındaki mum salgı bezlerince salgılanan, karın halkaları arasından çıkarken havayla teması sonucu katılaşıp pulcuk haline gelen, salgılandığı zaman beyaz renkte olup daha sonra koyulaşan bir arı ürünüdür. 62- 65°C erime noktasına sahip olup, özgül ağırlığı 0,95'tir.

Türk standartlarında belirtilen balmumlarının kendine özgü koku ve görünüşte (ağartılmış beyaz, natural beyaz, natural sarı) olmaları, içinde bozuk balmumu bulunmaması, organik yabancı maddelerle karışmış olmaması gerektiği belirtilmektedir.

Balmumunun yapısında birçok bileşen bulunmaktadır. Bu bileşenler ise %14 hidrokarbon, %35 monoester, %14 diester, %3 triester, %4 hidroksi monoester, %8 hidroksi poliester, %1 asit esterleri, %2 asit poliesterleri, %12 serbest asitler, %1 serbest alkoller ve %6 oranında da tanımlanamayan bileşiklerin karışımından oluşmaktadır (Munro ve ark.).

E901 koduyla bilinen balmumu; parlatma ajanı, yağlayıcı, topaklanmayı önleyici, emülgatör, stabilizör ve kaplayıcı olarak kullanılmaktadır (Çakmakçı ve ark., 2008).

2.3.Yapılan Çalışmalar

Vijayanand ve ark. (2000) tarafından, ambalajlama yöntemini belirlemek amacıyla yaptıkları bir çalışmada, önce yeni bir proses geliştirmişler ve daha sonra geliştirdikleri bu

proses aracılığıyla guava ve mango barı üretmek, bu barların depolama stabilitelerini takip etmişlerdir. Yapılan çalışma sonucunda Guava ve mango barının sırasıyla %11-15 ve %10-15 nem aralığında güvenli bir şekilde depolanabilecekleri sonucuna varmışlardır. Ayrıca meyve barlarının 20g'lık paketlerde, perçinlenmiş çift eksenli yönlendirilmiş polipropilen ile polyester-poliyeten laminat materyal kullanılarak ambalajlanmalarının daha uygun olacağı bildirilmiştir.

Ahmad ve ark. (2005) tarafından yapılan bir çalışmada önce ağırlık olarak 75:25 oranında olgun papaya ve domates posası karışımından meyve barı hazırlanmış ve daha sonra hazırlanan bu meyve barlarına farklı oranlarda pektin, nişasta ve etil selüloz eklenerek 7 farklı formülasyonda meyve barı üretilmiştir. Üretilen barların fizikokimyasal, duyu ve tekstürel özellikleri incelenmiştir. Barlara eklenen pektin, nişasta ve etil selüloz miktarlarının arttıkça ürünün tekstüründe sertleşme olduğu tespit edilmiştir. Barlardaki, aroma, tat ve renk bakımından yapılan değerlendirmelerde ise her bir örneğin, kabul edilebilir düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Yine bu meyve barlarının, depolama süresince, fizikokimyasal, duyu ve tekstürel özellikleri özelliklerini belirlemek amacıyla, düşük yoğunluklu polietilen ambalajlarla paketlenmiş ve dört ay boyunca 35-45°C'de depolanmıştır. Dört aylık depolama süresince yapılan analizlerde asitlik ve C vitamini gibi fizikokimyasal özelliklerde önemli değişiklikler meydana geldiği saptanırken, esmerleşme indeksi, tat ve aromada ise önemli bir değişiklik olmadığı belirlenmiştir.

Chaturvedi ve ark. (2011) tarafından yapılan bir çalışmada, yabancı kayısı meyve barının üretimini standardize etmek amaçlanmıştır. Bu amaçla önce yabancı kayısılar en uygun olgunlukta toplanmış ve daha sonra ön işlemlerden geçirilerek palper yardımıyla pulpa haline getirilmiştir. Meyve barı elde etmek için elde edilen pulpaya farklı oranlarda şeker ve pektin eklenmiş ve karışım kurutulmuştur. Kurutulmuş meyve barları paslanmaz bıçak ile 2,5 × 4,0 cm olacak şekilde kesilerek ambalajlanmıştır. Ambalajlanan ürünler 6 ay boyunca lamine alüminyum ve polietilen torbalarda depolanmış ve depolanma boyunca kalite değişimleri periyodik olarak analiz edilmiştir. Yapılan duyu değerlendirme sonucunda, en uygun meyve barının, yabancı kayısı pulpuna %60 şeker ve %0,30 pektin eklenerek yapılan karışımın 6 saat boyunca 55±2 °C'de kurutulmasıyla elde edildiği belirlenmiştir. Yapılan altı aylık depolama sırasında, üründe yaklaşık %3 nem artışı gözlenirken, toplam şeker ve C vitamini miktarında ise sırasıyla %6,00 ve %9,35 kaybı gerçekleştiği tespit edilmiştir. Lamine alüminyum ile paketlenmiş meyve barlarındaki kimyasal ve duyu kalite özelliklerinde meydana gelen değişiklikler, polietilen torbalarla paketlenmiş meyve barlarına kıyasla, daha

düşük düzeyde gerçekleştiği belirlenmiştir. Ayrıca vakum ambalajlamanın atmosferik ambalajlamaya kıyasla kayıpları minimize ettiğini belirlemiştir.

Parn ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada kapsamında, iki farklı popüler hurma çeşidi kullanarak meyve barları üretmişlerdir. Hurmalı meyve barlarının üretiminde standart yöntemler uygulanmış ancak hurma, şeker bakımından zengin olması nedeniyle herhangi bir şeker ilavesi yapılmamıştır. Yapılan hurmalı meyve barlarının genel özelliklerini değerlendirmek amacıyla toplam fenolik madde içeriği, antioksidan aktivite, renk, tekstür ve duyuşal gibi çeşitli analizler yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda, meyve barlarının protein, yağ ve karbonhidrat bakımından zengin olduğunu ve enerji değerlerinin de iyi olduğunu tespit edilmiştir. Ancak elde edilen meyve barlarının, ham hurma ile karşılaştırıldığında antioksidan aktivite ile toplam fenolik madde içeriğinde azalma olduğu belirlenmiştir. Tekstür analizi sonucunda ise ürünün kırılabilirlik değerinin yüksek olduğu, bu nedenle ürünün çiğnenmesi ve ısırılmasının kolay olması sebebiyle ürünün özellikle yaşlı ve çocuklar için uygun olduğu değerlendirilmiştir. Yine yapılan duyuşal analizlerde, hurmalı barların oldukça beğenildiği gözlemlenmiştir.

Vagadia ve ark. (2016) yaptıkları bir çalışmada, papaya ve muz pulplarını 7 farklı oranda karıştırarak meyve barları üretmişlerdir. Elde edilen bu meyve barları, polietilen ambalajlarda, oda sıcaklığında olmak kaydıyla 6 ay boyunca depolanması yapılmıştır. Muhafaza boyunca asitlik, toplam şeker miktarı ve askorbik asit miktarı gibi fizyokimyasal özellikler ile renk, tat, tekstür ve albeni gibi duyuşal özelliklerde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Duyuşal özellikler bakımından ise en uygun meyve barının 1:1 oranında karıştırılarak elde edilen bar olduğu belirlenmiştir. Depolama süresince fizyokimyasal özelliklerden toplam şeker ve askorbik asit miktarı azalırken, asitliğin ise artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Bilboa-sainz (2018) yaptığı çalışmada beyaz üzüm konsantresi ve toz armut 1:1 oranında karıştırılarak meyve barı elde edilmiştir. Kitinleri mantar atıklarından geri kazanarak kitosana dönüştürüp, polikasyon kitosan ve polianyon aljinatın katman katman elektrostatik birikimini kullanarak meyve barlarının kaplanmasında kullanmıştır. Depolama boyunca meyve barlarında askorbik asit miktarı ve antioksidan aktivite değerlerinin kaybının azalma görülmüştür. Ayrıca, kaplamaların hiçbiri meyve çubuklarının esmerleşme reaksiyonlarını önlemede etkili olmamıştır.

Eyiz (2019) tarafından meyve ve tahıl barlarında meydana gelebilecek fizyokimyasal ve duyuşal değişikliklerin önüne geçebilmek için ürünleri yenilebilir film ile kaplamıştır. Bu amaçla sodyum aljinat (SA), karboksimetil selüloz (KMS) ve peynir altı suyu

proteini (PASP) kaplama materyallerini 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. Yapılan analizler sonucunda SA ile kaplamanın meyve ve tahıl barlarının tekstürel yapısını iyileştirdiği ve depolama boyunca bu yapıyı muhafaza etmelerini sağladığı sonucuna varılırken KMS ile kaplama barların tekstürel özelliklerinde bazı olumsuz değişikliklerin meydana geldiği belirlenmiştir. Ayrıca her üç kaplama materyalinin de toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivitedeki meydana gelen kayıpları engellediği belirlenmiştir. 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.

50 adedi PASP, 50 adedi PASP+K ve geri kalan 50 adedi ise PASP+B ile kaplanarak depolamaya tabi tutulmuştur. Yenilebilir filmlerle kaplanan barlar 25°C’de ve 37°C’de olacak şekilde depolanmış ve ayda bir kere örnekleme yapılarak toplam 120 gün analizler gerçekleştirilmiştir..

Çalışma kapsamın faktöriyel deneme deseni [3 (yenilebilir film materyali)x 5(depolama süresi) x 2 (depolama sıcaklığı) x 2 (tekerrür)] kullanılmıştır. Uygulanan deneme deseni Şekil 3.2’ de özetlenmiştir.



Şekil 3.2. Deneme deseni

3.2.2. Meyve barı üretimi

Meyve barı üretimi; Meyve barlarının formülasyonu Eyiz (2019)’a göre gerçekleştirilmiştir. Ancak badem yerine ay çekirdeği içi kullanılmıştır. Dolayısıyla, %50 kuru meyve (%16,66 kayısı, %16,66 incir ve %16,66 çekirdeksiz üzüm) %35 kuru yemiş (%11,66 ayçekirdeği içi, %11,66 fındık ve %11,66 fıstık) ve %15 bal kullanılarak meyve barları üretilmiştir. Bar üretimi tüm hammaddelerin boyutunun küçültülmesinden (üzümler küçültülmeden, kayısı ve incirler dört parçaya kesildi) sonra homojen bir karışım elde edilene kadar (5 dk orta hızda, 10 dk yüksek hızda) yoğurucu (Planet Mikser 60) ile karıştırılarak 3 cm kalınlığında 40 × 60 cm² boyutlarındaki alüminyum tepsilere serilip 1 saat dondurucuda (-22°C) bekletilmiş ve daha sonra kurutulmuştur. Meyve barlarının her iki tarafı ayrı ayrı 1 gün süresince oda sıcaklığında kurutulmuştur (Şekil 3.3). Kuruyan tabakalar dikdörtgen şeklinde (3,0 × 6,0 cm²) kesilerek meyve barları elde edilmiştir.



Şekil 3.3. Kurumaya bırakılan meyve barları

3.2.3. Kaplama

Meyve barlarının kaplaması için;

- 300 g PASP + 150 ml Gliserol
- 240 g PASP + 60 g B + 150 ml Gliserol
- 240 g PASP + 60 g K + 150 ml Gliserol çözeltileri hazırlanmıştır.

Dikdörtgen şeklinde kesilen meyve barları hazırlanan bu çözeltilere daldırıldıktan sonra metal tepsiler üzerindeki yağlı kâğıtlara sıralanmıştır. Bir gece oda şartlarında yüzeylerin kuruması için beklenilmiştir. Kuruma gerçekleştiikten sonra meyve barları ters çevrilip arka yüzeylerinin de bir gece kuruması sağlanmıştır.

3.2.4. Depolama

Yenilebilir filmlerle kaplanmış ürünler düşük yoğunluklu polietilen torbalarda 3'er adet olacak şekilde ambalajlanarak depolanmışlardır. Depolama 25°C (oda şartlarında) ve 37°C'ye ayarlanmış inkübatörde bekletilerek 120 gün süresince gerçekleşmiştir. (Şekil 3.4.)



Şekil 3.4. Depolamaya bırakılan meyve barları

3.2.5. Analiz yöntemleri

3.2.5.1.Kuru madde analizi

Meyve barları 5 g tartılıp kurutma kabininde 70°C’de sabit tartıma ulaşana dek bir gece kurutulmuştur. Kurutma kabininden alınarak desikatör içinde ortam sıcaklığına soğutulan örneklerin son ağırlıkları ölçülmüş ve ağırlık kaybından %nem miktarı hesaplanmıştır.

3.2.5.2.Renk analizi

Örneklerin renk değerleri renk ölçer ile ölçülerek, L*, a* ve b* değerleri cinsinden kaydedilmiştir. Ölçümlerden elde edilen a* ve b* değerleri kullanılarak, ton açısı değerleri $\arctan(b^*/a^*)$ formülü ile, doygunluk değerleri $(a^{*2}+b^{*2})^{1/2}$ formülü ile hesaplanmıştır (Francis, 1998).

3.2.5.3.Tekstür analizi

TA-XT2. Plus (Stable Microsystems, Surrey, Birleşik Krallık) cihaz kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla silindirik prob (P/36R) kullanılarak sertlik 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 (AACC, 2000).

3.2.5.4. Ekstraksiyon ve örneklerin analize hazırlanması

Toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite belirlemede kullanılacak ekstraktların hazırlanmasında meyve barları homojen bir şekilde karıştırıldıktan sonra 2 g örnek tartılıp tüplere aktarılmıştır. Üzerine %80'lik etil alkol çözeltisinden 20 ml ilave edilmiş ve ultraturrax vasıtasıyla homojenize edildikten sonra tüpler 40°C'de 2 saat su banyosunda 240 d/dk'da çalkalanmıştır. Süre sonunda tüp içeriği filtre kağıdından geçirilerek berrak ekstraktlar elde edilmiştir. Hazırlanan ekstraktlar analizler yapıncaya kadar -20°C'de depolanmıştır.

3.2.5.5. Toplam fenolik madde miktarı

Fenolik ekstraktları, ekstraksiyon çözeltisi ile 3 kat seyreltilmiştir. Tüplere sırasıyla seyreltilen ekstraktlardan 0,5 ml folin çözeltisinden (0,2 N) 2 ml ve sodyum karbonat (Na_2CO_3) çözeltisinden (%7,5) 2,5 mL eklenmiştir. Kör için ise örnek yerine %80'lik ekstraksiyon çözeltisi ilave edilip hazırlanmıştır. Hazırlanan örnekler 50°C su banyosunda 5 dakika bekletilmiştir. Oda sıcaklığında 20 dakika soğuması için bırakılan örnekler daha sonra spektrofotometre (Libra S22, Birleşik Krallık) 760 nm'de absorbans değerleri okunmuştur. Hazırlanan gallik asit kurvesine göre toplam fenolik madde miktarları belirlenmiştir (Dincer vd 2012).

3.2.5.6. Antioksidan aktivite

Meyve barı örneklerinin antioksidan aktivitesi DPPH radikalinin inhibisyonuna dayalı antioksidan aktivite (DPPH) ve ferrik iyonlarının indirgeme kuvveti (FRAP) olmak üzere 2 farklı yöntemle belirlenmiştir. Fenolik ekstraktları ekstraksiyon çözeltisi ile 5 kat seyreltilmiştir.

DPPH yöntemine göre; Seyreltilen örneklerden 0,05 mL alınıp üzerine 0,95 mL DPPH, kör için ise 0,05 ml ekstraksiyon çözeltisi alınıp üzerine 0,95 ml DPPH çözeltisi ilave edilmiştir. Örnekler 30 dakika karanlıkta bekletildikten sonra spektrofotometre 517 nm'de absorbans değerleri okunmuştur. Hazırlanan trolox kurvesine göre antioksidan aktivite miktarları hesaplanmıştır (Eyiz, 2019).

FRAP yöntemine göre; seyreltilen örneklerden 75 µl alınıp üzerine 2,25 ml FRAP reaktifi ile 225 ml saf su ilave edilmiştir. Kör için ise örnek yerine ekstraksiyon çözeltisi ilave edilip hazırlanmıştır. Örnekler 30 dakika oda sıcaklığında bekletildikten sonra (Şekil 3.5) 593 nm’de absorbansı ölçülmüştür (Apak ve ark., 2006) .Hazırlanan trolox kurvesine göre antioksidan aktivite miktarları hesaplanmıştır.



Şekil 3.5. FRAP yöntemiyle oluşan renkler

3.2.5.7. Askorbik asit miktarı

Örneklerdeki L-askorbik asit miktarı spektrofotometrik yöntemle belirlenmiştir. 2 gr örnek tüplere tartılıp üzerine hazırlanan %6’lık metafosforik asit (MFA) çözeltisinden 20 ml eklenip ultraturrax vasıtasıyla homojenize edilmiş ve bir gece +4°C’de bekletilmiştir. Bir gece bekleyen tüpler 6000 devirde 10 dakika santrifüjlenmiştir. Santrifüj işleminden sonra üstte kalan sıvı kısımdan 2,5 ml alınıp üzerine sırasıyla 2,5 ml asetat tampon (pH 4.0) ve 0,5 mL 2,6-diklorofenolindofenol (boya çözeltisi) eklenip karıştırılmıştır. Daha sonra tüpün içerisine 5 mL ksilen eklenip ağzı kapatılmıştır ve kuvvetlice çalkalanmıştır. Kör için ise örnek yerine %6’lık metafosforik asit (MFA) çözeltisinden 2,5 ml ilave edilip hazırlanmıştır. Hazırlanan karışım 6000 devirde 2 dk santrifüjlenmiştir (Şekil 3.6). Tüpler santrifüj edildikten sonra üst katmanları (ksilen katmanı) alınarak ksilene karşı 500 nm’de cam küvetlerde okuması yapılmıştır. Askorbik asit miktarı aşağıda verilen denkleme göre belirlenmiştir (Tontul ve Topuz, 2017).

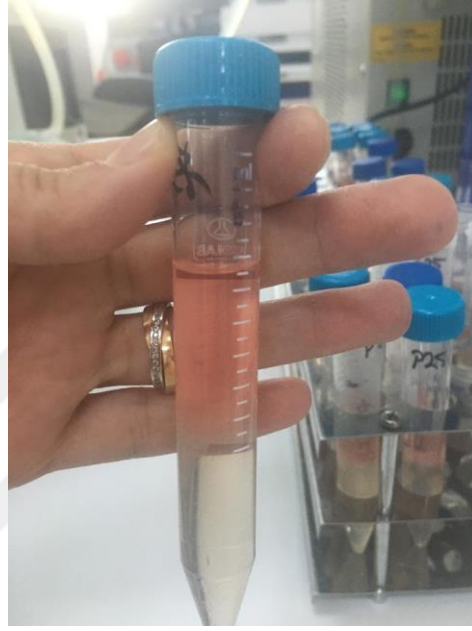
Askorbik asit, mg/kg = $[(A_s - A_n)/\alpha] \cdot Sf$

A_s: Şahit numunede saptanan absorbans değeri,

A_n: Örnekte saptanan absorbans değeri,

Sf: Seyreltme faktörü,

α : Askorbik asit standart eğrisinin eğimi



Şekil 3.6. Askorbik tayininde oluşan renk ve ayırım

3.2.5.8. Peroksit miktarı

Peroksit değeri, Amerikan Yağ Kimyacılar Cemiyeti'nin (American Oil Chemist's Society, AOCS) Cd 8b-90 nolu standardının modifiye edilmesi ile gerçekleştirilmiştir (AOCS 1999).

20 g meyve barı örnekleri öğütüldükten sonra homojen olarak erlenlere koyulur ve üzerine 200 ml hekzan çözeltisi ilave edilir. Ayrılan yağ kısmı filtre kağıdından süzülerek yeni balonlara alınır. 0,3 g yağ örneği tartılıp 50 ml'lik erlenlere koyulur. Üzerine 10 mL asetik asit/izooktan (3:2 v/v) eklenip yağ çözününceye kadar iyice karıştırılır. Karışımın üzerine doymuş KI (0,5 mL) eklenerek 1 dakika bekletildikten sonra yavaşça çalkalanmıştır. Süre sonunda 10 mL distile su eklenerek, karışım sodyum tiosülfat (0,002 N) ile 0,5 mL nişasta (%0,5) indikatörlüğünde titre edilmiştir (Şekil 3.7).

Peroksit değerinin hesaplanma Őekli aşağıdaki gibidir;

$$PD \text{ (miliekivalent O}_2\text{/kg yağ)} = [(S-B) \times N \times 1000] / \text{Örnek Ağırlığı}$$

S: Örnek için harcanan sodyum tiyosülfat çözeltilisi hacmi (mL)

B: Kör için harcanan sodyum tiyosülfat çözeltilisi hacmi (mL)

N: Sodyum tiyosülfatın normalitesi



Şekil 3.7. Titrasyon sonucu oluşan renk

3.2.5.9. 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. İstatiksel analizler SAS programı (V9, ABD) ile yapılmıştır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1.Kuru madde miktarı

Meyve barlarına ait kuru madde miktarı değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Kuru madde miktarı değerinin 25°C’de depolanan barlarda 96,77-99,56 g/100 g, 37°C’de depolanan barlarda ise 95,87-98,52 g/100 g arasında değiştiği görülmektedir.

Çizelge 4.1. Meyve barı örneklerine ait kuru madde miktarı (g/100 g) değerleri

| Depolama sıcaklığı | 25°C | | | 37°C | | | |
|--------------------|----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | Kaplama Çeşidi | PASP | PASP+B | PASP+K | PASP | PASP+B | PASP+K |
| 0 | | 96,77±0,21 | 97,10±0,04 | 98,02±0,59 | 96,77±0,21 | 97,10±0,04 | 98,02±0,59 |
| 1 | | 98,74±2,21 | 98,33±0,02 | 98,68±0,55 | 96,29±0,48 | 97,43±0,03 | 98,52±0,33 |
| 2 | | 97,98±0,82 | 99,56±0,08 | 98,97±0,88 | 98,00±0,05 | 97,75±0,03 | 98,31±0,54 |
| 3 | | 98,35±0,62 | 98,11±0,42 | 97,82±0,20 | 98,21±0,02 | 97,24±1,20 | 97,58±0,19 |
| 4 | | 97,65±0,05 | 96,77±0,66 | 97,04±0,57 | 97,00±0,14 | 96,68±0,44 | 95,87±0,64 |

Sonuçlar iki tekerrürün ortalaması±standart hatası şeklinde verilmiştir.

25°C’de yapılan depolamada PASP+balmumu ile kaplanmış olan meyve barlarında ise bir, iki ve ilk üç aylık depolama sonunda yapılan analiz sonucu elde edilen kuru madde miktarı (g/100 g) değerleri başlangıca göre daha yüksek, dördüncü aydaki değer ise başlangıca göre düşük olarak tespit edilmiştir. PASP+karnauba mumu ile kaplanmış olan meyve barlarında ise bir ve iki aylık depolama sonunda yapılan analiz sonucu elde edilen kuru madde miktarı değerleri başlangıca göre azda olsa yüksek, daha sonraki aylarda ise başlangıca göre düşük olduğu görülmüştür.

37°C’de yapılan depolamada PASP+balmumu ile kaplı olan meyve barlarında ise bir, iki ve üç aylık depolama sonunda yapılan analiz sonucu elde edilen kuru madde miktarı değerleri başlangıca göre artış göstermiş, dördüncü ayda ise başlangıca göre düşmüştür. Yine PASP+karnauba mumu ile kaplı olan meyve barlarında ise ilk iki aylık depolama sonunda yapılan analiz sonucu elde edilen kuru madde miktarı başlangıca göre az da olsa artış göstermiş, üçüncü ve dördüncü aydaki değerler ise başlangıca göre düşmüştür. 25°C ve 37°C yapılan depolamada, kuru madde miktarı değeri, başlangıca göre en fazla düşen meyve barı, 37°C depolaması yapılan PASP+karnauba ile kaplı olan meyve barı olup dördüncü aydaki depolama sonunda yapılan analiz sonucu elde edilen kuru madde miktarı (g/100 g) değeri olup düşüş oranı %2 olarak gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.2. Meyve barı örneklerinin kuru madde miktarına ait varyans analiz sonuçları

| Varyasyon kaynakları | SD | KO | F |
|------------------------|----|------|---------|
| Depolama sıcaklığı (T) | 1 | 27,1 | 12,91** |
| Depolama süresi (t) | 4 | 9,4 | 4,50** |
| Kaplama (K) | 2 | 10,9 | 5,21* |
| T * t | 4 | 11,6 | 5,53** |
| T * K | 2 | 8,5 | 4,06* |
| t * K | 8 | 11,2 | 5,34** |
| T * t * K | 8 | 12,0 | 5,74** |
| Hata | 30 | | 2,1 |

* p<0,05 düzeyinde önemli, **p<0,01 düzeyinde önemli

Meyve barı örneklerinin kuru madde miktarı (g/100 g) değeri değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir Varyans analizi sonuçlarına göre meyve barlarının kuru madde miktarı değeri üzerinde depolama sıcaklığı ve depolama süresinin etkisinin (p<0,01 seviyesinde), kaplama türünün etkisinin ise (p<0,05 seviyesinde) istatistiksel olarak önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

Varyans analiz sonuçları interaksiyonlar yönünden incelendiğinde; meyve barlarının kuru madde miktarı değerleri üzerinde, depolama sıcaklığı×kaplama materyali interaksiyonun %95 güven aralığında, depolama sıcaklığı×depolama süresi, depolama süresi×kaplama materyali, depolama sıcaklığı×depolama süresi×kaplama materyali interaksiyonun ise %99 güven aralığında istatistiksel olarak önemli görüldüğü tespit edilmiştir.

Çizelge 4.3. Meyve barı örneklerinin kuru madde miktarı (g/100 g) değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

| Varyasyon kaynakları | | Kuru madde miktarı |
|-------------------------|--------|--------------------|
| Depolama sıcaklığı (°C) | 25 | 97,99±0.20a |
| | 37 | 96,65±0.62b |
| | 0 | 97,29±0,19abc |
| Depolama süresi (Ay) | 1 | 96,16±1,60c |
| | 2 | 98,43±0,25a |
| | 3 | 97,89±0,21ab |
| | 4 | 96,83±0,22bc |
| | PASP | 96,47±0,94b |
| Kaplama | PASP+B | 97,61±0,22a |
| | PASP+K | 97,88±0,23a |

Her bir varyasyon kaynağı için aynı sütundaki farklı harfler ortalamalar arasında P<0,05 düzeyinde farklılığı ifade etmektedir.

Meyve barı örneklerinin kuru madde miktarı (g/100 g) değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.3’te verilmiştir. Çizelge incelendiğinde meyve barlarının kuru madde miktarı değerleri yönünden; 25 ve 37°C’deki depolama sıcaklığının etkisi istatistiksel yönden önemli olması sonucunda iki farklı grup oluşturmuştur. 25°C’deki

depolama sıcaklığında depolanan meyve barlarının kuru madde miktarları 37°C'deki depolama sıcaklığında depolanan meyve barlarından yüksek çıkmıştır.

Kaplanmış olan barların kuru madde miktarları ile depolama başlangıcı kuru madde miktarı arasında depolama süresinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuş ve depolama süresince kuru madde miktarının varyasyon gösterdiği tespit edilmiştir. Bu durumun depolama süresince atmosfer bağıl nem düzeyinde meydana gelen değişimlerden kaynaklandığı değerlendirilmiştir.

Kaplama kompozisyonunun da meyve barlarının kuru madde düzeyi üzerine önemli etkide bulunduğu tespit edilmiştir. Nitekim PASP+balmumu veya PASP+karnauba mumu kompozit kaplanmış meyve barlarında kuru madde miktarı yalnızca PASP ile kaplanmış meyve barlarına kıyasla daha yüksek olarak belirlenmiştir. Bu sonuç, yağ asidi bazlı mumları içeren hidrofobik kompozit kaplamaların nem değişimini sınırlandırdığını göstermiştir.

4.2. Renk

25 ve 37°C'de depolanan farklı yenilebilir film materyalleri ile kaplanmış meyve barlarına ait L^* değerleri, ton açısı değerleri ve doygunluk değerleri Çizelge 4.4'de verilmiştir.

25°C'de depolanan barların L^* değerlerinin 34,00-47,38 arasında, 37°C'de depolanan barların L^* değerlerinin ise 40,84-47,38 arasında değiştiği, ton açısı bakımından değerlerin, 25°C'de depolanan barlarda 65,46-71,84, 37°C'de depolanan barlarda 56,20-71,84 arasında değiştiği, doygunluk yönünden ise, 25°C'de depolanan barlarda 16,95-20,89, 37°C'de depolanan barlarda 15,05-20,89 arasında değiştiği görülmektedir.

Çizelge 4.4. Meyve barı örneklerine ait renk değerleri

| Depolama sıcaklığı | | 25°C | | | 37°C | | | |
|--------------------|-----------------|------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Kaplama Çeşidi | | PASP | PASP+B | PASP+K | PASP | PASP+B | PASP+K | |
| L* | Depolama | 0 | 45,38±0,10 | 47,38±0,56 | 46,58±0,43 | 45,38±0,10 | 47,38±0,56 | 46,58±0,43 |
| | süresi | 1 | 43,66±0,45 | 43,51±0,97 | 45,68±0,74 | 43,44±0,57 | 43,25±0,16 | 43,21±1,34 |
| | (Ay) | 2 | 40,41±0,08 | 40,79±0,18 | 41,39±0,04 | 42,58±0,01 | 42,42±0,11 | 42,91±0,08 |
| | | 3 | 37,40±0,23 | 38,26±0,52 | 37,51±0,68 | 42,22±0,10 | 41,55±0,11 | 42,46±0,44 |
| | | 4 | 34,61±0,50 | 35,89±1,13 | 34,00±1,20 | 41,87±0,20 | 40,84±0,73 | 41,67±0,90 |
| Ton açısı | Depolama | 0 | 71,07±0,03 | 71,84±0,12 | 70,65±0,28 | 71,07±0,03 | 71,84±0,12 | 70,65±0,28 |
| | süresi | 1 | 69,38±0,15 | 67,41±1,05 | 70,30±0,98 | 62,32±0,05 | 60,97±0,90 | 62,47±1,32 |
| | (Ay) | 2 | 67,46±1,00 | 68,26±0,02 | 67,40±0,96 | 62,01±0,01 | 59,89±0,99 | 62,77±0,21 |
| | | 3 | 68,38±2,09 | 68,46±1,62 | 67,83±0,62 | 62,42±0,47 | 60,01±0,91 | 62,44±0,91 |
| | | 4 | 67,80±1,93 | 67,83±1,15 | 65,46±1,69 | 59,04±2,69 | 56,20±0,29 | 60,31±0,40 |
| Doğunluk | Depolama | 0 | 20,89±0,36 | 20,23±0,47 | 19,21±0,46 | 20,89±0,36 | 20,23±0,47 | 19,21±0,46 |
| | süresi | 1 | 20,54±0,18 | 20,10±0,02 | 18,52±0,61 | 20,03±0,26 | 19,34±0,65 | 19,49±0,23 |
| | (Ay) | 2 | 20,55±0,30 | 19,97±0,25 | 18,49±0,17 | 19,17±0,16 | 18,45±0,83 | 19,77±0,00 |
| | | 3 | 20,56±0,42 | 19,85±0,52 | 18,47±0,28 | 18,79±0,33 | 18,11±0,49 | 18,24±0,35 |
| | | 4 | 20,43±1,84 | 19,34±1,29 | 16,95±0,32 | 15,14±1,57 | 15,05±0,23 | 16,06±0,83 |

Sonuçlar iki tekerrürün ortalaması±standart hatası şeklinde verilmiştir.

25°C’de depolanan meyve barlarının tamamında son aydaki L^* değeri depolama başlangıcına göre ortalama olarak %25 oranında azalırken 37°C’de depolanan meyve barlarının tamamında ise son aydaki L^* değeri depolama başlangıcına göre ortalama olarak %11 oranında azalmıştır. Depolama süresi arttıkça yapılan kaplamalara bağlı olmaksızın L^* değeri düşüşü devam etmiştir.

25°C’de depolanan meyve barlarının tamamında son aydaki ton açısı değeri depolama başlangıcına göre ortalama olarak %9 oranında azalırken 37°C’de depolanan meyve barlarının tamamında ise ortalama olarak %18 oranında azalma görülmüştür.

25°C’de depolanan meyve barlarından PASP ile kaplanmış meyve barında depolama başlangıcı ile sonu arasındaki doğunluk değeri farkı çok az iken, PASP+balmumu ve PASP+karnauba mumu ile kaplanmış meyve barlarında ise başlangıca nazaran doğunluk değerinde azalma sırasıyla yaklaşık %4 ve %12 olarak tespit edilmiştir.

37°C’de 4 ay depolanan meyve barlarından PASP ve PASP+balmumu ile kaplanmış meyve barlarında doğunluk değeri depolama başlangıcına göre ortalama olarak yaklaşık %26 oranında azalmış, PASP+karnauba mumu kaplanmış meyve barında ise oran %17 olarak gözlenmiştir.

Meyve barı örneklerinin renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5’de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına incelendiğinde, meyve barlarının L^* ve

ton açısı değeri üzerinde depolama sıcaklığı ve depolama süresinin ($p<0,01$) istatistiksel olarak önemli olduğu, kaplama faktörünün ise L^* ve ton açısı değeri üzerinde istatistiksel olarak önemli bir etki yapmadığı sonucuna varılmıştır. Doygunluk değeri üzerinde ise depolama sıcaklığı, depolama süresi ve kaplamanın ($p<0,01$) istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür.

Varyans analiz sonuçları interaksiyonlar yönünden incelendiğinde; depolama sıcaklığı×depolama süresi interaksiyonunun $p<0,01$ düzeyinde meyve barlarının tüm renk değerleri üzerine önemli etkisinin olduğu belirlenmiştir. Depolama sıcaklığı×kaplama interaksiyonunun ise ton açısı ve doymuluk değerleri üzerine istatistiksel olarak önemli etkisi tespit edilmiştir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Meyve barı örneklerinin renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları

| Varyasyon kaynakları | L^* | | | Ton açısı | | Doygunluk | |
|-------------------------------|-------|-------|----------|-----------|----------|-----------|---------|
| | SD | KO | F | KO | F | KO | F |
| Depolama sıcaklığı (T) | 1 | 83,8 | 122,46** | 483,4 | 221,88** | 17,3 | 21,07** |
| Depolama süresi (t) | 4 | 126,3 | 184,63** | 121,0 | 55,52** | 15,7 | 19,14** |
| Kaplama (K) | 2 | 1,4 | 2,03öd | 4,1 | 1,9öd | 7,8 | 9,53** |
| T * t | 4 | 29,5 | 43,12** | 32,7 | 14,99** | 6,3 | 7,63** |
| T * K | 2 | 1,0 | 1,48öd | 7,3 | 3,34* | 6,4 | 7,79** |
| t * K | 8 | 1,1 | 1,65öd | 1,8 | 0,81öd | 0,2 | 0,2öd |
| T * t * K | 8 | 1,0 | 1,39öd | 2,5 | 1,16öd | 0,8 | 0,94öd |
| Hata | 30 | | 0,68 | | 2,18 | | 0,82 |

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

Meyve barı örneklerinin renk değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir. Çizelge incelendiğinde 37°C 'deki depolama sıcaklığında depolanan meyve barlarının L^* değerleri 25°C 'deki depolama sıcaklığında depolanan meyve barlarından yüksek çıktığı görülmektedir. L^* değeri üzerine depolama süresinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuş ve yapılan gruptandırma depolama sürelerinin her biri ayrı grup oluşturmuştur. Nitekim örneklerin L^* değerinde depolama süresince kademeli bir azalış tespit edilmiştir. Meyve barlarında kullanılan kaplamaların L^* değerleri üzerine herhangi bir etkisi olmamıştır.

Çizelge 4.6. Meyve barı örneklerinin renk değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

| Varyasyon kaynakları | | L* | Ton açısı | Doymunluk |
|--------------------------------|---------------|-------------|-------------|--------------|
| Depolama sıcaklığı (°C) | 25 | 40,83±0,80b | 68,64±0,37a | 19,61±0,23a |
| | 37 | 43,18±0,35a | 62,96±0,84b | 18,53±0,34b |
| Depolama süresi (Ay) | 0 | 46,44±0,28a | 71,19±0,16a | 20,11±0,25a |
| | 1 | 43,79±0,35b | 65,48±1,14b | 19,67±0,23ab |
| | 2 | 41,75±0,29c | 64,63±0,99b | 19,40±0,26ab |
| | 3 | 39,90±0,68d | 64,92±1,09b | 19,00±0,30b |
| | 4 | 38,15±1,05e | 62,77±1,44c | 17,16±0,71c |
| Kaplama | PASP | 41,70±0,75a | 66,10±0,98a | 19,70±0,42a |
| | PASP+B | 42,13±0,79a | 65,27±1,22a | 19,07±0,37b |
| | PASP+K | 42,20±0,88a | 66,03±0,87a | 18,44±0,27c |

Her bir varyasyon kaynağı için aynı sütundaki farklı harfler ortalamalar arasında P<0,05 düzeyinde farklılığı ifade etmektedir.

Depolama sıcaklığı ton açısı ve doymunluk değerleri üzerine benzer etki göstermiş ve 25°C’de depolanan meyve barlarının değerleri 37°C’deki depolanan meyve barlarından yüksek olarak tespit edilmiştir.

Depolama süresinin ton açısı ve doymunluk değerleri etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Çizelge 4.6’da görüldüğü üzere en yüksek değer depolama başlangıcında görülürken, en düşük değer 4.ay depolanmış örneklerde tespit edilmiştir.

Meyve barlarında kullanılan kaplamaların ton açısı değerlerinde herhangi bir farklılığa neden olmazken, doymunluk değerleri üzerine istatistiksel olarak etkisi bulunmuş ve kullanılan üç ayrı kaplama, ayrı grup oluşturmuştur. PASP ile kaplanmış meyve barlarında en yüksek doymunluk değeri tespit edilmiş ve bunu sırasıyla PASP+balmumu ile PASP+karnauba mumu ile kaplanmış meyve barlarındaki takip etmiştir.

Eyiz (2019)’in yaptığı SA, KMS ve PASP ile kaplanmış meyve barlarında yapmış olduğu çalışmada, 25°C ve 37°C’deki depolama süresince L* değerlerinde düşüş tespit edildiği ve bu durumun depolama süresince meydana gelen esmerleşme reaksiyonlarından kaynaklandığını belirtmiştir. Meyve barlarının protein ve şekerce zengin olmasının enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarını teşvik ettiğini bildirmiştir.

Lee ve ark. (2003) yaptıkları çalışmada PASP ile kaplanmış elma dilimlerinin 3.günden sonra L* değerlerinin düştüğü a* değerlerinin arttığı belirlenmiştir.

Khanzadi ve ark. (2015) ise, yaptıkları çalışmada PASP, pullulan ve bal mumu ile hazırlanmış filmlerde PASP konsantrasyonu arttıkça L* değerinin arttığını bildirmişlerdir.

4.3.Sertlik

Sertlik; katı gıdaların dişler arasındaki, yarı katıların ise damak ve dil arasındaki basınca karşı koyması için gerekli güçtür. Meyve barlarının içerisine fındık, fıstık gibi kuru yemişler ilave edilmesinden dolayı sertlik beklenmektedir.

Meyve barlarına ait sertlik değerleri Çizelge 4.7’de verilmiştir. Sertlik değerinin 25°C’de depolanan barlarda 53,0-168,5 N, 37°C’de depolanan barlarda ise 53,0-361,4 N arasında değiştiği görülmektedir.

Çizelge 4.7. Meyve barı örneklerine ait sertlik (N) değerleri

| Depolama sıcaklığı | Kaplama Çeşidi | 25°C | | | 37°C | | |
|----------------------|----------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| | | PASP | PASP+B | PASP+K | PASP | PASP+B | PASP+K |
| Depolama süresi (Ay) | 0 | 53,9±2,2 | 55,5±2,4 | 53,0±2,0 | 53,9±2,2 | 55,5±2,4 | 53,0±2,0 |
| | 1 | 94,7±17,3 | 103,0±0,7 | 123,5±18,0 | 191,2±12,9 | 261,5±9,7 | 248,1±5,8 |
| | 2 | 88,9±11,1 | 108,8±2,3 | 114,5±0,9 | 225,2±23,7 | 267,3±3,9 | 320,3±16,8 |
| | 3 | 147,3±10,2 | 154,6±1,5 | 168,5±3,9 | 358,9±5,3 | 361,4±10,7 | 358,3±0,1 |

Sonuçlar iki tekerrürün ortalaması±standart hatası şeklinde verilmiştir.

25°C’de depolanan meyve barlarının tamamında son aydaki sertlik değeri başlangıca göre ortalama olarak 2,9 kat artarken 37°C’de depolanan meyve barlarının tamamında ise son aydaki sertlik değeri başlangıca göre ortalama olarak 6,6 kat artmıştır. Depolama süresi arttıkça yapılan kaplamalara ve depolama sıcaklığına bağlı olarak farklı oranlarda sertlik değeri artışı devam etmiştir.

25°C’de yapılan depolamada PASP, PASP+balmumu ve PASP+karnauba ile kaplanmış meyve barlarında sertlik değeri birinci ay sonundaki artış oranı başlangıca göre sırasıyla, %77, %85 ve %133 olmuştur. İki aylık depolama sonunda yapılan ölçümlerde PASP ve PASP+karnauba kaplı meyve barlarında sertlik değeri ilk aya göre %7 azalış gösterirken, PASP+balmumu kaplı meyve barlarında sertlik değeri ise %5 artmıştır. PASP, PASP+balmumu ve PASP+karnauba ile kaplanmış meyve barlarında sertlik değeri üç aylık depolama sonucunda yapılan ölçümlerde, bir önceki aya ait değerlerden sırasıyla %65, %42, %44 daha fazla tespit edilmiştir.

37°C’de yapılan depolamada ise PASP, PASP+balmumu ve PASP+karnauba ile kaplanmış meyve barlarında sertlik değeri birinci ay sonundaki artış oranı başlangıca göre sırasıyla, %254, %371 ve %368 olmuştur. İki aylık depolama sonunda yapılan ölçümlerde PASP, PASP+balmumu ve PASP+karnauba kaplı meyve barlarında sertlik değeri artış

oranı ilk aya göre sırasıyla %17, %2 ve %29 olmuştur. PAsP, PAsP+balmumu ve PAsP+karnauba ile kaplanmış meyve barlarında sertlik değeri üç aylık depolama sonucunda yapılan ölçümlerde, bir önceki aya ait değerlerden sırasıyla %59, %35 ve %12 daha fazla bulunmuştur.

Meyve barı örneklerinin sertlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.8’de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre meyve barlarının sertlik değeri üzerinde depolama sıcaklığı, depolama süresi ve kaplama türünün etkisinin ($p<0,01$) istatistiki olarak önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

Varyans analiz sonuçlarının interaksiyonlar yönünden incelendiğinde; meyve barlarının sertlik değerleri üzerinde, depolama sıcaklığı×depolama süresi ve depolama süresi×kaplama materyali interaksiyonun ($p<0,01$) düzeyinde, depolama sıcaklığı×depolama süresi×kaplama materyali interaksiyonun ise ($p<0,05$) düzeyinde istatistiki olarak önemli görüldüğü tespit edilmiştir.

Çizelge 4.8. Meyve barı örneklerinin sertlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları

| Varyasyon kaynakları | SD | KO | F |
|------------------------|----|----------|-----------|
| Depolama sıcaklığı (T) | 1 | 184554,6 | 1007,62** |
| Depolama süresi (t) | 3 | 85886,5 | 468,92** |
| Kaplama (K) | 2 | 23408,5 | 18,07** |
| T * t | 3 | 3309,3 | 127,8** |
| T * K | 2 | 503,2 | 2,75öd |
| t * K | 6 | 901,7 | 4,92** |
| T * t * K | 6 | 617,7 | 3,37* |
| Hata | 24 | | 183,2 |

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

Meyve barı örneklerinin renk değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.9’da verilmiştir. Çizelge incelendiğinde meyve barlarının sertlik değerleri üzerine; 25 ve 37°C’deki depolama sıcaklığının etkisi istatistiki yönden önemli bulunmuş ve iki farklı grup oluşturmuştur. 37°C’de depolanan meyve barlarının sertlik değerleri 25°C’de depolanan meyve barlarından yüksek bulunmuştur.

Depolama süresince sertlik değerleri kademeli olarak artmış ve en yüksek değer 3’üncü aydaki depolama sonucunda tespit edilmiştir.

Çizelge 4.9. Meyve barı örneklerinin sertlik (N) değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

| Varyasyon kaynakları | | Sertlik |
|----------------------|--------|-------------|
| Depolama | 25 | 105,5±8,0b |
| sıcaklığı (°C) | 37 | 229,5±23,8a |
| | 0 | 54,2±0,7a |
| Depolama | 1 | 170,3±20,7b |
| süresi (Ay) | 2 | 187,5±26,9c |
| | 3 | 258,2±30,7d |
| | PASP | 151,8±25,4b |
| Kaplama | PASP+B | 171,0±27,3a |
| | PASP+K | 179,9±28,4a |

Her bir varyasyon kaynağı için aynı sütundaki farklı harfler ortalamalar arasında $P<0,05$ düzeyinde farklılığı ifade etmektedir.

Meyve barlarında kullanılan kaplamaların sertlik değerleri üzerine de istatistiksel olarak etkisi bulunmuştur. Nitekim, PASP ile kaplanmış meyve barlarının sertlik değeri diğer kaplamalarla kaplanmış meyve barlarındaki sertlik değerlerine göre daha düşük tespit edilmiştir.

Yapılan bir çalışmada muz-papaya karışık meyve barının sertlik değerleri depolama boyunca 73,8 ile 329,0 N arasında değiştiği gözlenmiştir. Ayrıca, örneklerin sertliği, pektin miktarlarındaki artışla önemli ölçüde artmıştır (Patel ve ark, 2017).

Eyiz (2019) yaptığı çalışmada PASP, KMS ve SA ile kaplanmış meyve barları 25 ve 37°C’de depolanmış, depolama süresince sertlik değerinde, her iki sıcaklıkta da en yüksek sertlik değerine sahip olan örneklerin PASP ile kaplanmış olan barlar olduğunu, en düşük sertlik değerine sahip olan barların ise KMS ile kaplanmış olan barlar olduğunu belirtmiştir. Bunun nedeninin de ürünlerin nem kaybetmesi ve depolama süresince kohezif etkileşimlerin artmasına bağlı olduğu ifade edilmiştir.

4.4. Toplam fenolik madde

Meyve barlarına ait toplam fenolik madde miktarı değerleri Çizelge 4.10’da sunulmuştur. Toplam fenolik madde miktarı değerinin 25°C’de depolanmış barlarda 2657,8-3954,4 mg/kg km, 37°C’de depolanmış barlarda ise 2969,7-4202,5 mg/kg km arasında değiştiği görülmektedir.

Çizelge 4.10. Meyve barı örneklerine ait toplam fenolik madde miktarı (mg/kg km) değerleri

| Depolama sıcaklığı | 25°C | | | 37°C | | | |
|----------------------|----------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| | Kaplama Çeşidi | PASP | PASP+B | PASP+K | PASP | PASP+B | PASP+K |
| | 0 | 3935,6±26,6 | 3807,5±173,9 | 3376,1±93,3 | 3737,6±80,5 | 3807,5±173,9 | 3376,1±93,3 |
| Depolama süresi (Ay) | 1 | 3950,3±62,3 | 3607,6±69,5 | 3200,4±124,3 | 4202,5±60,3 | 3792,4±17,2 | 3261,8±92,8 |
| | 2 | 3954,4±39,5 | 3407,6±34,9 | 3011,4±251,8 | 3801,4±64,1 | 3184,1±166,8 | 3174,5±1,8 |
| | 3 | 3702,9±27,6 | 3404,8±174,7 | 2828,7±211,7 | 3400,3±188,6 | 3020,6±40,7 | 3120,8±34,0 |
| | 4 | 3451,4±15,8 | 3420,8±246,3 | 2657,8±25,3 | 3392,4±16,2 | 3012,1±12,3 | 2969,7±31,6 |

Sonuçlar iki tekerrürün ortalaması±standart hatası şeklinde verilmiştir.

25°C’de depolanan meyve barlarının tamamında 4 ay depolama sonunda toplam fenolik madde miktarı başlangıca göre ortalama olarak %14 azalırken, 37°C’de depolanan meyve barlarının tamamında ise 4 ay depolama sonunda toplam fenolik madde miktarı depolama başlangıcına göre ortalama olarak %16 azalmıştır.

Meyve barı örneklerinin toplam fenolik madde miktarı değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11’de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre meyve barlarının toplam fenolik madde miktarı değeri üzerinde depolama süresi ve kaplama türünün etkisinin (p<0,01) istatistiki olarak önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

Varyans analiz sonuçlarının interaksiyonlar yönünden incelendiğinde; meyve barlarının toplam fenolik madde miktarı değerleri üzerinde, depolama sıcaklığı×kaplama materyali süresi interaksiyonunun (p<0,01) düzeyinde istatistiki olarak önemli görüldüğü tespit edilmiştir.

Çizelge 4.11. Meyve barı örneklerinin toplam fenolik madde miktarı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

| Varyasyon kaynakları | SD | KO | F |
|------------------------|----|-----------|---------|
| Depolama sıcaklığı (T) | 1 | 14356,2 | 0,54öd |
| Depolama süresi (t) | 4 | 684630,3 | 25,85** |
| Kaplama (K) | 2 | 2149041,2 | 81,15** |
| T * t | 4 | 39188,4 | 1,48öd |
| T * K | 2 | 151838,9 | 5,73** |
| t * K | 8 | 54327,7 | 2,05öd |
| T * t * K | 8 | 44782,4 | 1,69öd |
| Hata | 30 | 26483 | |

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

Meyve barı örneklerinin toplam fenolik madde miktarı değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde meyve barlarının toplam fenolik madde miktarının depolama sıcaklığından etkilenmediği görülmektedir.

Depolama süresine göre yapılan gruplandırmada depolama sürelerinde başlangıç örneği ve bir aylık depolama süresi aynı gruba girerken, iki aylık depolama ikinci grubu, üç ve dört aylık depolama süresi ise üçüncü grubu oluşturmuşlardır. Başlangıç örneğinin toplam fenolik madde miktarına nazaran, depolama boyunca toplam fenolik madde miktarı değerleri azalmış ve en düşük değer 4.ay sonunda tespit edilmiştir.

Meyve barlarında kullanılan kaplamaların toplam fenolik madde miktarı değerleri üzerine istatistiksel olarak önemli etkisi bulunmuştur. En yüksek toplam fenolik madde miktarı PASP ile kaplanmış meyve barlarında belirlenmiş ve bunu sırasıyla PASP+balmumu ve PASP+karnauba mumu ile kaplanmış örnekler izlemiştir.

Çizelge 4.12. Meyve barı örneklerinin toplam fenolik madde miktarı (mg/kg km) değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

| Varyasyon kaynakları | Toplam Fenolik Madde Miktarı |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| Depolama sıcaklığı (°C) | |
| 25 | 3447,8±75,9a |
| 37 | 3416,9±68,5a |
| Depolama süresi (Ay) | |
| 0 | 3673,4±75,0a |
| 1 | 3669,2±110,4a |
| 2 | 3422,2±110,9b |
| 3 | 3246,3±96,4c |
| 4 | 3150,7±93,7c |
| Kaplama | |
| PASP | 3752,9±61,7a |
| PASP+B | 3446,5±73,9b |
| PASP+K | 3097,7±58,1c |

Her bir varyasyon kaynağı için aynı sütundaki farklı harfler ortalamalar arasında P<0,05 düzeyinde farklılığı ifade etmektedir.

Temiz ve Yeşilsu (2006) yazdıkları derlemede yenilebilir film ile kaplamanın ürünün oksijen ile temasını keserek fenolik madde kaybını kısıtlayıcı etkisinin olduğunu belirtmişlerdir.

Peynir altı suyu proteininden hazırlanan kaplamaların oksijen ve yağa oksidasyonuna karşı mükemmel bariyer özellik göstermekte ve ürüne yüksek oranda parlaklık kazandırmaktadır (Koyuncu ve ark., 2002).

4.5. Antioksidan aktivite

Meyve barlarına ait antioksidan aktivite değerleri DPPH ve FRAP olmak üzere iki ayrı metotta belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.13'te verilmiştir.

DPPH metoduna göre belirlenen antioksidan aktivite değerlerinin 25°C'de depolanan barlarda 3657,5-4813,8 mg TEAA/kg km, 37°C'de depolanan barlarda ise 3021,0-4813,8 mg TEAA/kg km arasında değiştiği tespit edilmiştir.

FRAP metoduna göre belirlenen antioksidan aktivite değerlerinin 25°C'de depolanan barlarda 2286,7-3216,5 mg TEAA/kg km, 37°C'de depolanan barlarda ise 2315,8-3216,5 mg TEAA/kg km arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.13. Meyve barı örneklerine ait antioksidan aktivite (mg TEAA/ kg km) değerleri

| Depolama sıcaklığı | | 25°C | | | 37°C | | | |
|--------------------|----------------------|------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Kaplama Çeşidi | | PASP | PASP+B | PASP+K | PASP | PASP+B | PASP+K | |
| DPPH | Depolama süresi (Ay) | 0 | 4274,5±78,8 | 4527,5±80,0 | 4813,8±25,5 | 4274,5±78,8 | 4527,5±80,0 | 4813,8±25,5 |
| | | 1 | 3908,4±53,5 | 4345,2±65,3 | 4703,0±315,6 | 3656,5±92,2 | 4172,7±104,3 | 4481,6±67,1 |
| | | 2 | 3922,8±41,3 | 3904,7±7,0 | 4622,7±8,4 | 3038,5±105,7 | 4178,4±4,4 | 4227,7±13,5 |
| | | 3 | 3941,0±65,1 | 3898,7±31,6 | 4679,4±54,4 | 3021,0±24,8 | 3865,7±49,3 | 4178,3±98,8 |
| | | 4 | 3722,1±93,7 | 3657,5±53,6 | 4579,2±68,1 | 3051,7±31,3 | 3792,2±18,3 | 3969,1±8,0 |
| FRAP | Depolama süresi (Ay) | 0 | 2907,5±52,4 | 3048,2±69,3 | 3216,5±79,6 | 2907,5±52,4 | 3048,2±69,3 | 3216,5±79,6 |
| | | 1 | 2648,5±22,0 | 2916,4±111,3 | 3160,2±14,4 | 2889,7±33,5 | 2722,1±34,2 | 3178,4±18,1 |
| | | 2 | 2547,5±37,3 | 2832,6±135,2 | 3103,9±108,4 | 2610,4±52,6 | 2662,7±101,7 | 3188,7±5,0 |
| | | 3 | 2417,1±29,6 | 2668,5±14,6 | 3031,6±127,4 | 2534,2±28,2 | 2489,3±45,2 | 2806,0±193,6 |
| | | 4 | 2286,7±22,0 | 2536,6±33,8 | 2950,2±71,8 | 2385,5±204,7 | 2315,8±11,4 | 2713,9±78,6 |

Sonuçlar iki tekrerrün ortalaması±standart hatası şeklinde verilmiştir.

DPPH yönteminde; 25°C'de depolanan meyve barlarının tamamında son aydaki antioksidan aktivite değerleri başlangıca göre ortalama olarak %12 azalırken, 37°C'de depolanan meyve barlarının tamamında ise son aydaki antioksidan aktivite değeri ise ortalama olarak %10 azalmıştır.

FRAP yönteminde; 25°C'de depolanan meyve barlarının tamamında son aydaki antioksidan aktivite değeri başlangıca göre ortalama olarak %15 azalırken, 37°C'de depolanan meyve barlarının tamamında ise son aydaki antioksidan aktivite değeri başlangıca kıyasla ortalama olarak %19 daha düşüktür.

Meyve barı örneklerinin antioksidan aktivite değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.14'te verilmiştir. DPPH yöntemine göre varyans analizi sonuçlarına göre meyve barlarının antioksidan aktivite değeri üzerinde depolama sıcaklığı, depolama süresi ve kaplama türünün etkisinin (p<0,01) istatistiki olarak önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

Varyans analiz sonuçları interaksiyonlar yönünden incelendiğinde; meyve barlarının antioksidan aktivite değerleri üzerinde, depolama sıcaklığı×depolama süresi, depolama sıcaklığı×kaplama materyali, depolama sıcaklığı×depolama süresi×kaplama materyali

interaksiyonun ($p<0,01$) düzeyinde, depolama süresi×kaplama materyali, interaksiyonun ($p<0,05$) düzeyinde etki göstermiştir.

Çizelge 4.14. Meyve barı örneklerinin antioksidan aktivite değerlerine ait varyans analiz sonuçları

| Varyasyon kaynakları | DPPH | | | FRAP | |
|------------------------|------|-----------|----------|-----------|---------|
| | SD | KO | F | KO | F |
| Depolama sıcaklığı (T) | 1 | 1204960,1 | 86,48** | 24268,7 | 1,81öd |
| Depolama süresi (t) | 4 | 1019213,9 | 73,15** | 526162,0 | 38,89** |
| Kaplama (K) | 2 | 3409805,3 | 244,72** | 1063983,0 | 79,56** |
| T * t | 4 | 103408,5 | 7,42** | 11930,3 | 0,89öd |
| T * K | 2 | 443614,9 | 31,84** | 86208,0 | 6,45** |
| t * K | 8 | 38599,5 | 2,77* | 13918,1 | 1,04öd |
| T * t * K | 8 | 73494,1 | 5,27** | 12870,8 | 0,96öd |
| Hata | 30 | 13933,4 | | 13373,9 | |

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

FRAP yöntemine göre varyans analizi sonuçlarına göre meyve barlarının antioksidan aktivite değeri üzerinde depolama süresi, kaplama türü ve depolama sıcaklığı×kaplama materyali interaksiyonunun ($p<0,01$) istatistiksel olarak önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

DPPH ve FRAP yöntemlerine göre meyve barı örneklerinin antioksidan aktivite değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.15'te verilmiştir. Çizelge incelendiğinde meyve barlarının antioksidan aktivite değerleri yönünden; 25 ve 37°C'deki depolama sıcaklığının etkisi istatistiksel yönden önemli bulunması sonucu iki farklı grup oluşmuştur. 25°C'deki depolama sıcaklığında depolanan meyve barlarının antioksidan aktivite değerleri 37°C'deki depolama sıcaklığında depolanan meyve barlarından yüksek çıkmıştır. Ancak meyve barı örneklerinin FRAP yöntemi ile belirlenen antioksidan aktivite değerleri her iki sıcaklıkta benzer olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.15. Meyve barı örneklerinin antioksidan aktivite (mg TEAA/ kg km) değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

| Varyasyon kaynakları | | DPPH | FRAP |
|-------------------------|--------|---------------|--------------|
| Depolama sıcaklığı (°C) | 25 | 4233,4±73,9a | 2818,1±53,0a |
| | 37 | 3950,0±100,4b | 2777,9±54,7a |
| | 0 | 4538,6±69,4a | 3057,4±43,3a |
| | 1 | 4211,2±114,4b | 2919,2±62,0b |
| Depolama süresi (Ay) | 2 | 3982,5±146,8c | 2824,3±78,2b |
| | 3 | 3930,7±149,5c | 2657,8±69,7c |
| | 4 | 3795,3±137,1d | 2531,5±77,0d |
| | PASP | 3681,1±107,1c | 2613,5±52,0c |
| Kaplama | PASP+B | 4087,0±68,6b | 2724,1±55,2b |
| | PASP+K | 4506,9±67,8a | 3056,6±44,6a |

Her bir varyasyon kaynağı için aynı sütundaki farklı harfler ortalamalar arasında $P<0,05$ düzeyinde farklılığı ifade etmektedir.

Her iki yönteme göre belirlenen antioksidan aktivite değerlerinde depolama süresince kademeli bir azalış gözlenmiştir. Bu durumun antioksidan özellikli bileşenlerde meydana gelen degradasyon ve oksidasyon reaksiyonlarından kaynaklandığı değerlendirilmektedir.

Meyve barlarında kullanılan kaplamaların antioksidan aktivite değerleri üzerine istatistiksel olarak etkisi bulunmuş, PAsP+karnauba mumu kaplanmış meyve barlarındaki antioksidan aktivite en yüksek olarak belirlenmiştir. PAsP+balmumu kaplanmış meyve barlarında antioksidan aktivite değeri de PAsP ile kaplanmış meyve barlarının antioksidan aktivite değerine göre daha yüksek olarak tespit edilmiştir.

Marquez ve ark. (2017) çalışmalarında PAsP ile kaplamanın taze kesilmiş meyvelerde antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarında meydana gelebilecek kayıpları engellediğini ortaya koymuşlardır.

Parn ve ark. (2015) yaptığı çalışmada meyve barında depolama boyunca antioksidan değerinin fenolik bileşiklerle doğru orantılı olarak azaldığını bildirmiştir.

Peynir altı suyu proteinleri antioksidan aktivite gösterip çeşitli mekanizmalarla lipit oksidasyonunu inhibe etmektedirler (Rodriguez ve ark., 2011).

Tükettiğimiz gıdaların antioksidan içeriğinin yüksek olması beklenir. Depolama süresince gıdalardaki antioksidan değerlerinin azalması istenmeyen bir durumdur. Yaptığımız analizler sonucunda depolama boyunca antioksidan aktivite miktarında fenolik madde miktarıyla benzer olarak sürekli bir düşüş gözlenmiştir. Bu düşüşlerin depolama boyunca üründe oksijenin katalizlediği reaksiyonlar ile esmerleşme reaksiyonlarının sebep olduğu düşünülmektedir.

4.6. Askorbik asit

Meyve barlarına ait askorbik asit miktarı değerleri Çizelge 4.16'da verilmiştir. Askorbik asit miktarı değerinin 25°C'de depolanan barlarda 120,9-207,6 mg/kg km, 37°C'de depolanan barlarda ise 130,4-233,3 mg/kg km arasında değiştiği görülmektedir.

Çizelge 4.16. Meyve barı örneklerine ait askorbik asit miktarı (mg/kg km) değerleri

| Depolama sıcaklığı | Kaplama Çeşidi | 25°C | | | 37°C | | |
|----------------------|----------------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | PASP | PASP+B | PASP+K | PASP | PASP+B | PASP+K |
| Depolama süresi (Ay) | 0 | 207,6±1,7 | 204,6±1,0 | 199,4±1,2 | 207,6±1,7 | 204,6±1,0 | 199,4±1,2 |
| | 1 | 201,3±4,3 | 182,6±10,2 | 197,2±1,8 | 233,3±2,1 | 191,2±6,9 | 197,6±0,1 |
| | 2 | 147,5±3,9 | 147,6±3,7 | 179,3±6,2 | 146,5±4,5 | 161,4±1,5 | 187,8±0,2 |
| | 3 | 133,5±2,4 | 141,2±1,4 | 166,9±3,6 | 135,6±1,3 | 150,0±2,0 | 162,2±1,8 |
| | 4 | 120,9±1,1 | 121,8±4,1 | 153,9±1,4 | 131,3±5,6 | 142,2±2,1 | 130,4±2,0 |

Sonuçlar iki tekerrürün ortalaması±standart hatası şeklinde verilmiştir.

25°C ve 37°C'de depolanan meyve barlarının tamamında son aydaki askorbik asit miktarı değeri başlangıca göre ortalama olarak yaklaşık %35 azalmıştır.

Meyve barı örneklerinin askorbik asit miktarı değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.17'de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre meyve barlarının askorbik asit miktarı üzerinde depolama sıcaklığı, depolama süresi ve kaplama türünün etkisinin ($p<0,01$) istatistiksel olarak önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

Çizelge 4.17. Meyve barı örneklerinin askorbik asit miktarı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

| Varyasyon kaynakları | SD | KO | F |
|------------------------|----|---------|----------|
| Depolama sıcaklığı (T) | 1 | 382,7 | 15,52** |
| Depolama süresi (t) | 4 | 11880,1 | 481,94** |
| Kaplama (K) | 2 | 946,2 | 38,38** |
| T * t | 4 | 89,6 | 3,63* |
| T * K | 2 | 302,8 | 12,29** |
| t * K | 8 | 687,6 | 27,89** |
| T * t * K | 8 | 149,5 | 6,06** |
| Hata | 30 | | 24,65 |

* $p<0,05$ düzeyinde önemli, ** $p<0,01$ düzeyinde önemli

Varyans analiz sonuçları interaksiyonlar yönünden incelendiğinde; meyve barlarının askorbik asit miktarı üzerinde, depolama sıcaklığı×depolama süresi ($p<0,05$), depolama sıcaklığı×kaplama materyali ($p<0,01$), depolama süresi×kaplama materyali ($p<0,01$), depolama sıcaklığı×depolama süresi×kaplama materyali interaksiyonunun ($p<0,01$) istatistiksel olarak önemli etkisi olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.17).

Meyve barı örneklerinin askorbik asit miktarı (mg/kg km) değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.18'de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde 37°C'deki depolama sıcaklığında depolanan meyve barlarının askorbik asit miktarının 25°C'deki depolama sıcaklığında depolanan meyve barlarından daha düşük çıktığı görülmektedir.

Çizelge 4.18. Meyve barı örneklerinin askorbik asit miktarı (mg/kg km) değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

| Varyasyon kaynakları | | Askorbik asit miktarı |
|-------------------------|--------|-----------------------|
| Depolama sıcaklığı (°C) | 25 | 172,1±5,9a |
| | 37 | 167,0±5,6b |
| | 0 | 203,9±1,1a |
| | 1 | 200,5±5,0a |
| Depolama süresi (Ay) | 2 | 161,7±5,1b |
| | 3 | 148,2±3,9c |
| | 4 | 133,4±3,6d |
| | PASP | 166,5±9,0b |
| Kaplama | PASP+B | 164,7±6,4b |
| | PASP+K | 177,4±5,2a |

Her bir varyasyon kaynağı için aynı sütundaki farklı harfler ortalamalar arasında $P < 0,05$ düzeyinde farklılığı ifade etmektedir.

Askorbik asit depolamaya karşı hassas bir vitamin olması nedeniyle depolama süresince askorbik asit kaybı gözlenmiştir. Depolama sonunda askorbik asit kaybı %35 olarak belirlenmiştir.

Meyve barlarında kullanılan kaplamaların askorbik asit miktarı üzerinde etkili olduğu ve PASP+karnauba mumu kaplanmış meyve barlarındaki askorbik asit miktarının, PASP ile PASP+balmumu kaplanmış meyve barlarına kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Yapılan bir çalışmada, mango meyvesinin, iki çeşit karnauba mumu (TFC150 ve TFC210) ile kaplanması sonucunda her iki materyalin de ağırlık kaybını engellediği ve C vitamini değerlerinde herhangi bir değişikliğin olmadığı tespit edilmiştir (Hao ve ark., 2008).

Karnauba mumuyla kaplanmış papaya meyvesinin depolama sonunda ise askorbik asit miktarında azalma görülmüştür. Azalma sebebinin, meyve olgunlaşma süresince oksidaz enziminin kaynaklandığı belirlenmiştir (Ohashi ve ark., 2015).

4.7.Peroksit sayısı

Meyve barlarına ait peroksit sayısı değerleri Çizelge 4.19’da verilmiştir. Peroksit sayısı değerleri 25°C’de depolanan barlarda 1,76-2,26 miliekuvalent peroksit/kg yağ, 37°C’de depolanan barlarda ise 1,71-2,42 miliekuvalent peroksit/kg yağ arasında değiştiği görülmektedir.

Çizelge 4.19. Meyve barı örneklerine ait peroksit sayısı (miliekuvalent peroksit/kg yağ) değerleri

| Depolama sıcaklığı | Kaplama Çeşidi | 25°C | | | 37°C | | |
|----------------------|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | PASP | PASP+B | PASP+K | PASP | PASP+B | PASP+K |
| | 0 | 1,96±0,05 | 1,92±0,00 | 1,87±0,09 | 1,96±0,05 | 1,92±0,00 | 1,87±0,09 |
| Depolama süresi (Ay) | 1 | 1,95±0,04 | 2,21±0,29 | 2,13±0,23 | 1,77±0,03 | 1,86±0,04 | 2,11±0,27 |
| | 2 | 2,26±0,28 | 1,92±0,08 | 2,16±0,30 | 1,89±0,01 | 1,88±0,01 | 2,25±0,34 |
| | 3 | 1,76±0,06 | 1,86±0,05 | 1,82±0,03 | 1,71±0,07 | 2,42±0,09 | 2,30±0,37 |
| | 4 | 1,88±0,01 | 1,77±0,08 | 1,76±0,08 | 1,75±0,06 | 1,85±0,11 | 2,09±0,22 |

Sonuçlar iki tekerrürün ortalaması±standart hatası şeklinde verilmiştir.

Meyve barı örneklerinin peroksit sayısı değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.20’de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre meyve barlarının peroksit sayısı değeri üzerinde faktörler ve interaksiyonlarının etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı sonucuna varılmıştır.

Çizelge 4.20. Meyve barı örneklerinin ait peroksit sayısı (miliekuvalent peroksit/kg yağ) değerlerine ait varyans analiz sonuçları

| Varyasyon kaynakları | SD | KO | F |
|------------------------|----|-------|--------|
| Depolama sıcaklığı (T) | 1 | 0,012 | 0,24öd |
| Depolama süresi (t) | 4 | 0,078 | 1,55öd |
| Kaplama (K) | 2 | 0,107 | 2,13öd |
| T * t | 4 | 0,118 | 2,34öd |
| T * K | 2 | 0,129 | 2,57öd |
| t * K | 8 | 0,066 | 1,31öd |
| T * t * K | 8 | 0,029 | 0,59öd |
| Hata | 30 | | 0,05 |

öd: önemli değil

Meyve barı örneklerinin peroksit sayısı değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.21’de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde 37°C’deki depolama sıcaklığında depolanan meyve barlarının peroksit sayısı değerlerinin 25°C’deki depolama sıcaklığında depolanan meyve barlarından yüksek çıktığı, ancak istatistiksel olarak bir fark olmadığı görülmektedir.

Çizelge 4.21. Meyve barı örneklerinin ait peroksit sayısı (miliekuvalent peroksit/kg yağ) değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

| Varyasyon kaynakları | | Peroksit Sayısı |
|--------------------------------|---------------|------------------------|
| Depolama sıcaklığı (°C) | 25 | 1,95±0,04a |
| | 37 | 1,98±0,05a |
| | 0 | 1,92±0,02ab |
| | 1 | 2,00±0,07ab |
| Depolama süresi (Ay) | 2 | 2,06±0,08a |
| | 3 | 1,98±0,1ab |
| | 4 | 1,85±0,05b |
| | PASP | 1,89±0,04a |
| Kaplama | PASP+B | 1,96±0,05a |
| | PASP+K | 2,04±0,07a |

Her bir varyasyon kaynağı için aynı sütundaki farklı harfler ortalamalar arasında $P < 0,05$ düzeyinde farklılığı ifade etmektedir.

Kaplanmış olan barların peroksit sayısı (miliekuvalent peroksit/kg yağ) değerlerinin, depolama süresince oluşan farklılıkları incelendiğinde ise en yüksek değer ikinci ay sonunda yapılan analizler sonucu elde edilen ortalama değere olduğu, bunu sırasıyla bir, üç, başlangıç ve birinci ay sonunda elde edilen değerlerin takip ettiği görülmüştür. Ancak depolama süresince önemli bir değişim olmadığı söylenebilir.

Meyve barlarında kullanılan kaplamaların peroksit sayısı (miliekuvalent peroksit/kg yağ) değerleri açısından incelendiğinde ise PASP+karnauba mumu kaplanmış meyve barlarındaki peroksit sayısı (miliekuvalent peroksit/kg yağ) değeri ilk sırada yer alırken, PASP+balmumu kaplanmış meyve barlarında peroksit sayısı (miliekuvalent peroksit/kg yağ) değeri ikinci sırada ve PASP ile kaplanmış meyve barlarındaki peroksit sayısı (miliekuvalent peroksit/kg yağ) değeri ise üçüncü sırada yer aldığı, ancak istatistiksel olarak herhangi bir farkın olmadığı görülmektedir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada toplumun geneli tarafından sevilen ve yaygın olarak tüketilen atıştırılmalık ürünlere bir alternatif olarak meyve barları üretilmiştir. Üretilen meyve barları PASP, PASP+balmumu ve PASP+karnauba mumu ile kaplanarak depolama süresince ürünlere meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişiklikler izlenmiştir. Ürünler kaplandıktan sonra 25°C ve 37°C olmak üzere iki farklı sıcaklıkta dört ay boyunca depolanmışlardır. Depolama süresince örneklerin kuru madde miktarı, renk değerleri (L*, ton açısı, doygunluk), sertlik, toplam fenolik madde miktarı, antioksidan aktivitesi, askorbik asit miktarı ve peroksit sayısı analiz edilmiştir.

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

Meyve barlarında kullanılan kaplamalardaki kuru madde miktarında gerek 25°C ve gerekse 37°C yapılan depolama çalışmaları boyunca genelde artış gözlenmiştir. Ancak kompozit kaplama ile kaplanmış meyve barlarının kuru maddesi, PASP ile kaplanmış örneklerle kıyasla daha yüksek olarak belirlenmiştir. 37°C'de depolama ürün ile çevresi arasındaki nem transferini arttırmıştır. Depolama süresince kuru madde miktarında varyasyon gözlenmiştir.

Örneklerin renk özellikleri L*, ton açısı, doygunluk açısından değerlendirilmiştir. Farklı sıcaklıklarda depolanan örnekler kıyaslandığında 25°C'de depolanan örneklerin ton açısı ve doygunluk değerlerinin 37°C'de depolananlara kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durumun yüksek sıcaklıklarda daha hızlı gerçekleşen enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarından kaynaklandığı değerlendirilmiştir. Beklendiği üzere tüm renk özelliklerinde depolama süresince azalış meydana gelmiştir. Kaplama türü L* ve ton açısı değerleri üzerine önemli bir etki göstermezken, PASP ile kaplanmış meyve barları kompozit malzemelerle kaplanmış örneklerle göre daha yüksek doygunluk değerine neden olmuştur.

Tekstürel analizlerin sonucuna göre barların sertlik değerinde, gerek 25°C ve gerekse 37°C yapılan depolama çalışmaları boyunca artış gözlenmiştir. Bunun nedeninin de ürünlerin nem kaybetmesi ve depolama süresince içsel etkileşimlerin artmasına bağlı olarak gerçekleştiğini düşünülmektedir. Kompozit malzeme ile kaplanmış meyve barlarının ortalama sertlik değeri yalnızca PASP ile kaplanmış örneklerle kıyasla daha yüksek sertlik değerine sahip olmuştur. Bu nedenle kompozit kaplamanın sertlik değeri üzerine negatif etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Farklı materyaller ile kaplanmış olan meyve barlarında depolama süresince toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitede azalma olduğu sonucuna tespit edilmiştir. Bu azalmanın nedeninin, sıcaklık ve diğer ortam şartlarının etkisiyle üründe meydana gelen degradasyon ve oksidasyon reaksiyonlarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Kaplama materyali tüm bu özellikleri önemli düzeyde etkilemiştir. Nitekim en yüksek toplam fenolik madde içeriği yalnızca PASP ile kaplanmış örneklerde belirlenmiştir. Ancak kompozit kaplamalar ise daha yüksek antioksidan aktivite değerleri sağlamıştır. İki farklı kompozit kaplama arasında PASP+karnauba mumu ile kaplanmış örneklerin antioksidan aktivitesi daha yüksek olarak tespit edilmiştir.

Beklendiği üzere daha yüksek depolama sıcaklığı ve daha uzun depolama süresi meyve barlarının askorbik asit miktarında azalışa neden olmuştur. PASP veya PASP+balmumu ile kaplanmış örneklerin askorbik asit içeriği istatistiksel olarak benzer ancak PASP+karnauba mumu ile kaplanmış örneklerle göre daha düşük olarak belirlenmiştir.

Meyve barlarına ait peroksit değerleri herhangi bir faktöre bağlı olarak önemli değişim göstermemiştir. Bu nedenle meyve barlarında önemli bir lipit oksidasyonu gerçekleşmediği söylenebilir.

Çalışmada elde edilen sonuçlar toplu olarak değerlendirildiğinde PASP+karnauba mumu ile kaplamanın daha iyi kimyasal özellikler sağladığı tespit edilmiştir. Bu nedenle meyve barlarının kaplanması için önerilebilir. Ancak kompozit kaplamanın sertlik değerinde istenmeyen değişimlere neden olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla meyve barlarında gerçekleşen sertlik değişimini sınırlandıracak yeni çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır. Bu amaçla daha düşük konsantrasyonlarda karnauba mumu ile kaplama denemeleri gerçekleştirilebilir.

KAYNAKÇA

- 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.
- Akbulut, M., 2016, Meyve ve sebze işleme teknolojisi ders notları, Selçuk Üniversitesi, Gıda Mühendisliği bölümü.
- Anker, M., 1996, Edible and biodegradable films and coatings for food packaging: a literature review. SIK Institutet för livsmedelsforskning, Göteborg, Sverige.
- Anonim 2004. Postharvest Handling Technical Bulletin Waxing Fruits And Vegetables, Ministry of Fisheries, Crops and Livestock New Guyana Marketing Corporation National Agricultural Research Institute Technical Bulletin No. 33
- AOCS, 1999, Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society 5th ed. AOCS, Champaign, IL.
- Apak, R., Guclu, K., Ozyurek, M., Karademir, S.E., Ercag, E., 2006, The cupric ion reducing antioxidant capacity and polyphenolic content of some herbal teas, International Journal of Food Sciences and Nutrition, 57, 292-304.
- Appendini P. and J.H. Hotchkiss., 2002, Review of antimicrobial food packaging. Innovat Food Sci Emerg Tech. 3: 113-126.
- Baldwin E.A., 1994, Edible Coatings for fresh fruits and vegetables: past, present and future, In: Edible Coatings and films to Improve Food Quality, editor: Krochta J.M., Baldwin E.A. and Nisperos-Carriedo M.O., Technomic Publishing Company Inc., Lancaster, 25-64.
- Benzie, I.F., Strain, J.J., 1996, The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. Jul 15;239(1):70-6.
- Bilbao-Sainz, C., Chiou, B.-S., Punotai, K., Olson, D., Williams, T., Wood, D., 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.
- Chaturvedi, N., Sharma, P., Shukla, K., Singh, R., Yadav, S., 2011, Cereals nutraceuticals, health enhancement and diseases obviation: a comprehensive review. *J. Appl. Pharm. Sci*, 1(7), 6-12.
- Cho, S.Y., Rhee, C., 2002, "Sorption characteristics of soy protein films and their relation to mechanical properties", *Lebensm.-Wiss.u.-Technology*, 35, 151-157.

- Çakmakçı, S., Gündoğdu, E. ve Kavaz, A., 2008, Gıda katkı maddesi olarak ‘Parlatıcılar’. Akademik Gıda, 6(1), 17-22.
- Dincer, C., Topuz, A., Sahin-nadeem, H., Ozdemir, K.S., Cam, I.B., Tontul, I., Gokturk, R.S., Ay, S.T., 2012, A comparative study on phenolic composition, antioxidant activity and essential oil content of wild and cultivated sage (*Salvia fruticosa* Miller) as influenced by storage. *Ind Crops Prod*, 39, 170-176.
- Eyiz, V., 2019, Yenilebilir Filmlerin Meyve Ve Tahıl Barlarının Fiziksel Kimyasal Ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi, Yüksek lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya.
- Francis, F., 1998, Colour analysis. In “Food Analysis” SS Nielsen. In: Aspen Publishers Gaithersburg, USA.
- Garipağaoğlu, M., Yoldaş, H., 2016, Çocuk Beslenmesi ve Sağlıklı Atıştırmalıklar, Klinik Tıp Pediatri Dergisi Cilt: 8 Sayı: 5.
- Gennadios A, Weller C. L., Testin, R., 1993a, Temperature effect on oxygen permeability of edible protein-based films. *Journal of Food Science* 58 (1): 212214
- Gennadios A, Weller C.L., Testin R. F., 1993b, Modification of physical and barrier properties of edible wheat gluten-based films.
- German, J.B., Dillard, C.J., Walzem, R.L., 2001, U.S. Whey Products and Dairy Ingredients for Health: A Review. May 2000. U.S. Dairy Export Council.
- Hao, T.T., Ducamp, M.N., 2008, Effects of different coatings on biochemical changes of ‘cat Hao loc’ mangoes in storage. *Postharvest Biol Technol*, 48: 150-152.
- Harper, W.J., 2000, Biological Properties of Whey Components. A Review. Chicago, IL: The American Dairy Products Institute.
- Khanzadi, 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.
- Krochta, J. M., Mulder-Johnston D, 1997, Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities. *Food Technology (USA)*
- Lee, J. Y., Park, H. J., Lee, C. Y., Choi, W. Y., 2003, Extending shelf-life of minimally processed apples with edible coatings and antibrowning agents. *LWT - Food Science and Technology*, 36(3), 323–329.
- Munro, I.C., Dinovi, M., Knaap, A. and Kuznesof, P.M., Beeswax. *Beeswax (WHO Food Additives Series 56)*.

- Ohashi, T.L., Pilon, L., Spricigo, P.C., Miranda, M., Corrêa, D.S., Ferreira, M.D., 2015, Postharvest Quality Of 'Golden' Papayas (*Carica Papaya L.*) Coated With Carnauba Wax Nanoemulsions, *Tecnología Postcosecha Vol 16(2)*:199-209.
- Pavlath, A.E., Orts, W., 2009, Edible Films and Coatings: Why, What, and How? In *Edible Films and Coatings for Food Applications*, Edited by Milda E. Embuscado, Kerry C. Huber, Springer Dordrecht Heidelberg London New York, 403p.
- 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.
- Patel, M., Ravani, A., Joshi, D.C., 2017, Optimization of Level of Ingredients for Production of Banana- Papaya Mixed Fruit Bar Using Response Surface Methodology, *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology*, Citation: IJAEB: 10(3): 321-326.
- Rodriguez, T.L., Cobos, A., Moreno, V., Caride, A., Vieites, J. M., & Diaz, O., 2011, Whey protein-based coatings on frozen Atlantic salmon (*Salmo salar*): Influence of the plasticiser and the moment of coating on quality preservation. *Food Chemistry*, 128(1), 187–194.
- Shellhammer T & Krochta J (1997). Whey protein emulsion film performance as affected by lipid type and amount. *Journal of Food Science* 62 (2): 390-394.
- Temiz, H., Yeşilsu, A.F., 2006, Bitkisel protein kaynaklı yenilebilir film ve kaplamalar. *Gıda Teknolojisi Dergisi*, 2, 41-50.
- Tontul, I., Topuz, A., 2017, Effects of different drying methods on the physicochemical properties of pomegranate leather (pestil). *LWT*, 80, 294-303.
- Tontul, İ., 2019, Gıda ambalajlanması ders notları. Yenilebilir filmlerle ambalajlama. Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Konya.
- Vagadia, P., Senapati, A., Tank, R., Mayani, J., Koyani, B., 2016, evaluation of physico-chemical 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.