



**ALJİNAT BAZLI YENİLEBİLİR FİLM UYGULAMALARININ
MİNİMAL İŞLEM GÖRMÜŞ KAVUN DİLİMLERİNİN
RAF ÖMRÜNE ETKİLERİ**

BENGÜ DEMİR

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
Doç. Dr. ASLIHAN DEMİRDÖVEN**

2019

Her hakkı saklıdır

**T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ALJİNAT BAZLI YENİLEBİLİR FİLM UYGULAMALARININ
MİNİMAL İŞLEM GÖRMÜŞ KAVUN DİLİMLERİNİN
RAF ÖMRÜNE ETKİLERİ**

BENGÜ DEMİR

TOKAT

2019

Her hakkı saklıdır

BENGÜ DEMİR tarafından hazırlanan “Aljinat bazlı yenilebilir film uygulamalarının minimal işlem görmüş kavun dilimlerinin raf ömrüne etkileri” adlı tez çalışmasının savunma sınavı **14 Ekim 2019** tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği / Oy Çokluğu ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Doç. Dr. Aslıhan DEMİRDÖVEN

Üye
Doç. Dr. Şeniz KARABIYIKLI
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Üye
Dr. Öğr. Üyesi Levent ŞEN
Giresun Üniversitesi

ONAY

.....

Prof. Dr. Çetin CEKİÇ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü
11/10/2019

TEZ BEYANI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.


Bengü DEMİR
14 Ekim 2019

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ALJİNAT BAZLI YENİLEBİLİR FİLM UYGULAMALARININ MİNİMAL İŞLEM GÖRMÜŞ KAVUN DİLİMLERİNİN RAF ÖMRÜNE ETKİLERİ

BENGÜ DEMİR

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: Doç. Dr. ASLIHAN DEMİRDÖVEN)

Bu tez çalışmasında, sodyum aljinat (SA) bazlı yenilebilir film formülasyonlarının taze dilimlenmiş Kırkağaç çeşidi kavunlara uygulanması ile tüketime hazır kavun dilimlerinin üretilmesi ve raf ömrünün belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada ilk olarak %0.5 kalsiyum klorür (CaCl_2) çözeltisiyle muamele edilen dilimlenmiş kavunlar %1, %1.5 ve %2 sodyum aljinat (SA) içeren yenilebilir film çözeltileriyle kaplandıktan sonra polietilen ($30\mu\text{m-PE}$) ambalajla MAP koşullarında paketlenerek ve bir grup örnek de kaplama işlemine tabi tutulmadan ambalajsız olarak $+5\text{ }^\circ\text{C}$ 'de 8 gün depolanarak 2 günde bir fizikokimyasal ve duyusal analizlere tabi tutulmuştur. Sonuçlar değerlendirildiğinde sodyum aljinat ile kaplanan kavun dilimlerinin depolamanın 6. gününde antioksidan kapasite, titrasyon asitliği, suda çözünür kuru madde, su aktivitesi, ağırlık kaybı, bozulma oranı ve paket içi $\%O_2$ ve $\%CO_2$ değerleri açısından daha iyi özelliklere sahip oldukları tespit edilmiştir.

2019, 70 sayfa

ANAHTAR KELİMELELER: Aljinat, Yenilebilir film, MAP, Kavun

ABSTRACT

MASTER'S THESIS

EFFECTS OF ALGINATE BASED EDIBLE FILM APPLICATIONS ON THE SHELF LIFE OF MINIMAL PROCESSED MELON SLICES

BENGÜ DEMİR

**TOKAT GAZIOSMANPASA UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING**

(SUPERVISOR: Assoc. Prof. Dr. ASLIHAN DEMİRDÖVEN)

In this thesis, it is aimed to produce ready-to-eat melon slices by applying sodium alginate (SA) based edible film formulations on sliced Kırkağaç variety melons and to determine their shelf life. In the study, sliced melons, first treated with 0.5% calcium chloride (CaCl₂) solution, were coated with edible film solutions containing 1%, 1.5% and 2% sodium alginate (SA), then packed in polyethylene (30µm-PE) packaging under MAP conditions and a group of samples that without packaging were stored for 8 days at +5 ° C and subjected to physicochemical and sensory analyzes every 2 days period. As a result, it was determined that melon slices coated with sodium alginate had better properties in terms of antioxidant capacity, titration acidity, water soluble dry matter, water activity, weight loss, deterioration rate and in-package O₂ - CO₂ % values on the 6th day of storage.

2019, 70 pages

KEYWORDS: Alginate, Edible film, MAP, Melon

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez çalışmamın konusunun belirlenmesinde, planlanmasında ve yürütülmesinde değerli bilgi ve katkılarıyla bana yol gösteren danışman hocam Sayın Doç. Dr. Aslıhan DEMİRDÖVEN'e; her konuda yardımını esirgemeyen Arş. Gör. Semra TOPUZ ve Arş. Gör. Dr. Ali CİNGÖZ'e; tezimin değerlendirilmesinde değerli katkılarını sunan jüri üyeleri Sayın Doç. Dr. Şeniz KARABIYIKLI ve Dr. Öğr. Üyesi Levent ŞEN'e; kaplama işleminin kavunlara uygulanması aşamasında yardımlarını esirgemeyen öğrenci arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Her zaman yanımda olan, desteklerini hayatım boyunca hissettiğim değerli aileme sonsuz saygı ve sevgilerimi sunarım.

Bengü DEMİR

14 Ekim 2019

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
KISALTMALAR	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
ÇİZELGE LİSTESİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	5
2.1. Kavun.....	5
2.2. Sodyum Aljinat.....	7
2.3. Modifiye Atmosferde Paketleme	17
3. MATERYAL VE YÖNTEM	22
3.1. Materyal	22
3.2. Üretim Yöntemleri	22
3.2.1. Sodyum aljinat film formülasyonu	23
3.2.2. Kalsiyum klorür çözeltisinin hazırlanması	23
3.2.3. Yenilebilir filmlerin kavun dilimlerine uygulanması	24
3.3. Analiz Yöntemleri.....	25
3.3.1. Fizikokimyasal analizler	25
3.3.1.1. Toplam fenolik madde	25
3.3.1.2. Antioksidan kapasite.....	26
3.3.1.3. Doku değeri.....	27
3.3.1.4. %O ₂ ve %CO ₂ konsantrasyonları	27
3.3.1.5. pH değeri.....	27
3.3.1.6. Titrasyon asitliği	27
3.3.1.7. Suda çözünür kuru madde.....	28
3.3.1.8. Su aktivitesi.....	28
3.3.1.9. Ağırlık kaybı	28
3.3.1.10. Renk tayini	28
3.3.1.11. Bozulma oranı	29

3.3.2. Duyusal analiz.....	29
3.3.3. İstatistiksel analiz.....	29
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	30
4.1. Fizikokimyasal Analiz Sonuçları.....	30
4.1.1. Toplam fenolik madde.....	30
4.1.2. Antioksidan kapasite.....	32
4.1.3. Doku değeri.....	33
4.1.4. %O ₂ ve %CO ₂ konsantrasyonları.....	36
4.1.5. pH değeri.....	38
4.1.6. Titrasyon asitliği.....	39
4.1.7. Suda çözünür kuru madde.....	41
4.1.8. Su aktivitesi.....	43
4.1.9. Ağırlık kaybı.....	44
4.1.10. Renk tayini.....	46
4.1.10.1. L*, a* ve b* değerleri.....	47
4.1.10.2. ΔE, ΔC ve hue açısı değerleri.....	49
4.1.11. Bozulma oranı.....	52
4.2. Duyusal analiz bulguları.....	53
5. SONUÇ.....	56
6. KAYNAKLAR.....	59
7. EKLER.....	67
8. ÖZGEÇMİŞ.....	70

KISALTMALAR

Kısaltmalar	Açıklama
a/a	Ağırlık/ağırlık
a/h	Ağırlık/hacim
h/h	Hacim/hacim
aw	Su aktivitesi
CaCl ₂	Kalsiyum klorür
GA	Gallik asit
MAP	Modifiye atmosferde paketlenme
PE	Polietilen
SA	Sodyum aljinat
SA+MAP	Sodyum aljinat kaplı ve polietilen ambalajlı örnek
SÇKM	Suda çözünür kuru madde
μmol TE/g	Mikromol troloks eşdeğeri/gram

ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1. Altınbaş kavunu.....	6
Şekil 2.2. Alginatın yapısal karakterizasyonu, blok molekülleri ve homopolimerik yapısı	9
Şekil 2.3. Alginat solüsyonuna Ca ²⁺ eklenmesi ile alginatın jelleşme süreci ve etkilediği bölümler	10
Şekil 3.1. Sodyum aljinat film formülasyonunun hazırlanması.....	23
Şekil 3.2. Kavun dilimlerinin sodyum aljinat film formülasyonlarına daldırılması	24
Şekil 3.3. Kaplama uygulamasından sonra örnek gruplarının depolanması.....	25
Şekil 4.1. Toplam fenolik madde içeriklerindeki değişimler.....	31
Şekil 4.2. Antioksidan kapasite değerleri	33
Şekil 4.3. Doku değerlerindeki değişimler	35
Şekil 4.4. Paket içi %O ₂ konsantrasyon değerleri.....	37
Şekil 4.5. Paket içi %CO ₂ konsantrasyon değerleri	38
Şekil 4.6. pH değerleri	39
Şekil 4.7. Titrasyon asitliği (%Sitrik asit) değerleri	41
Şekil 4.8. Suda çözünür kuru madde değerleri	42
Şekil 4.9. Su aktivitesi değerleri	44
Şekil 4.10. Ağırlık kaybı değerleri.....	46
Şekil 4.11. % bozulma değerleri	52
Şekil 4.12. Bozulmaya uğrayan kavun dilimindeki turuncu beneklerin görünümü	53

ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1. Kahverengi deniz yosunlarının aljinik asit içeriği	8
Çizelge 4.1. Toplam fenolik madde içeriklerindeki değişimler	30
Çizelge 4.2. Depolama süresince antioksidan kapasite değerleri	32
Çizelge 4.3. Doku değerlerindeki değişimler	34
Çizelge 4.4. Paket içi %O ₂ konsantrasyon değerleri	36
Çizelge 4.5. Paket içi %CO ₂ konsantrasyon değerleri	36
Çizelge 4.6. pH değerleri	38
Çizelge 4.7. Titrasyon asitliği (%Sütrik asit) değerleri	40
Çizelge 4.8. Suda çözümlü kuru madde değerleri	41
Çizelge 4.9. Su aktivitesi değerleri	43
Çizelge 4.10. Ağırlık kaybı değerleri.....	45
Çizelge 4.11. L*, a*, b* değerleri	47
Çizelge 4.12. ΔE, ΔC ve hue açısı değerleri	50
Çizelge 4.13. Duyusal analiz değerlendirmeleri	54

1.GİRİŞ

Günümüzün en önemli problemlerinin başında hızla artan dünya nüfusu gelmektedir. Bu problem insanların yeterli ve dengeli beslenmesi konusundaki gereksinimlerini de beraberinde getirmekte ve nüfusun artmasına karşılık besin gereksinimi de sürekli artmaktadır. Bu gereksinimi yılın her mevsiminde yeterli düzeyde karşılayabilmek ve farklı bölgeler arasındaki dengesiz beslenme koşullarını düzeltebilmek için sadece tarımsal üretimi artırmakla kalmayıp gıda sanayinde her geçen gün gelişen teknolojik yöntemleri uygulayarak işlenmiş besin elde etmek gerekmektedir. Burada dikkat edilmesi gereken en önemli nokta, gıda maddesinin doğal yapısında en az değişiklik yaparak gıdanın işlenmesidir. Ayrıca, belli dönemlerde tarımsal üretimi bol olan ancak taze olarak tüketiminde problemlerle karşılaşılan ürünlerin işlenerek değerlendirilebilmesi için gerekli çalışmaların ne kadar önem kazandığı ortaya çıkmaktadır (Yaman, 1992).

Gıda ambalajlarının başlıca rolleri gıda bozulmalarını geciktirmek, işlemin faydalı etkilerini uzatmak, gıdanın raf ömrünü uzatarak kalite ve güvenliğini geliştirmek ve böylece fiziksel, kimyasal ve biyolojik etkilerden korumaktır (Marsh ve Bugusu, 2007). Yenilenebilir olmayan, biyolojik olarak bozunmayan ambalaj malzemeleri ciddi çevresel dezavantajlara sahiptir. Biyobozunur olmayan ambalaj malzemeleri tüketiciler ve çevre aktivistleri tarafından katı atık ve çevre kirliliği için önemli bir kaynak olarak görülmüştür. Bu sorunu çözmek için araştırmacılar, yenilenebilir doğal polimerlerden yapılmış, biyolojik olarak parçalanabilir, çevre dostu ambalaj malzemeleriyle yeni ambalajlama stratejileri geliştirmenin yolları üzerinde çalışmaktadırlar (Risch, 2000).

Gıda maddeleri mikroorganizmalar, enzimler, biyokimyasal reaksiyonlar, ışık, ısı gibi çok çeşitli faktörlerin etkisi ile bozulmakta ve besin değerlerini yitirmekte, bazen de sağlık açısından risk oluşturabilmektedirler. Gıdaların bozulması yapısındaki özelliklerinin değişmesi ve tüketilebilme niteliğini yitirmesidir. Bozulan bir gıdanın yapısında, görünüşünde, renginde, tadında ve kokusunda çeşitli fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik değişimler meydana gelir. Bu bozulma süresini geciktirmek, kaliteyi korumak için geliştirilen yöntemlerden biri de gıda maddesinin yenilebilir filmle kaplanması uygulamasıdır.

Yenilebilir kaplamaların gıdalara uygulanması, gıdaların kalitesini iyileştirme potansiyeline sahiptir, çünkü bunlar oksijen, karbondioksit ve aroma bileşenlerine seçici bariyerler oluşturabilirler. Yenilebilir kaplamalar aynı zamanda doğal veya kimyasal antimikrobiyal maddeler, antioksidanlar, aroma maddeleri, enzimler, fonksiyonel bileşenler (probiyotikler) veya besin maddeleri (mineraller ve vitaminler) gibi çeşitli aktif bileşenlerin taşıyıcıları olarak görev yapabilirler. Bu nedenle, yenilebilir kaplamalar gıdaların güvenliğini, besin değerini ve duyu özelliklerini artırabilir (Ribeiro ve ark., 2007; Falguera ve ark., 2011; Avena-Bustillos ve McHugh 2012; Zhao, 2012). Yenilebilir kaplamalar, birim çalışma verimliliğini iyileştirmek için ek bir yöntem olarak kullanılabilir.

Yenilebilir filmler ve kaplamalar, gıda ürünüde doğal tabakaların (kalınlıkları genellikle 0.3 mm'den azdır) yerine konmak veya tabakayı güçlendirmek için kullanılan ve ürünle birlikte tüketilebilen ince malzeme tabakalarıdır. Bu nedenle, film formülasyonunda kullanılan malzemeler genel gıda yasalarına uygun olmalıdır (Guilbert ve ark., 1996). Ayrıca, kaplamalar ve filmler gıda ürününün organoleptik özelliklerini olumsuz etkilememelidir (Gontard ve Guilbert, 1994).

Film oluşturucu biyopolimerler, genellikle birbirine yapışan ve sürekli matrisler oluşturan film oluşturucu malzemenin tipine göre sınıflandırılmaktadır (Guilbert ve ark., 1995). Bunlar hidrokolloidler (polisakkaritler ve proteinler), lipitler ve kompozitlerdir (Donhowe ve Fennema, 1994; Zink ve ark., 2016). Hidrokolloidler; mikrobiyal, bitkisel, hayvansal veya sentetik kökenli hidrofilik polimerlerden oluşmaktadır (Shit ve Shah, 2014).

Genel olarak polisakkaritler gaz bariyeri olarak kullanılırken; lipitler su iletimini azaltmaktadır, proteinler ise mekanik stabilite sağlamaktadır (Pavlath ve Orts, 2009). Lipit bazlı filmlerin ve kaplamaların başlıca dezavantajları kararsızlık, kırılabilirlik ve matlıktır (Gontard ve Guilbert, 1994). Polisakkarit, protein ve lipitlerin farklı avantaj ve dezavantajları göz önüne alınarak bunların gaz, nem, buhar geçirgenliği, yapışma vb. gibi özelliklerini geliştirmek amacıyla birkaçı birlikte kullanılarak kompozit filmler oluşturulabilmektedir (Baldwin ve ark., 1995).

Yenilebilir filmle kaplama uygulaması daldırma, püskürtme, akışkan yataklı işleme, yatay kaydırma ve vakum emdirme gibi yöntemlerle yapılabilmektedir.

Son yıllarda gıdaların depolanmasında modifiye atmosferle paketlenme tekniği de (MAP) yaygın olarak kullanılmaktadır. Modifiye atmosferle paketlenme tekniği gıdalarda mikrobiyolojik gelişimi azaltmak, dayanma süresini uzatmak ve enzimatik bozulmayı engellemek için ambalaj içindeki gaz atmosferinin değiştirilerek ürünün yapısına uygun özellikteki ambalaj malzemeleri ile ürünün ambalajlanması işlemidir (Erkan ve ark., 1998).

Modifiye atmosfer ya gıda tarafından pasif olarak (pasif MAP) ya da ambalaj içindeki gaz atmosferinin dışarıdan değiştirilmesiyle (aktif MAP) oluşturulur. Pasif modifiye atmosfer koşullarında paketlenme işleminde, solunum yapan gıda ürünü polimerik bir paket içerisine konular ve paket hermetikli şekilde kapatılır. Ürünün etrafındaki atmosferin gaz bileşiminin değişmesi üzerinde yalnızca ürün tarafından yapılan solunum ve filmin gaz geçirgenliği etkilidir. Aktif modifiye atmosferde paketlenme uygulamasında ise ambalaj kapatılmadan önce ürünün etrafında bulunan atmosferdeki gazların uzaklaştırılması ve/veya değiştirilmesi sağlanır. Modifiye atmosferde paketlenmede depolama süresince ambalaj içindeki gaz oranları değişebilir ama ambalaj kapatıldıktan sonra dışarıdan herhangi bir gaz ayarlaması yapılmaz (McMillin ve ark., 1999).

Yenilebilir filmler, gıdaları korumak ve raf ömürlerini uzatmak amacıyla bir gıdanın yüzeyinde ince tabaka şeklinde oluşturulan, gıdayla beraber yenilebilir nitelikte olan, doğal kaynaklardan elde edilen ambalaj materyalleridir (Keleş, 2002). Modifiye atmosferde paketlenme (MAP) ise, özellikle ambalajlanmış gıdaların çevresindeki atmosferin değiştirilmesiyle gıdalarda oluşabilecek enzimatik, mikrobiyolojik ve biyokimyasal reaksiyonların önlenmesi, ürünün kalite özelliklerinin korunması ve raf ömrünün uzatılması ilkesine dayanmaktadır (Church ve Parsons, 1995). Bu nedenle tez çalışmasında toksik özelliği olmayan ve doğal bir polisakkarit olan aljinattan elde edilen yenilebilir filmlerle kaplama işlemi ve ardından MAP'de depolama uygulamalarının bir araya getirilmesinin raf ömrüne etkilerinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

Bu tez çalışmasında; üç farklı konsantrasyonda aljinat bazlı yenilebilir film formülasyonlarının oluşturulması ve elde edilen bu formülasyonların az işlem görmüş yemeye hazır Altınbaş (Kırkağaç) çeşidi kavun dilimlerine uygulanmasının ardından pasif modifiye atmosfer koşullarında paketlenerek depolanması sırasında bazı fiziksel, kimyasal ve duyusal kalite özelliklerinde meydana gelen değişimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Kavun (*Cucumis melo*)

Kavun, kabakgiller (*Cucurbitaceae*) familyasına ait bir senelik kültür bitkisi olup orijini olarak Anadolu, İran, Afganistan ve Orta Asya kabul edilmektedir (Yaman, 1992). Botanik açıdan sebze olarak da nitelendirilen kavun ılık ve sıcak iklim bitkisidir. Klimatolojik olarak en iyi gelişmeyi 20-30°C sıcaklık aralığında gösterir (Günay, 2005). Ülkemizde yetişen kavunlar yazlık (Topatan, Kantalup, Mollaköy, Sındırgı Çitili, Muğla yerli (pıtıraklı) ve Hırsızçalma) ve kışlık (Hasanbey, Altınbaş ve Yuva) olmak üzere iki gruba ayrılır (Bayraktar, 1972). Türkiye’de kavun üretiminin çoğunluğu (%85) Altınbaş, Hasanbey, Kuşcular, Yuva gibi İnodorus (*C. melo* L. var. inodorus) kavun çeşitlerinden oluşurken geriye kalan kısım Galia gibi Cantalupensis (*C. melo* L. var. Cantalupensis) cinsine ait türlerden oluşmaktadır (Abak, 2001).

Ülkemiz kavun yetiştiriciliğinde dünyada önemli bir yere sahiptir. TÜİK verilerine göre 2018 yılı kavun üretim miktarı 1.753.942 ton olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2018).

Kavunun kimyasal bileşiminde suda çözünen kuru maddeyi oluşturan şekerler, mineral maddeler, asitler, enzimler, vitaminler ve aroma maddeleri olduğu gibi alkolde çözünmeyen pektik maddeler ve selüloz gibi kuru maddeyi oluşturan bileşenler de vardır. Yenebilen kısımda 100 g’da ortalama 90.3 g su, 0.65 g protein, 0.15 g yağ ve 0.80 g kül bulunmaktadır. Ayrıca 28.77 mg vitamin C, 0.75 mg niasin, 0.13 mg vitamin B₆, 0.03 mg thiamin ve 0.02 mg riboflavin içermektedir (Eitenmiller ve ark., 1985).

Düşük protein ve yağ içeriğine rağmen, kavun; önemli düzeylerde C vitamini (askorbik asit, 36.7 mg/100 g) ve A vitamininin öncül bileşiği olan β-karoten (2020 µg/100 g) içerdiği için önemli bir gıdadır. Mineral madde içeriği bakımından da oldukça zengindir. Özellikle potasyum (K, 23651-35823 µg/g), magnezyum (Mg, 653- 1593 µg/g) ve kalsiyum (Ca, 280-1600 µg/g) içeriği önemli düzeylerde bulunmaktadır (USDA, 2008). C vitamini ve β-karoten güçlü antioksidan kapasitesinden dolayı lipid-peroksi radikalleri ve serbest radikalleri deaktive edebilirler (Palozza ve ark., 2008; Van Rooyen ve ark., 2008).

Kavunun, özellikle kalp ve damar sağlığına olumlu etkileri bulunan fitokimyasalların ve biyoaktif maddelerin kaynağı olduğu belirtilmektedir. Bağırsak, böbrek, deri sağlığı ve sinir sistemi üzerine olumlu etkileri vardır (Maietti ve ark., 2012). Iqbal ve ark. (2010) Cantaloupe tipi kavunların tktilebilen kısmında 89.6 mg GAE/g (gallik asid eşdeğeri olarak), lifli kısmında 26.4 mg GAE/g fenolik madde bulunduğunu bildirmişlerdir.

Kırkağağ-589 eŐidinin temel kimyasal kompozisyonunun incelenmesi üzerine yapılan bir çalışmada meyvenin etli kısmında kuru madde %13.22, protein %7.39, briks 12.76, asitlik 0.746 mg/L (sitrik asit cinsinden), pH 6.47, potasyum 36324.5 µg/g, magnezyum 1309.72 µg/g, kalsiyum 1345.8 µg/g, askorbik asit 233.42 mg/kg, β-karoten 92.56 mg/kg, toplam fenolik madde 233.42 mg GAE/kg ve antioksidan aktivite 12.08 mg/ml olarak bildirilmiştir (Tokuşoğlu, 2012).

Kavun çoğunlukla taze olarak tktilmektedir. Bunun yanı sıra tatlılara, sorbelere, dondurmalara ve kokteyllere ingrediye olarak ilave edilerek yoğun ölçekte tktim alanı bulmaktadır.

Çalışmada kullanılan Altınbaş kavunu nakliye ve depolamaya elveriŐlidir ve ülkemizde en fazla Manisa, Bursa, Balıkesir, Trakya ile kısmen Orta Anadolu'nun bazı yerlerinde geniŐ ölçüde yetiŐtirilmektedir. Kabuk renkleri genellikle sarı zemin üzerine yayılmıŐ koyu yeşil veya siyahımsı izgi Őeklinindedir. Kabuk kalınlıkları 1-1.5 cm arasında değişmektedir. Et rengi kabuğa yakın kısımlarda yeşil, içe doğru çok açık turuncu renktedir. Sulu, hoŐ kokulu ve tatlı bir meyvedir (Bayraktar, 1972).



Şekil 2.1. Altınbaş kavunu

2.2. Sodyum Aljinat

Aljinik asit ilk olarak 1881'de keşfedilmiştir ve Dr. E.C.C. Stanford tarafından izole edilmiştir (Draget, 2009). Bir polisakkarit olan aljinat, kahverengi deniz yosunlarının (*Phaeophyceae*) hücre duvarlarından aljinik asit olarak ekstrakte edildikten sonra uygun reaktiflerle muamele edilerek aljinik asitin tuzlarına (aljinat) dönüştürülmektedir. Aljinat, yapısından dolayı bir biyopolimer ve polisakkarit olduğu için toksik bir madde değildir. Doğal bir yapıda olan aljinat yenilebilen bir maddedir (Lin ve ark., 2005).

Sodyum aljinat (aljinik asitin sodyum tuzu), yapısına göre anyonik bir polimerdir. Suda çözünürlük özelliği mevcut olup suda çözüldüğünde sarı renkli ve viskoz bir çözelti oluşturmaktadır (Kaygusuz, 2011).

Aljinatın kullanım alanları molekülün üç temel özelliğine dayanmaktadır. Bunlardan birincisi, suda çözünme özelliği sayesinde, kullanıldığı çözeltinin kıvamını arttırabilmesidir. İkincisi, su ile hazırlanan sodyum aljinat çözeltisine kalsiyum tuzunun ilavesiyle Na iyonlarının Ca iyonları ile yer değiştirmesi sonucu uzun aljinat zincirlerinin bir arada tutulması ile jel oluşturabilmesidir. Üçüncüsü ise film formuna getirilebilmesidir. Tüm bu özellikleriyle birlikte doğal bir polisakkarit olmasından dolayı aljinatın kullanım skalası oldukça geniştir. Tekstil sanayisinden medikal uygulamalara, gıda uygulamalarından ağır metallerin uzaklaştırılmasına kadar birçok alanda kullanılmaktadır (Tezcan, 2008).

Alginatlar çeşitli kahverengi alg türleri (çoğunlukla *Laminaria hyperborea*, *Macrocystis pyrifera*; daha az oranda *Laminaria japonica*, *Eclonia maxima*, *Lesonia negrescens*) tarafından yaygın olarak üretilen, doğal olarak meydana gelen polisakkaritlerdir (Skurtys ve ark., 2010; Smidsrød ve Skjåk-Bræk, 1990). Ayrıca *Azotobacter vinelandii* veya *Pseudomonas aeruginosa*'nın mukoid suşları gibi bazı bakteriler tarafından da ekzopolisakkarit (hücre dışı polimerik madde) olarak aljinat benzeri polimerler sentezlenmektedir (Evans ve Linker, 1973; Emmerichs ve ark., 2004).

Ticari olarak hangi tip yosunun kullanılacağı üretim maliyetinin yanında aljinik asit içeriğine de bağlıdır. Diğer bir kriter de deniz yosunundaki aljinik asitin tipidir. Çünkü kullanılan ham maddeye bağlı olarak aljinatın oluşturduğu jelin karakteristik özelliği

değişmektedir. Örneğin; *Laminaria hyperborea* tipi kahverengi deniz yosunundan üretilen aljinat daha güçlü jel yapısı oluşturabilirken *Laminaria japonica* tipi deniz yosunundan üretilen aljinat daha zayıf jel yapısı oluşturabilmektedir (Ray ve James, 1993). Kahverengi deniz yosunlarının aljinik asit içeriği Çizelge 2.1’de verilmiştir.

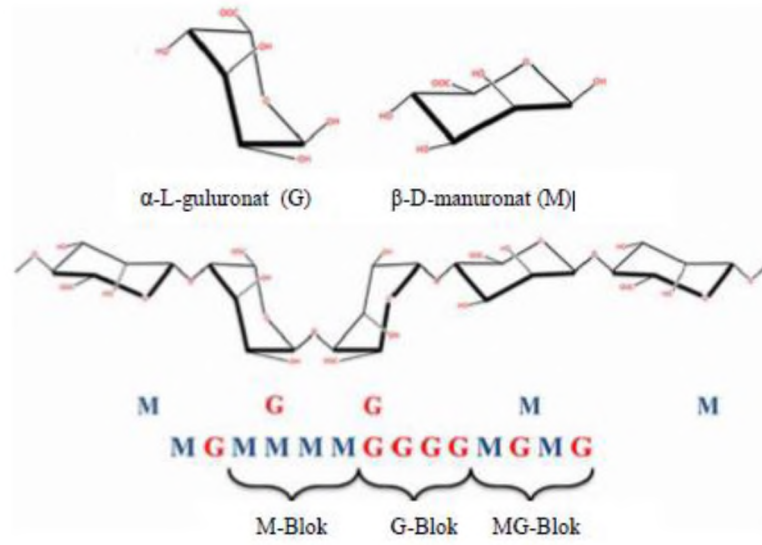
Çizelge 2.1. Kahverengi deniz yosunlarının aljinik asit içeriği (Ray ve James, 1993)

Yosun Tipi	Aljinik Asit (%)
<i>Macrocystis pyrifera</i>	20-31
<i>Laminaria hyperborea</i>	25-38
<i>Laminaria japonica</i>	22-28
<i>Ecklonia maxima</i>	30-40
<i>Lessonia nigrescens</i>	28-41

ABD Gıda ve İlaç Dairesi (FDA), gıda sınıfı sodyum aljinatı, Federal Kurallar Kodunun (CFR) 21. başlığında GRAS (genel olarak güvenli olarak kabul edilir) madde olarak sınıflandırmaktadır ve kullanımını emülsifiye edici, koyulaştırıcı, stabilizatör ve jelleştirici madde olarak sıralamaktadır (U.S. Food & Drug Administration, 2018). Avrupa Komisyonu (EC), alginik asit ve tuzlarını (E400–E404) yasal gıda katkı maddesi olarak listelemiştir (Younes ve ark., 2017).

Aljinat kalınlaştırma maddesi, stabilizatör, emülgatör, şelatlama ajanı, kapsülleme, süspansiyon haline getirici madde olarak veya jel ve film oluşturmak için gıda, tekstil ve ilaç sanayisi gibi çeşitli endüstrilerde kullanılmaktadır (Kim ve ark., 2000; Hay ve ark., 2013).

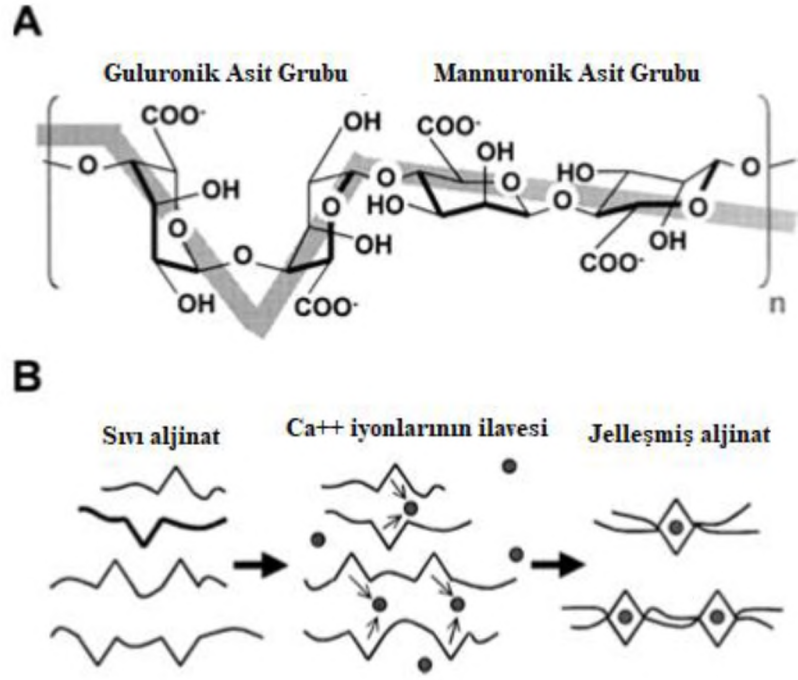
Aljinatların moleküler yapısı, 1-4 glikozidik bağlarla bağlanan β -D-mannuronik asit (M) ve α -L-guluronik asidin (G) dallanmamış, doğrusal ikili kopolimerleridir (Şekil 2.1) (Moe ve ark., 1994; Nisperos-Carriedo, 1994; Hay ve ark., 2013). Bir aljinat yapısı üç fraksiyona ayrılabilir: Bunların ilk iki tipi genellikle homopolimerik moleküller olan M ve G’nin sıralı düzgün dağılımından meydana gelirken üçüncü fraksiyon iki monomerin yaklaşık eşit oranlarından oluşmaktadır (Draget ve ark., 2002). Bakteriyel aljinatlar, o-asetil gruplarına sahipken, alg alginatlarının yapısında bu gruplar bulunmaz (Davidson ve ark., 1977). Ek olarak, bakteriyel aljinatlar, algal polimerlere kıyasla daha yüksek molekül ağırlığına sahiptir (Clementi, 1997).



Şekil 2.2. Aljinatın yapısal karakterizasyonu, blok molekülleri ve homopolimerik yapısı (Juarez ve ark., 2014)

Çapraz bağlanmış aljinatların fiziksel özellikleri aljinatın kimyasal yapısı ile ilgilidir. Burada önemli olan; yapının bileşimi, molekül ağırlığı ve tekrarlayan grup sayısıdır. En yüksek mekanik dayanıklılığı ve monovalent katyonlara karşı kararlılığı olan küreciklerin α -L-guluronik asit bileşimi oranının %70'ten fazla olan yapılarda olduğu bildirilmiştir (Gombotz ve Wee, 1998). α -L-guluronik asit yüzdesi arttıkça daha sert ve sağlam yapılar oluşurken, bu yüzde azaldıkça daha elastik kürecikler meydana gelmektedir (Chapman ve Chapman, 1980). Aljinat jelleri 0-100°C aralığında kararlıdır ve sıcaklık yükseldikçe viskozitede ve sertlikte azalma gözlenmektedir (Gacesa, 1988). Yapılan bir çalışmayla, çapraz bağlanmış aljinat küreciklerinin gözenek boyutu elektron mikroskopu ile 5-100 nm arasında saptanmıştır (Andersen ve ark., 1977).

Aljinatın yapısında bulunan monomerlerin oranı ve sıralanmaları, değişik tipteki kahverengi deniz yosunlarına göre farklılık gösterir. Örneğin, yapıda G-bloklarının miktarının daha fazla olması durumunda aljinatın jel oluşturma kapasitesi daha yüksekken; M-bloklarının fazla olması bu kapasiteyi azaltacak yönde etki yapar (Tezcan, 2008). Sadece G-blokların Ca^{+2} ile molekül içi çapraz bağlar yaparak hidrojel oluşturduğu düşünülmektedir (Wang ve Spencer, 1998; Blandino ve ark., 1999). Şekil 2.2'de de anlatıldığı gibi hidrojellemeyi etkileyen kritik faktörler G-blok uzunluğu ve molekül ağırlığıdır (Blandino ve ark., 1999).



Şekil 2.3. Aljinat solüsyonuna Ca²⁺ eklenmesi ile aljinatın jelleşme süreci ve etkilediği bölümler (Becker ve ark., 2001)

Aljinatların sudaki çözünürlükleri solventin pH değerine, ortamın iyonik gücüne ve solvent içindeki jelleştirici iyonların varlığına bağlıdır. Aljinik asit ve kalsiyum aljinat suda çözünmezler ancak sodyum aljinat, amonyum aljinat ve potasyum aljinat suda çözünmektedir. Çözünmeleri için protonlanmış karboksilik asit gruplarının ve pH değerinin belirli kritik değerlerin üzerinde tutulması gereklidir. Ortamın değişen iyonik gücü polimer konformasyonunu, zincir uzamasını, viskoziteyi ve bunlara bağlı olarak da çözeltinin çözünürlüğünü etkilemektedir (Pawar ve Edgar, 2012).

Aljinik asidin iyonlaşma sabiti zincir yapıdaki iki monomerin oranına bağlıdır. pH değeri 5 ile 11 arasında sodyum aljinat çözeltisinin viskozitesi sabittir (Ray ve James, 1993).

Aljinat jel oluşumu karmaşık bir süreçtir. Polimerik zincirdeki guluronik asit bloğunun (G-blokları) oranı ve uzunluğu, iki değerlikli iyonların sayısını bağlama kapasitesi, jelleşme iyonları ve jelleşme koşulları aljinatın hidrojel özelliklerini kuvvetle etkiler (Grant ve ark., 1973; Tapia ve ark., 2008; Soazo ve ark., 2015).

Kalsiyumların kaynağı (kalsiyum klorür, kalsiyum laktat, kalsiyum glukonat, kalsiyum nitrat ve kalsiyum propiyonat) jel oluşumu üzerinde bir etkiye sahiptir. Kalsiyum klorür ile çapraz bağlanmanın, kalsiyum glukonat, kalsiyum nitrat ve kalsiyum propiyonat ile karşılaştırıldığında daha güçlü aljinat jeli oluşturduğu bildirilmiştir (Gennadios ve ark., 1997). Kalıcı halindeki jel kuvvetine en hızlı kalsiyum klorürle, ardından kalsiyum laktat ve kalsiyum glukonat ile ulaşılmaktadır (Soazo ve ark., 2015). Bununla birlikte, oluşan jelin gücü ve kalsiyum difüzyonuna karşı direnç, kalsiyum kaynağı tipine bağlı değildir (Lee ve Rogers, 2012; Soazo ve ark., 2015). Yüksek çözünürlüğüne rağmen gıda üzerinde acı bir tada sahip olması kalsiyum klorürün bir dezavantajıdır.

Film oluşturma yöntemleri ve kaplama işlemlerinin koşulları, oluşan filmin fiziksel özellikleri üzerinde önemli etkilere sahiptir. Düzgün ve hatasız (örneğin hava kabarcığı ve mekanik hasar olmayan) film oluşumu, işlevselliklerini optimize etmek için çok önemlidir (Skurtys ve ark., 2010).

Film oluşumu solvent döküm ve ekstrüzyon teknikleriyle sağlanabilmektedir. Solvent döküm tekniği film oluşturucu maddenin su veya su-etanol solüsyonlarının uygun bir yüzey üzerinde yayılması ve daha sonra infrared kurutma odaları gibi havalandırılmış bir fırında birkaç saat boyunca hava ile kurutulmasından oluşan en sık kullanılan film oluşturma tekniğidir (Skurtys ve ark., 2010). Ekstrüzyon tekniği ise polimerlerin termoplastik özelliklerine dayanmaktadır. Plastikleştirici ilavesinden sonra, çözelti, düşük su içeriği koşulları altında camsı geçiş sıcaklığının üzerinde ısıtılır. Ekstrüzyon metodu, solvent ilavesi ve buharlaşma aşamalarının olmaması nedeniyle ticari uygulamalarda tercih edilmektedir (Dhanapal ve ark., 2012).

Uygulama yöntemi ve kaplamaların gıda yüzeyine yapışması yeteneği yenilebilir kaplamalar ile ilgili iki önemli özelliktir (Dhanapal ve ark., 2012).

Etkin bir kaplamanın sağlanması için daldırma, püskürtme, akışkan yataklı işleme, yatay kaydırma (panning) ve vakum emdirme olmak üzere çeşitli yöntemler geliştirilmiştir.

Daldırma yönteminde ürün, kaplama çözeltisini içeren bir kazan içine batırılır. Bu yöntem, tüm materyal yüzeyinin kaplanması gerektirdiği zaman avantajlıdır; kompleks

ve pürüzlü bir yüzey etrafında homojen bir kaplama elde edilmesini sağlar. Ürünü batırdıktan ve fazla kaplamayı boşalttıktan sonra ya oda sıcaklığında ya da bir kurutucu yardımıyla kurutulur (Grant ve Burns, 1994; Martin-Belloso ve ark., 2009). Püskürtme yönteminde kaplama solüsyonu, nozulların yardımıyla hedeflenen gıda yüzey alanı üzerinde damlacıklar oluşumu yoluyla dağıtılır (Andrade ve ark., 2012). Akışkan yataklı kaplama işleminde kaplama malzemesi, kabuk-tipi yapı oluşturmak için akışkanlaştırılmış parçacıkların yüzeyi üzerine bir dizi meme içinden püskürtülür (Dewettinck ve Huyghebaert 1999). Panning yönteminde ise kaplanacak ürün “tava” olarak adlandırılan büyük, döner bir kaba yerleştirildikten sonra kaplama çözeltisi döner tavaya dökülür veya püskürtülür ve ürün, kaplama solüsyonunu gıda maddesinin yüzeyi üzerinde eşit olarak dağıtmak için tava içine yuvarlanır. Kaplamayı kurutmak için ortam sıcaklığında veya yüksek sıcaklıkta hava uygulanır (Pandey ve ark., 2006; Dangaran ve ark., 2009). Vakum emdirme metodunda ise kaplanacak ürün vakum tankına yerleştirilir ve kaplama çözeltisi tankın içine verilerek vakum uygulanır. Son zamanlarda çalışmalar kaplamanın, meyve ve sebzeler gibi gözenekli gıda matrisleri içeren havada çözünen maddelerin katılmasıyla daha kalın ve daha etkili bir film oluşturabildiğini göstermiştir (Guillemin ve ark., 2008; Vargas ve ark., 2009).

Senturk Parreidt ve ark. (2018), taze kesilmiş kantaloop kavunlarını, sodyum aljinat bazlı yenilebilir film çözeltisi (%1.25 a/a) kullanarak daldırma ve vakum emdirme yöntemleriyle kaplamış ve en iyi kaplama prosesi parametrelerini (daldırma süresi, boşaltma süresi, vakum periyodu uzunluğu, vakum basıncı, atmosferik restorasyon (yenileme) süresi) tanımlamak amacıyla, farklı kaplama parametrelerinin, kaplanmamış ve kaplanmış numunelerin fiziksel kalite parametreleri (ağırlık kazanımı yüzdesi, renk ve doku) üzerine etkisini belirlemiştir. Her iki sürecin de kavun dilimlerinin sertliğini artırdığı ancak vakum emdirme uygulamasında daha yüksek sertlik ve daha az ağırlık kaybı sonuçlarının olduğunu tespit etmişlerdir.

Antifungal madde ile kombine edilen aljinat bazlı kaplamanın çileğin (*Fragaria × ananassa*) kalitesine etkisi üzerine yapılan bir çalışmada meyve yüzeyi aljinat (%2, a/h), gliserol (%2, a/h), palmitik asit (%0.5, a/h), gliserol monostearat (%0.5, a/h) ve β -siklodekstrin (%0.5, a/h) kombinasyonu ile *Cryptococcus laurentii*'yi (10^9 kob/mL) içeren filmle kaplanmıştır. *C. laurentii* eklenmiş sodyum aljinat filminin mikrobiyal bozulmayı önemli ölçüde düşürdüğü, çileklerin sertliğini koruduğu, ağırlık kaybını

azalttığı, meyvenin depolama özelliklerini ve kalitesini geliştirdiği tespit edilmiştir (Fan ve ark., 2009).

Yapılan bir çalışmada "Blackamber", "Larry Ann", "Golden Globe" ve "Songold" erik çeşitlerinin %1 ve %3 oranında aljinat içeren yenilebilir film çözeltisi ile kaplanması işleminin, hasat sonrası depolama boyunca meyve kalitesine etkisi incelenmiştir. Kaplanan örnekler 2°C'de depolanmış ve 7, 14, 21, 28 ve 35. günlerde ve ayrıca 20°C'de 3 günlük periyotlar halinde analiz edilmiştir. Her iki işlemin (özellikle %3 aljinatlı kaplama) tüm çeşitler için etilen üretiminin engellenmesinde etkili olduğu bildirilmiştir. Eriklerin hasat sonrası olgunlaşma ile ilgili yumuşama ve renk değişiklikleri, ağırlık ve asitlik kayıpları gibi meyve kalitesi parametrelerindeki değişikliklerin, her iki yenilebilir kaplamanın kullanılması ile önemli ölçüde geciktirildiği ifade edilmiştir (Valero ve ark., 2013).

Sipahi ve ark., (2013), sodyum aljinat (0.5, 1, 2 g/100g), β-siklodekstrin ve mikroenkapsüllü transsinnamaldehit, pektin ve kalsiyum laktat içeren bir dizi çözelti kullanarak geliştirdikleri çok katmanlı antimikrobiyal aljinat bazlı yenilebilir kaplamanın kesilmiş taze karpuzun (*Citrullus lanatus*) raf ömrüne etkisini incelemek için yaptıkları bir çalışmada örnekleri Layer-by-Layer daldırma tekniği ile kaplamış ve daha sonra 4°C'de 15 gün boyunca depolamışlardır. 1g/100g ve 2g/100g aljinat kaplamaların, kesilmiş taze karpuzun raf ömrünü 7 (kaplanmamış örnekler) ile 12-15 gün arasında uzattığını bildirmişlerdir. Tüketici kabul testinde ise 2g/100g aljinat kaplama haricinde kaplanmış numunelerin yüksek kabul gördüğünü ifade etmişlerdir.

Başka bir çalışmada ise kantalupe türü kavunlar %2 tarçın kabuğu yağı ve %0-0.5 soya fasulyesi yağı içeren ve soya fasulyesi yağı içermeyen, %1 sodyum aljinat karışımı ile kaplanmıştır. Kaplama uygulamasının kantalupe türü kavunların 21°C'lik ortamda depolama boyunca kalitesine etkisi ve aşılınmış bazı bakteri patojenlerinin, doğal olarak oluşan küflerin ve mayaların canlılığına etkisi incelenmiştir. Numunelerin toplam çözünebilir kuru madde içeriğinde ve ağırlık kaybında, kaplama çözeltileri arasında önemli farklılık oluşmadığı ifade edilmiştir. Ayrıca, incelenen antimikrobiyal kaplama sisteminin, kantalupe türünün mikrobiyolojik kalitesi ve güvenliğini artırma potansiyelini ortaya koyduğu belirtilmiştir (Zhang ve ark., 2015).

Chen ve ark. (2016) yaptıkları bir çalışmada nanfeng mandalinalarının hasat sonrası kalitesini korumak için %1.5 sodyum aljinat, %0.7 sitrik asit ve %1.0 sakkaroz esteri ile Ficus hirta meyve ekstraktı içeren ve içermeyen yenilebilir kaplamalar uygulamışlardır. Ağırlık kaybı, bozunma hızı, solunum hızı ve maleikdialdehit içeriğinin Ficus hirta-sodyum aljinat kaplı numunelerde kaplanmamış gruba göre çok daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Ficus hirta-sodyum aljinat kaplama işleminin süperoksit dismutaz, katalaz, peroksidaz, kitinaz, p-1,3-glukanaz ve fenilalanin ammonialyaz gibi antioksidan ve savunma ile ilgili enzimlerin aktivitelerini arttırdığını ve fenolik bileşiklerin birikimini uyardığını tespit etmişlerdir.

Olivas ve ark., (2007) elma dilimlerini (Gala çeşidi) kalsiyum klorür çözeltisine daldırdıktan sonra üç farklı kaplama formülasyonundan (aljinat, aljinatla asetilatlanmış monogliserid-linoleik asit ve aljinat-tereyağı-linoleik asit) biri ile kaplamış ve 5°C'de %85 nisbi nemde depolamışlardır. Aljinat kaplamaların, anaerobik solunuma neden olmaksızın, kesilmiş elmaların genel olarak raf ömrünü uzattığını tespit etmişlerdir. Depolama boyunca, kullanılan tüm kaplamaların, ağırlık kaybını en aza düşürdüğünü ve kaplanmamış elmalara göre kaplanmış elmaların sertliğinin kaplamanın türüne bakılmaksızın hemen hemen sabit kaldığını ve özellikle asetillenmiş monogliserid içeren kaplamalı elmaların orijinal ağırlığa yakın olduğunu bildirmişlerdir.

Maftoonazad ve ark. (2008) sodyum aljinat (%2 a/h) veya metil selüloz (%3 a/h) bazlı kaplamaların şeftalinin raf ömrüne etkisini incelemişlerdir. Kaplanmamış ve kaplanmış meyveleri 15°C'de ve %40 bağıl nemde depolamışlar ve 3 günlük aralıklarla solunum hızı, nem kaybı, sertlik, asitlik, pH ve toplam çözünebilir katı madde değerlerini belirlemişlerdir. Kaplanmış şeftalilerde kalite parametrelerindeki değişikliklerin kontrol örnekleri ile karşılaştırıldığında çok daha düşük olduğunu, kontrol numuneleri için 15°C'de maksimum kabul edilebilir raf ömrü 15 günken, kaplanmış numunelerin sodyum aljinat ve metil selüloz kaplama ile sırasıyla 21 ve 24 güne kadar kabul edilebilirliklerini koruduğunu ve kaplama sonucunda azalan solunum ve terleme oranlarının kalitenin korunmasında ve şeftalilerin raf ömrünün uzamasında etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Röbke ve ark. (2011) taze kesilmiş elma dilimlerinin oligofruktoz ve inülin gibi prebiyotikler içeren yenilebilir filmle kaplanması üzerine bir çalışma yapmışlardır. %35

(a/h) oligofruktoz veya %15 (a/h) inulin veya %20/15 (a/h) oligofruktoz/inulin karışımı içeren sulu çözeltilerin her birine %1 (a/h) sodyum aljinat tozunun ilave edilmesiyle hazırladıkları çözeltilerle örnekleri kaplamışlardır. Tüm prebiyotiklerin 14 gün depolama periyodu boyunca sabit kaldığını bildirmişlerdir. Esmerleşme indeksi, sertlik ve asitlik değerlerinin kontrole göre (sadece %1 sodyum aljinat ile kaplanmış) 14 gün boyunca stabil kaldığını, prebiyotik kaplama uygulananların çözünebilir katı madde miktarının arttığını ve polifenolik bileşiklerin seviyelerinin daha kararlı olduğunu ifade etmişlerdir.

Aloui ve ark. (2014) tarafından yapılan bir çalışmada sofralık üzümlere greylfurt çekirdeği ekstraktı veya greylfurt esansiyel yağı içeren ve içermeyen %1 ve %2 sodyum aljinat bazlı biyobozunur kaplamalar uygulanmıştır. Greylfurt çekirdeği ekstraktı içeren saf sodyum aljinat bazlı biyolojik olarak bozunabilir kaplamaların, ağırlık kaybını azaltmada ve depolama sırasında sertliğin korunmasında etkili olduğu belirlenmiştir. Greylfurt esansiyel yağı veya greylfurt çekirdeği ekstraktı içeren kaplamaların, üzümlerin antioksidan aktivitesini koruyabildiği ve inokule edilmiş meyvelerdeki çürüme sıklığını azaltabildiği, ayrıca %2 sodyum aljinat ve %1 greylfurt çekirdeği ekstraktı içeren kombine kaplamaların, su ve sertlik kayıplarının etkili kontrolü ile antioksidan aktivite ve antifungal etkinin korunduğu ifade edilmiştir.

Yapılan başka bir çalışmada ise %1.5 (a/h) kitosan ve %1.5 (a/h) aljinat bazlı yenilebilir kaplamaların askorbik asitle zenginleştirilmiş meyve barlarının (beyaz üzüm konsantrasyonu ve toz haline getirilmiş armut gevreğinin karıştırılması ile hazırlanan) kalitesi üzerine, tek katmanlı kaplama tekniği ile layer-by-layer kaplama tekniğinin etkisi incelenmiştir. Aljinat-kitosan kaplamaları içeren meyve barlarında, depolama boyunca askorbik asit içeriği, antioksidan kapasite ve sertlikteki değişimin en az olduğu ve maya gelişimini önlediği bildirilmiştir (Bilbao-Sainz ve ark., 2018).

Gliserol (%0.6'dan %2.0'ye kadar), N-asetilsistein (%1) ve/veya askorbik asit (%1) ve sitrik asit (%1) içeren aljinat (%2) veya jellan bazlı (%0.5) yenilebilir filmler, taze kesilmiş elma ve papaya dilimlerini kaplamak için kullanılmıştır. Su buharı geçirgenliği, aljinat filmlerinde (0.30 ile $0.31 \times 10^{-9} \text{gm/Pasm}^2$), jellarlardan (0.26 ile $0.27 \times 10^{-9} \text{gm/Pasm}^2$) daha yüksek bulunmuştur ($P < 0.05$). Ayrıca taze kesilmiş elma ve papaya dilimleri, canlı bifidobakter içeren %2 (a/h) aljinat veya jellan bazlı çözeltilerle

kaplanmış ve probiyotik kaplamalarında su buharı geçirgenliği, aljinat dökme filminde (6.31 ve 5.52×10^{-9} gm/Pasm²) jellandakinden (3.65 ve 4.89×10^{-9} gm/Pasm²) daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Taze kesilmiş meyvelerin buzdolabında 10 gün boyunca saklanması sırasında 10^6 kob/g *B. lactis Bb-12*'den büyük değerlerin korunması, taze kesilmiş meyvelerde canlı probiyotiklerin taşınması ve desteklenmesi için aljinat ve jellan bazlı yenilebilir kaplamaların uygulanabilir olduğu ifade edilmiştir (Tapia ve ark., 2007).

Yapılan başka bir çalışmada 4°C'de depolanan taze kesilmiş mangoların renk, biyoaktif bileşik içeriği ve antioksidan aktivitesi üzerine aljinat bazlı yenilebilir kaplamanın antiesmerleşme ajanlarının (askorbik ve sitrik asit) taşıyıcısı olarak etkisi değerlendirilmiştir. Aljinat içeren yenilebilir kaplamanın, mango küplerine antiesmerleşme maddeleriyle (askorbik ve sitrik asit) birlikte uygulanmasıyla kontrol veya yalnızca aljinat kaplamayla muamele edilmiş mango küplerine kıyasla daha yüksek renk değerlerine (L * ve Hue) sahip olduğu ve arttırılmış C vitamini içeriğinin korunduğu saptanmıştır. Toplam fenolik madde içeriği aljinat ve antiesmerleşme ajanı ile kaplanmış örneklerde 2 kat artmıştır. Bu davranış, fenolik bileşiklerde gerçek bir artışa değil, C vitamini ilavesine bağlanmıştır. Bununla birlikte, antioksidan+aljinatla kaplanmış mangolar, kontrol veya sadece aljinat ile kaplanmış örneklerden daha yüksek konsantrasyonda r-hidroksibenzoik ve ellagik asit değerleri vermiştir. Antiesmerleşme ajanı içeren mango küpleri, askorbik asit ilavesi nedeniyle en yüksek antioksidan aktiviteye sahip olmuştur. Aljinat ve antiesmerleşme ajanının kombinasyonu taze kesilmiş mangoların rengini korumuş ve küplerin antioksidan potansiyelini arttırmıştır (Robles-Sánchez ve ark. 2013).

Taze kesilmiş meyvelerin güvenliğini ve kalitesini arttırmak için, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli* O157: H7'ye karşı antimikrobiyal aktiviteyi test etmek için 15 uçucu yağın etkisi araştırılmıştır. Farklı konsantrasyonlarda kekik yağı içeren aljinat bazlı yenilebilir kaplamanın taze kesilmiş "Kırmızı Fuji" elmaları üzerine etkisi araştırılmıştır. Sonuç, aljinat bazlı yenilebilir kaplama ile birleştirilmiş 0.5 µL/mL kekik yağının birlikte kullanılmasının, taze kesilmiş 'Red Fuji' elmalarının mikrobiyal gelişimini, solunumunu, ağırlık kaybını, sertliğini ve esmerleşmesini önemli ölçüde engelleyebileceğini göstermiştir (Sarengaowa ve ark., 2017).

Oms-Oliu ve ark. (2008c)'nin yaptığı bir çalışmada %0.75 (a/h) N-asetilsistein ve %0.75 (a/h) glutation içeren aljinat bazlı (%2 a/h), pektin bazlı (%2 a/h) ve jellan bazlı (%0.5 a/h) yenilebilir kaplamaların taze kesilmiş 'Flor de Invierno' armutlarının 4°C'de 14 gün boyunca gaz kompozisyonu değişimi, antioksidan özellikleri, duyusal kalitesi ve mikrobiyal stabilitesi üzerine etkisi araştırılmıştır. Polisakarit bazlı yenilebilir kaplamaların kullanılmasının su buharı direncini arttırdığı ve kaplanmış taze kesilmiş armutların etilen üretimini azalttığı bulunmuştur. N-asetilsistein ve glutatyonun kaplama formülasyonlarına dahil edilmesinin, antioksidan içermeyen örneklere kıyasla yalnızca mikrobiyal büyümeyi azaltmakla kalmayıp, aynı zamanda, taze kesilmiş armut dilimlerinin sertliğini etkilemeden iki hafta boyunca esmerleşmelerini önlemede etkili olduğu tespit edilmiştir. Antioksidan içeren aljinat, jellan ve pektin ile kaplanmış armut dilimlerinde görülen yüksek C vitamini ve toplam fenolik içeriğinin, antioksidan potansiyellerini korumaya katkıda bulunduğu ve ek olarak, aljinat veya pektin içeren kaplamaların, 14 gün boyunca armut dilimlerinin duyusal özelliklerini koruduğu görülmüştür.

2.3. Modifiye Atmosferde Paketleme

Gıdaların çoğu bitkisel ve hayvansal kökenli kaynaklardan elde edilmektedir. Bu canlılarda hasattan veya kesimden sonra katabolizma (parçalanma) reaksiyonları gerçekleşmektedir. Oksijen varlığında katabolizma reaksiyonları ile karbonhidratlar, proteinler veya lipitler parçalanırken CO₂ ve H₂O oluşmaktadır. Gıdaların işlenmesindeki temel amaç bu parçalanma reaksiyonlarını yavaşlatmak veya durdurmaktır. Modifiye atmosferde paketlemede ortamda gerçekleştirilen atmosfer modifikasyonu ile mikroorganizmaların ve gıda dokularının aerobik solunumu yavaşlatılmakta ve böylece ürün raf ömrü uzatılmaktadır (Brody, 1989a).

Modifiye atmosferde paketleme uygulaması fiziksel koruma yöntemlerindedir ve taze gıdalarda oluşabilecek mikrobiyal gelişimi önleyici veya kısıtlayıcı etkileri de olan bir atmosferik ortamda gıdaların muhafaza edilerek raf ömürlerinin artırılması ilkesine dayandırılmaktadır (Aytaç, 1994).

Modifiye atmosferde depolamada ortam modifikasyonu “pasif” (meyve ve sebzeler için uygulanan) ve “aktif” (tüm gıdalara uygulanabilen) modifikasyon olmak üzere iki ana

yolla oluşturulmaktadır. Pasif yöntemde gıda uygun bir ambalaj malzemesi ile ambalajlandıktan sonra ambalaj içerisindeki gazlar gıdanın solunum yapması sonucu kendiliğinden dengeye ulaşır. Denge modifiye atmosferde ambalajlama ise taze ve minimal işlem görmüş ürünlerin raf ömürlerinin arttırılmasında ideal ve etkili bir metottur. Bu uygulama üreticilere kimyasal madde kullanmadan gıdaların raf ömrünün arttırılmasına izin vermesinden dolayı organik ürünler için de ideal bir çözümdür. Aktif modifikasyonda ise ambalaj içerisindeki gaz kompozisyonunun denge gaz bileşiminin oluşumu kendiliğinden değil, direkt istenilen gaz kompozisyonu verilerek elde edilmektedir (Kocamanlar, 2009).

MAP yüksek kalitede ürün sağlamanın yanı sıra; raf ömrünü arttırdığı için ekonomik kayıpları azaltma, ürünlerin daha uzun mesafelere dağıtılmalarına olanak sağlama ve dağıtım masraflarını azaltma, daha az kimyasal ajan kullanımını destekleme, dilimlenmiş ürünlerin ayırımını kolaylaştırma, kokusuz ve kullanışlı ambalajlamaya izin verme gibi birçok avantaja sahiptir. Bununla beraber ek maliyet ve sıcaklık kontrolü gerektirmesi, her ürün için farklı gaz kompozisyonlarının oluşturulması, taşıma esnasında paketlerde meydana gelecek yırtılma delinme gibi fiziksel zararların gaz kompozisyonunu değiştirmesi dolayısıyla ürün güvenliğinin bozulması gibi dezavantajlara sahiptir (Sivertsvik ve ark., 2002).

Raybaudi-Massilia ve ark. (2008) taze kesilmiş "Piel de Sapo" kavununu (*Cucumis melo* L.) malik asit ve tarçın, palmarosa ve limonotunun esansiyel yağları ile (%0.3-0.7) bunların aktif bileşenlerini (eugenol, geraniol ve sitral-%0.5) içeren aljinat bazlı yenilebilir filmle kaplayarak pasif MAP koşullarında depolamışlar ve uygulanan işlemlerin kavunun raf ömrü ve güvenliği üzerindeki mikrobiyolojik ve fizikokimyasal etkisini araştırmışlardır. Pasif MAP koşullarında depolanan kaplanmamış kavun dilimlerinin mikrobiyolojik raf ömrü 3.6 güne kadar ve fizikokimyasal raf ömrü 14 günden daha az olduğu tespit edilmiştir. Pasif MAP ile malik asitin kombine etkisinin, kaplanmamış taze kavun dilimlerine kıyasla, kaplanmış taze kavun dilimlerinin mikrobiyolojik (9.6 güne kadar) ve fizikokimyasal (>14 gün) açıdan raf ömrünü arttırmada daha etkili olduğu belirlenmiştir.

Yapılan bir çalışmada pasif ve aktif modifiye atmosfer paketleme koşullarının (MAP) sofralık üzüm kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Bu amaç için, üzümün pasif MAP

ve üç farklı başlangıç gaz kompozisyonu altında (aktif MAP) paketlenmesi için, yönlendirilmiş polipropilenden yapılmış ve farklı kalınlıklarda (sırasıyla 20, 40 ve 80 µm) karakterize edilmiş üç film kullanılmıştır. Buzdolabı sıcaklığında (5 °C) uzun bir depolama süresi boyunca, tepe boşluğu gaz konsantrasyonları, kütle kaybı, mikrobiyolojik stabilite ve duyusal kabul edilebilirlik izlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, seçilen tüm ambalaj filmlerinin ürünün çürümesini önemli ölçüde önlediğini, dolayısıyla ambalajlanmamış ürüne kıyasla önemli bir raf ömrü uzamasını teşvik ettiğini vurgulamıştır. Özellikle, en iyi sonuçlar, 70 günden daha uzun bir raf ömrünü garanti eden, pasif modifiye atmosferle paketlenmiş en kalın polimerik matris ile kaydedilmiştir. Daha belirgin bir ürün dehidrasyonu nedeniyle ambalaj içeriklerinde ulaşılan hızlı gaz dengesinin ise, aktif MAP'lerin raf ömrü uzaması için önemli olmadığı belirtilmiştir (Costa ve ark., 2010).

Taze kesilmiş salatalıklar farklı konsantrasyonlarda yenilebilir kitosan çözeltileri ile kaplanarak, kaliteyi korumak ve raf ömrünü uzatmak için hava, azot ve argon bazlı modifiye atmosfer ortamında paketlenmiştir. Bireysel ve birleşik işlemlerin bazı kalite parametreleri üzerindeki etkinliği, 12 günlük depolama süresince 5 °C sıcaklıkta aralıklarla incelenmiştir. Kitosan çözeltilerinin konsantrasyonunun MAP ortamındaki taze kesilmiş salatalığın performansını önemli ölçüde etkilediği ve kitosan kaplı taze kesilmiş numunelerde düşük karbondioksit üretimi olduğu gözlenmiştir. Argon bazlı MAP'teki örneklerin solunum, fizyolojik değişiklikler, klorofilin parçalanması ve taze kesilmiş salatalığın raf ömrünün uzatılmasında hava ve azot bazlı MAP'tan daha iyi bir potansiyel göstermiştir. MAP ile kombine edilen kitosan kaplama mikrobiyal güvenliği korumuş ve taze kesilmiş salatalığın raf ömrünü uzatmıştır (Olawuyi ve ark., 2018).

Çin lahanasının tazeliğini korumak için pasif bir modifiye atmosfer ambalajı tasarımı ve uygulaması çalışmasında, hammadde olarak A (yüksek su buharı iletim hızına sahip filmler) ve E (yüksek oksijen iletim hızına sahip (OTR) ve yüksek karbon dioksit iletim hızına sahip filmler) filmlerini kullanarak çok parçalı film entegrasyon tasarımına dayanarak iki tip pasif modifiye atmosfer ambalajı tasarlanmıştır. Pasif MAP'nin iki tipi, Çin lahanasının (*Brassica rapa*) ambalajlama, görünüm kalitesi, tepe boşluğu gaz bileşimi, C vitamini, çözülebilir katı madde içeriği ve su kaybı açısından değerlendirilmiştir. Sonuçlar, pasif MAP'ın Çin lahanasının solunumunu etkili bir şekilde geciktirebildiğini, böylece besin kaybını azalttığı, görünümünü koruduğu,

buğulanmayı önlediği ve depolama süresini oda sıcaklığında iki ile beş gün arasında uzatabildiğini göstermiştir (Yang ve ark., 2018).

Mastromatteo ve ark. (2011), minimal işlenmiş kivi meyvelerinin raf ömrünü uzatmayı amaçlayan bir çalışma sunmuşlardır. Minimal işlenmiş kivi meyvelerine hidro-alkolik bir çözelti içine daldırma ile birlikte sodyum aljinatla kaplama, hidro-alkolik çözelti içine daldırma ve üzüm meyve çekirdeği ekstraktı içeren sodyum aljinatla kaplama gibi farklı işlemler uygulayarak pasif ve aktif MAP altında depolamışlardır. Her iki deneysel aşamada, tepe boşluğu gaz konsantrasyonları, pH, ağırlık kaybı, duyu kalite ve ana bozulma etmeni mikroorganizmalarının canlı hücre yükünü izlemişlerdir. Aslında, kaplamalar hem pasif hem de aktif MAP koşullarında dehidrasyonu geciktirmekte ve minimal işlenmiş kivi meyvelerinin solunum aktivitesini yavaşlatmakta daha etkili olmuştur. Aljinat bazlı kaplama ile aktif bileşiklerin kombinasyonu, mikrobiyal büyümeyi geciktirirken, tek daldırma işleminin verimsiz olduğunu belirtmişlerdir. Aljinat bazlı kaplamanın, solunum aktivitesinin yanı sıra duyu bozulmayı azalttığını ve pasif MAP kapsamında ambalajlanan örneklerin duyu kabul edilebilirlik sınırını kontrole (8 gün) göre 12 güne kadar artırdığını tespit etmişlerdir. Aktif MAP tek başına kullanıldığı zaman, kaplanmamış numunelerin çok kısa bir raf ömrünün (2.7 gün) olduğu ancak aktif MAP ve kaplama işlemlerinin bir arada kullanılmasının raf ömrünü 13 güne kadar uzattığını bildirmişlerdir.

Bir çalışmada pasif MAP koşullarında yapılan ambalajlamanın yeşil biberlerin hasat sonrası raf ömrü üzerindeki etkisi incelenmiştir. Yeşil biberlerin modifiye atmosferde paketlenmesi için mikro gözenekli, düşük yoğunluklu polietilen (PE-LD), poliolefin ve buğu önleyici filmler gibi farklı tiplerde polimerik ambalaj filmleri kullanılmıştır. Biberlerin solunum hızı, kontrol ve modifiye atmosferde paketlenmiş numuneler arasında 8 ± 1 °C'de (%85-95 RH) depolama sırasında önemli ölçüde değişmiştir ($p < 0.05$). Buğu önleyici filmle paketlenmiş biberler, buruşmadaki ilerlemeyi geciktirerek düşük solunum hızı (19 mg CO₂ kg/s) göstermiştir. Biberlerin solunum hızı, kontrol ve modifiye edilmiş atmosferle paketlenmiş numuneler arasında 8 ± 1 °C'de (%85-95 RH) depolama sırasında önemli ölçüde değişmiştir ($p < 0.05$). Buğu önleyici film paketlerdeki biberler, bozulmadaki ilerlemeyi geciktirerek düşük solunum hızı (19 mg CO₂ kg/s) göstermiştir. Modifiye atmosferde paketlenmiş ve kontrol örneklerinin ağırlık, sertlik, kabuk rengi ve askorbik asit içeriğinde fizyolojik kayıp açısından önemli

($p < 0.05$) değişiklikler göstermiştir. Biberlerde toplam fenolik madde içeriklerinde bir artış gözlenirken, 8 ± 1 °C'de depolama sırasında bozulmada ilerleme ile birlikte toplam antioksidan aktivite ve kapsaisin içeriğinde bir azalma gözlenmiştir. Buğu önleyici filmle paketlenen numuneler, diğer filmlerle paketlenmiş numunelere kıyasla daha uzun süre pigment stabilitesini korumuştur. Kontrol numunelerinde 15 gün, mikro gözenekli, PE-LD, poliolefin ve buğu önleyici filmlerde paketlenmiş biberlerde sırasıyla 16, 18, 22 ve 28 günlük bir raf ömrü gözlemlenmiştir. Buğu önleyici filmin, düşük sıcaklıkta depolama sırasında (8 ± 1 °C, %85–95 RH) yeşil biberin hasat sonrası kalitesini korumak için etkili olduğu tespit edilmiştir (Chitravathi ve ark., 2015).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmada yerel bir manavdan temin edilen “Altınbaş” çeşidi kavunlar kullanılmış ve işlem görene kadar Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında +10 °C’de depolanmıştır.

Film formülasyonları için orta viskoziteli sodyum aljinat (2.000 cp, %2, Sigma) kullanılmış ve plastikleştirici olarak gliserol (Sigma-Aldrich, Almanya) ilave edilmiştir. Ayrıca bir miktar sertlik kazandırmak ve uygulanan film kaplamanın yüzeye daha iyi tutunmasını sağlamak için CaCl₂ kullanılmıştır.

MAP aşamasında, polietilen (30 µm) ambalaj materyali ısı kapama makinesi ile uygun boyutta hazırlanmıştır. Ayrıca kavun dilimlerinin ambalaj içerisine yerleştirilmesi için uygun boyutta strafor taşıyıcı tabak kullanılmıştır.

3.2. Üretim Yöntemleri

Tez kapsamında yürütülen çalışmalar ve aşamaları aşağıda sırasıyla verilmiştir.

- A. Sodyum aljinat (SA) bazlı yenilebilir film formülasyonları (%1 SA, %1.5 SA ve %2 SA içeren) oluşturulmuştur.
- B. Dilimlenmiş kavunlar, konsantrasyonu ön denemelerle belirlenen CaCl₂ çözeltisine daldırılmış ve süzöldükten sonra yenilebilir film içeren film formülasyonları ile kaplanmıştır.
- C. Yenilebilir film ile kaplanmış kavunlar pasif modifikasyon (30µm polietilen) ile modifiye atmosferde paketlenmiştir.
- D. Kaplanmış kavun dilimlerinin modifiye atmosferde pasif modifikasyonda depolanması (5°C sıcaklık, %80 bağıl nem) sonucu kalite değişimleri fiziksel, kimyasal ve duyu analizler ile saptanmıştır.

3.2.1. Sodyum aljinat film formülasyonu

Sodyum aljinat, 45 °C'ye getirilmiş saf su içerisinde çözündürülerek %1, %1.5 ve %2 konsantrasyonlarda sodyum aljinat ilave edilerek film hazırlanmış ve plastikleştirici olarak %5 (h/h) oranında gliserol ilave edilmiştir (Şekil 3.1). Film ultrasonik banyo içerisine konularak 30 dakika boyunca degaz işlemine tabi tutulmuştur. Film çözeltisi petri içine pipet yardımı ile yayılarak ortam sıcaklığında kuruyana kadar bekletilmiştir.



Şekil 3.1. Sodyum aljinat film formülasyonunun hazırlanması

3.2.2. Kalsiyum klorür çözeltisinin hazırlanması

- Önce 1.5 g sodyum aljinat ve 2 g kalsiyum klorür karıştırılarak saf su ile 100 ml'ye tamamlandığında jel yapının oluşmadığı ve çözeltinin süspansiyon halinde kaldığı görülmüştür.
- Aynı olarak bir miktar suda çözündürülen 1.5 g sodyum aljinat ile 2 g kalsiyum klorür çözeltileri karıştırıldığında çok kuvvetli bir jel yapının oluştuğu görülmüştür.
- 30 dakika boyunca suda çözündürülen 1.5 g sodyum aljinat çözeltisine 2 g kalsiyum klorür çözeltisi ilave edildiğinde de kuvvetli bir jel yapının meydana geldiği görülmüştür.
- Kalsiyum klorür, film formülasyonuna ilave edildiğinde çok kuvvetli bir yapı oluştuğu için bu yapının kaplama yapmaya uygun olmadığı görülmüştür. Bundan dolayı meyvenin önce %0.5 kalsiyum klorür çözeltisine daldırılması daha sonra sodyum aljinat çözeltisiyle kaplanması uygun bulunmuştur.

3.2.3. Yenilebilir filmlerin kavun dilimlerine uygulanması

Kavunlar film kaplama öncesinde yıkanmış, kurulanmış, çekirdek evleri çıkarılmış ve kabuklarından ayrılarak dilimlenmiştir.

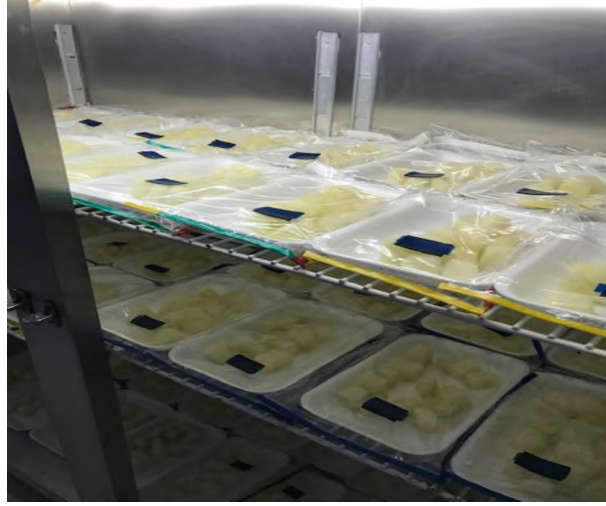
Dilimlenen kavunlar ön denemelerle belirlenmiş olan 4 dakikalık süre boyunca %0.5 konsantrasyondaki kalsiyum klorür çözeltisinde bekletildikten sonra süzülerek çıkarılmış ve %1, %1.5, %2 sodyum aljinat içeren film formülasyonları içerisine ön denemelerle belirlenmiş olan 5 dakikalık süre boyunca daldırılmıştır (Şekil 3.2). Film ile kaplanan kavunlar 1 saat ortam sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır.



Şekil 3.2. Kavun dilimlerinin sodyum aljinat film formülasyonlarına daldırılması

Kaplama işlemi uygulanan ve uygulanmayan kavun dilimleri PE ambalaj materyalinde MAP koşullarında paketlenerek depolanmıştır. Bir grup örnek de PE ambalajın etkinliğini ölçmek için kaplama yapılmadan ambalajsız olarak depolanmıştır. Her bir ambalaj 300 g örnek içerecek şekilde paketlenmiştir.

Örneklerin kalite değişimlerinin belirlenmesi amacıyla, kontrol ve film kaplı örnekler 2 tekerrürlü olarak +5 °C'de 8 gün boyunca depolanmış (Şekil 3.3) ve 2 günde bir fiziksel, kimyasal ve duyu analizlere tabi tutulmuştur.



Şekil 3.3. Kaplama uygulamasından sonra örnek gruplarının depolanması

3.3. Analiz Yöntemleri

Filmle kaplanmış ve kaplanmamış kavun dilimleri için depolama süresi boyunca yapılan analizlere ait yöntemler; fizikokimyasal, duyuşal ve istatistiksel analiz yöntemleri başlıkları altında verilmiştir.

3.3.1. Fizikokimyasal analizler

Fizikokimyasal analizler kapsamında kullanılan yöntemler aşağıda verilmiştir.

3.3.1.1. Toplam fenolik madde

Örneğin analize hazırlanması: Antioksidan kapasite ve toplam fenolik madde analizleri için; kavun dilimleri ultraturaksta pulp haline getirilmiş ve analiz edilene kadar -80 °C’de depolanmıştır. Analiz için 20 g kavun örneği üzerine, 20 ml %70 metanol ilave edilmiş ve karıştırılmıştır. Ardından ultrasonik su banyosunda 2 saat ekstrakte edilmiş ve filtre kâğıdı ile süzölmüştür.

Kavunların fenolik madde içerikleri Franke ve ark. (2004)’nın tanımladığı spektrofotometrik yöntemle uygun şekilde belirlenmiştir.

Standart eğrinin oluşturulması: Stok gallik asit (Sigma-Aldrich, Almanya) çözeltisinin farklı konsantrasyonlarına (%1, 2, 4, 6, 8, 10; etil alkolde) 5 ml folin-ciocaltue ayracı

(Sigma-Aldrich, İsviçre) ve 10 ml NaHCO₃ (Merck, Almanya) ilavesinden sonra standartlar 100 ml'ye tamamlanmıştır. Ardından 2 saat karanlık ortamda bekletilmiş ve 760 nm dalga boyunda okunan absorbans değerlerine karşılık gelen konsantrasyonlarından standart kurve oluşturulmuştur (çözeltilerin hazırlanması ile ilgili detaylar ve kullanılan kalibrasyon eğrisi Ek 1'de verilmiştir).

Örnek hazırlama: 1 ml ekstrakt üzerine 5 ml folin (%10'luk; h/h) ve 10 ml NaHCO₃ (%20'lik; a/h) ilave edilmiş ve 100 ml'ye tamamlanmıştır. 2 saat karanlık ortamda bekledikten sonra 760 nm'de absorbans değerleri kaydedilerek standart grafikten absorbansa karşılık gelen konsantrasyon değeri, seyreltmeler dikkate alınarak hesaplanmıştır.

Kör için örnek yerine 1 ml saf su kullanılmıştır.

3.3.1.2. Antioksidan kapasite

Örneklerin antioksidan kapasite değerlerini belirlemek için Re ve ark. (1999) tarafından geliştirilen spektrofotometrik yöntem kullanılmıştır.

Standart eğrinin oluşturulması: Standart olarak Troloks (\pm -6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchromane-2-carboxylic acid, Sigma-Aldrich, Almanya) kullanılmıştır. 3 ml çalışma çözeltisi üzerine 300 μ l troloksun farklı konsantrasyonları (%2, 4, 6, 8, 10; etil alkolde) ilave edilip karıştırıldıktan sonra reaksiyonun gerçekleşmesi için oda sıcaklığında karanlık bir ortamda 6 dakika bekletilmiştir ve 734 nm absorbans değerlerine karşılık gelen konsantrasyonlarından standart eğri oluşturulmuştur (çözeltilerin hazırlanması ile ilgili detaylar ve kullanılan kalibrasyon eğrisi Ek 2'de verilmiştir).

Örnek hazırlama: 3 ml çalışma çözeltisi üzerine 300 μ l örnek (metanolle 20 kat seyreltilmiş) ilave edilip karıştırıldıktan sonra reaksiyonun gerçekleşmesi için oda sıcaklığında karanlık bir ortamda 6 dakika bekletilmiştir ve 734 nm'de absorbans değerleri okunmuştur. Elde edilen veriler seyreltmeler dikkate alınarak μ M TE/ml olarak standart eğri üzerinden hesaplanmıştır.

3.3.1.3. Doku değeri

Kavunları dikey boyutundan 10 mm delmek için gereken maksimum kuvvet Newton cinsinden ölçülerek belirlenmiştir. Ölçümde, 10 mm çapında paslanmaz çelik başlığa sahip Zwick/Z0.5 (Almanya) test cihazı kullanılmıştır (Anonim, 2002).

3.3.1.4. %O₂ ve CO₂ konsantrasyonları

%O₂ ve %CO₂ konsantrasyonları gaz analizatörü (Gaspac 2, İngiltere) ile belirlenmiştir. Cihazın enjeksiyon iğnesi önceden paket üzerine yapıştırılmış kauçuk bir mantar içerisine batırılarak paketin tepe boşluğundaki %O₂ ve %CO₂ oranları ölçülmüştür (Demirdöven ve Batu, 2003).

3.3.1.5. pH değeri

Örnekler pulp haline getirilmiş ve ultraturaks ile homojenize edilerek pH değeri WTW Inolab pH-Level-1 (Almanya) model pH-metre kullanılarak ölçülmüştür (Anonim, 1995).

3.3.1.6. Titrasyon asitliği

Örnek hazırlama: Ultraturaks ile pulp haline getirilmiş 10 g kavun örneği saf su ile 50 ml'ye tamamlanmış, analize hazırlanmıştır.

Hesaplama: Hazırlanan örnek, % sitrik asit (g/100 meyve) cinsinden aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Stevens ve ark., 1979).

$$\text{Titrasyon asitliği (\%)} = \frac{V \cdot N \cdot Me}{M} * 100 \quad (3.1)$$

V = Titrasyonda harcanan 0.1 N NaOH miktarı, ml

N = NaOH çözeltisinin normalitesi

Me = Sitrik asitin mili eşdeğer gram ağırlığı (0.064)

M = Örnek ağırlığı, g

3.3.1.7. Suda çözüdür kuru madde (SÇKM)

Her bir grup için kavunlar ultraturaks ile homojenize edilmiş ve süzüntülerin ilk 2-3 damlası Abbe refraktometresinin (CETI 8200, İngiltere) haznesi üzerine damlatılarak SÇKM değerleri belirlenmiştir (Kopeliovitcg ve ark., 1982).

3.3.1.8. Su aktivitesi

Her gruptaki örneğin su aktivitesi değerleri AquaLab Model Series 3TE (ABD) su aktivite cihazı ile ölçülmüştür. Örnekler cihazın ölçüm haznesine konulduktan sonra nem miktarının dengeye geldiği değer, denge nem değeri olarak okunmuştur (Duran, 2013).

3.3.1.9. Ağırlık kaybı (%)

Kavunların başlangıç ve raf ömrü sonundaki tartımları yapılarak aşağıdaki formüle göre hesaplanıp “%” olarak ifade edilmiştir (Tokatlı, 2016).

$$\text{Ağırlık kaybı (\%)} = \frac{a-b}{a} * 100 \quad (3.2)$$

a: Başlangıç ağırlığı, g

b: Depolama sonu ağırlığı, g

3.3.1.10. Renk tayini

Kavunların meyve eti renkleri, Minolta renk ölçüm cihazı (Chroma meter, CR-300, Japonya) kullanılarak beyaz ve siyah standart bir plakada kalibre edildikten sonra, Hunter renk ölçüm parametreleri ile L* (parlaklık), a* (kırmızı/yeşil), b*(sarı/mavi) değerleri kavun üzerinde üç farklı noktada ölçülerek belirlenmiştir (Anonim, 1991). L*, a* ve b* değerleri kullanılarak ΔE , ΔC ve Hue açısı değerleri aşağıdaki formüllere göre hesaplanmıştır.

$$\Delta E = [(L^* - L_{ref}^*)^2 + (a^* - a_{ref}^*)^2 + (b^* - b_{ref}^*)^2]^{1/2} \quad (3.3)$$

$$\Delta C = [(a^* - a_{ref}^*)^2 + (b^* - b_{ref}^*)^2]^{1/2} \quad (3.4)$$

$$\text{Hue açısı} = \tan^{-1} (b^*/a^*) \quad (3.5)$$

3.3.1.11. Bozulma oranı

Depolama süresi boyunca her bir analiz periyodunda açılan paketlerde görsel olarak belirlenen bozulmuş örnek miktarı “%” olarak hesaplanmıştır.

3.3.2. Duyusal analiz

Örnekler 0. ve 2. günlerde tatlılık, ekşilik, kavun aroması, gevreklik, sertlik ve kabul edilebilirlik açısından; 4. ve 6. günlerde ise görünüş, sertlik, kavun kokusu ve kabul edilebilirlik açısından değerlendirilmişlerdir. Duyusal analiz, 9 panelist tarafından her bir özellik için 0-10 puan üzerinden grafik skala kullanılarak yapılmıştır. Puanların belirlenmesinde panelist tarafından skalada işaretlenen bölümün ortalama değerleri kullanılmıştır (Altuğ ve Elmacı, 2005).

3.3.3. İstatistiksel analiz

İstatistiksel değerlendirmeler SPSS 16 paket programı kullanılarak yürütülmüştür. Analizler her bir örnek grubunda 2 paralel 2 tekerrür olacak şekilde yapılmış olup uygulamaya ait farklılıklar, örnek gurupları ile depolama süresi-örnek gurupları interaksiyonları ait karşılaştırmalar, ilişkili örneklemeler için “tek faktör Anova (One-Way Anova for Repeated Measures)” analizine göre değerlendirilmiştir. Ortalama değerler %95 güven düzeyinde “Tukey” çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Fizikokimyasal Analiz Sonuçları

4.1.1. Toplam fenolik madde

Örneklerin depolama süresince toplam fenolik madde içeriklerindeki değişimler Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Toplam fenolik madde içeriklerindeki değişimler

	Toplam Fenolik Madde (GA mg/kg)			
	0.gün	2.gün	4.gün	6.gün
Kontrol	55.89±2.26 ^{Ba}	62.01±4.28 ^{Ba}	65.53±3.02 ^{Ba}	79.30±8.67 ^{Aa}
MAP	55.89±2.26 ^{Aa}	57.26±4.31 ^{Aa}	56.65±1.61 ^{Ab}	58.03±1.94 ^{Ab}
%1 SA+MAP	57.57±3.65 ^{Aa}	56.50±2.67 ^{Aa}	54.36±2.18 ^{Ab}	55.58±1.80 ^{Ab}
%1.5 SA+MAP	58.64±4.09 ^{Aa}	54.66±3.69 ^{ABa}	52.06±1.83 ^{Bb}	54.66±2.37 ^{ABb}
%2 SA+MAP	61.10±2.40 ^{Aa}	57.42±2.50 ^{ABa}	52.82±3.95 ^{Bb}	54.66±0.79 ^{Bb}

*A,B... harfleri aynı satırdaki örneklere ait P<0.05 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir

*a,b... harfleri aynı sütundaki örneklere ait P<0.05 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir

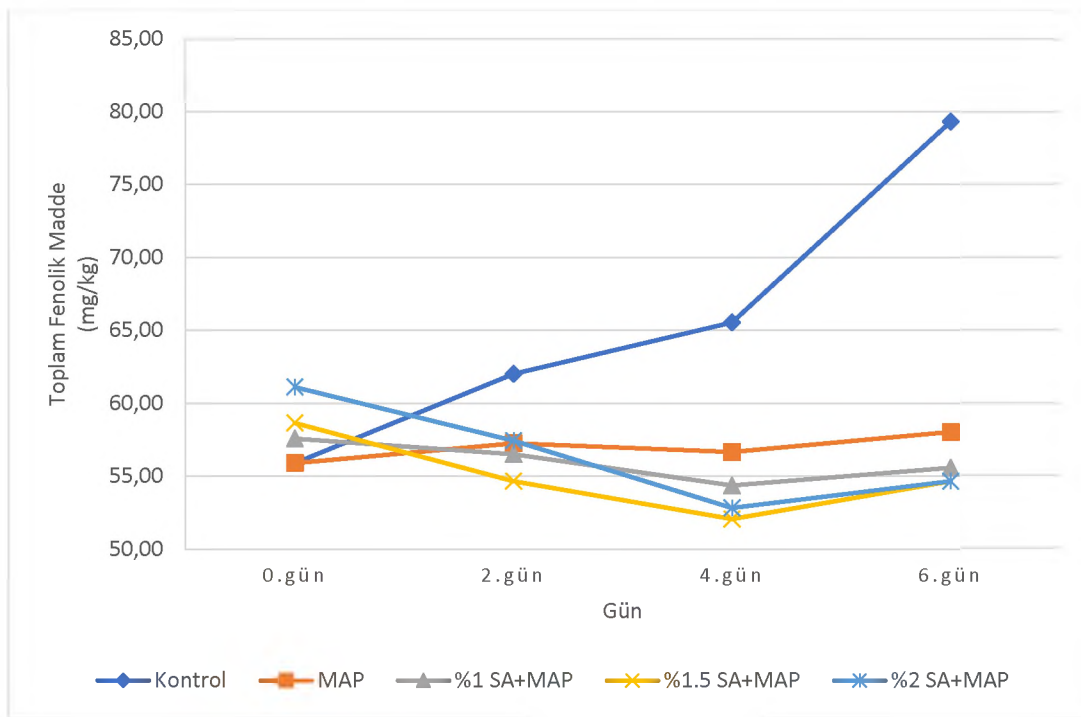
Kontrol, MAP, %1 SA+MAP, %1.5 SA+MAP ve %2 SA+MAP gruplarının depolama başlangıcı toplam fenolik madde değerleri sırasıyla 55.9, 57.6, 58.6 ve 61.1 GA mg/l’dir. Depolama sonunda ise 79.30, 58.03, 55.58, 54.66 ve 54.66 GA mg/l olarak belirlenmiştir.

Depolama boyunca MAP, %1 SA+MAP ve %1.5 SA+MAP örneklerinin toplam fenolik madde içeriklerindeki değişim istatistiksel olarak önemsiz bulunurken (P>0.05), kontrol ve %2 SA+MAP örneklerinin toplam fenolik madde içeriklerindeki değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.05). Kontrol örneğinin fenolik madde içeriği 6.günde önemli düzeyde artarken (P<0.05), %2 SA+MAP grubunun fenolik madde içeriği düşüş göstermiştir (P<0.05).

Depolamanın 4. ve 6. günlerinde kontrol örneklerinin toplam fenolik madde içerikleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.05). 0. ve 2. günlerde tüm

örnek grupları arasındaki farkın ise istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ($P>0.05$).

Kontrol ve MAP grubundaki örneklerin fenolik madde değerleri depolama boyunca artış göstermiştir. Oms-Oliu ve ark. (2008a) taze kesilmiş kavunların fenolik bileşik miktarlarındaki artışın antioksidan kapasitenin artması ile ilgili olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca kontrol örneklerindeki artışın daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durumun suyun buharlaşmasıyla birim ağırlıktaki kuru madde oranının artışından kaynaklı olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.1. Toplam fenolik madde içeriklerindeki değişimler

Sodyum aljinatla kaplı örneklerin toplam fenolik madde değerlerinin 4. güne kadar azaldığı, 6.gün ise artış gösterdiği belirlenmiştir. Oms-Oliu ve ark. (2008b) yaptıkları bir çalışmada aktif modifiye atmosferde taze kesilmiş 'Piel de Sapo' kavununu depolamışlar ve daha yüksek O₂ içeriği bulunan atmosferlerin daha fazla fenolik bileşik üretimine neden olduğunu bulgulamışlardır. Bu durumun paket içinde bulunan çok düşük O₂ ve yüksek CO₂ konsantrasyonlarının yol açtığı oksidatif stres ile ilgili olduğunu ve bu nedenle jelle kaplanan kavun dilimlerinde artan fenolik birikimin hem meyve hem de ambalaj tepe boşluğundaki atmosferlerin önemli ölçüde modifikasyonuna bağlı olabileceğini bildirmişlerdir.

Oms-Oliu ve ark. (2008c) tarafından yapılan başka bir çalışmada depolamanın 7. gününde sadece aljinatla kaplanmış armut dilimlerinin toplam fenolik madde miktarının ortalama 400 mgGA/100g değerlerinden 350 mgGA/100g değerlerine düştüğü, kaplanmamış örneklerin ise 360 mgGA/100g değerlerine düştüğü bildirilmiştir.

4.1.2. Antioksidan kapasite

Örneklerin depolama süresince antioksidan kapasite değerleri Çizelge 4.2 ve Şekil 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Depolama süresince antioksidan kapasite değerleri

Antioksidan Kapasite (mg/kg)				
	0.gün	2.gün	4.gün	6.gün
Kontrol	282.3±16.8 ^{Ba}	305.1±9.7 ^{Ba}	413.9±8.4 ^{Aa}	279.3±27.1 ^{Ba}
MAP	282.3±16.8 ^{Aa}	311.6±18.6 ^{Aa}	344.0±81.6 ^{Aa}	266.9±19.2 ^{Aa}
%1 SA+MAP	297.0±22.5 ^{ABa}	318.0±15.9 ^{Aa}	337.0±17.7 ^{Aa}	273.2±20.6 ^{Ba}
%1.5 SA+MAP	288.4±6.5 ^{ABa}	304.0±7.4 ^{ABa}	331.9±46.1 ^{Aa}	256.2±6.0 ^{Ba}
%2 SA+MAP	312.1±12.6 ^{ABa}	313.0±5.4 ^{Ba}	345.0±16.6 ^{Aa}	295.8±18.1 ^{Ba}

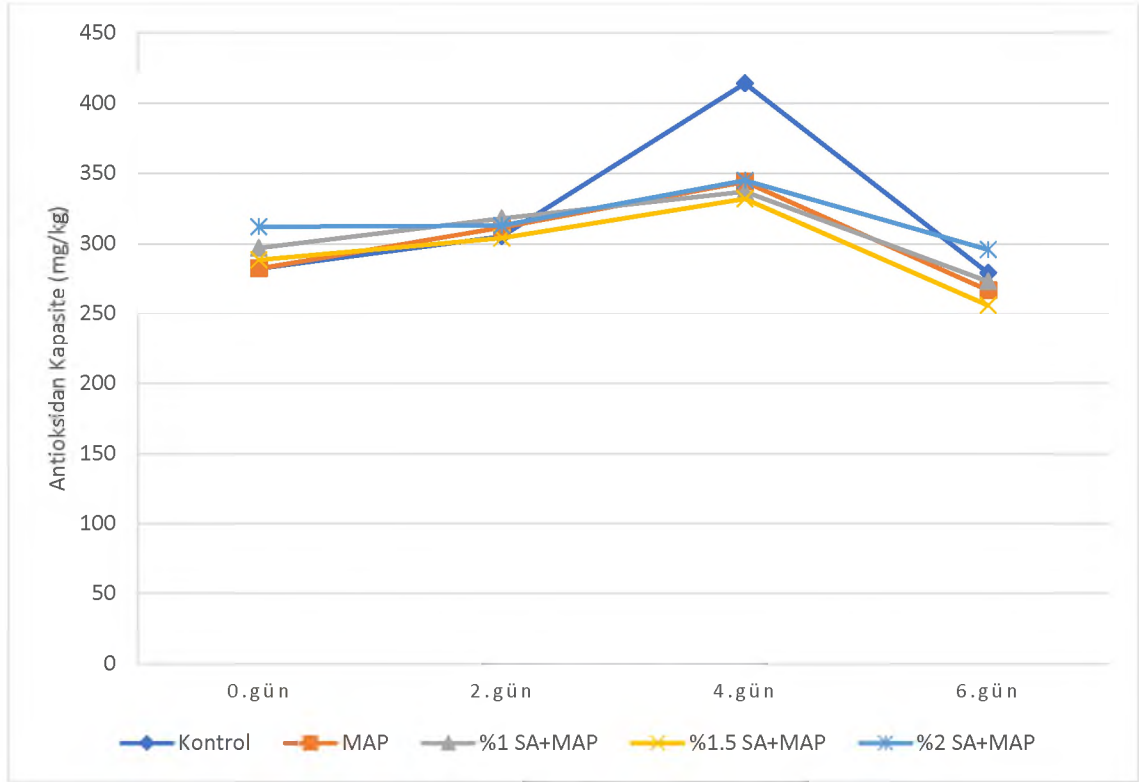
*A,B... harfleri aynı satırdaki örneklere ait P<0.05 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir

*a,b... harfleri aynı sütundaki örneklere ait P<0.05 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir

Tüm örneklerin antioksidan kapasite değerlerinde depolamanın 4.gününe kadar bir artış, 6.gününde ise azalma gözlenmiştir. %1 SA+MAP ve %1.5 SA+MAP örneklerinde 0. günden 4. güne kadar antioksidan kapasite değerlerinde istatistiksel açıdan önemsiz düzeyde bir artış gözlemlenirken, 6. günde istatistiksel olarak önemli düzeyde bir azalma meydana geldiği belirlenmiştir (p<0.05). Kontrol ve %2 SA+MAP örneklerinin ise 4. gün antioksidan kapasite değerlerinde diğer günlerde elde edilen verilere göre istatistiksel açıdan önemli düzeyde artış meydana geldiği gözlemlenmiştir (p<0.05). Ancak depolama boyunca tüm örnek gruplarının arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur (P>0.05). Robles-Sanchez ve ark. (2012) tarafından yapılan çalışmada sadece aljinatla kaplanan ve kaplama uygulanmayan taze mango dilimlerinin antioksidan kapasite değerleri birbirine benzerdir.

Antioksidan kapasitedeki en önemli artış ambalajsız ve kontrol numunelerinde gözlenmiştir. 4 günlük depolama süresi sonunda, kaplanmış kavun dilimlerinin antioksidan aktivitesindeki artış %10-14 arasında değişirken, ambalajsız ve kontrol

kavun dilimlerindeki artış oranı sırasıyla %47 ve %22 civarındadır. Bu, sodyum aljinat bazlı kaplamaların, kaplanmış kavun dilimlerinde antioksidan bileşiklerin tüketimini yavaşlatabilen, oksijen iletimine karşı etkili bir bariyer görevi yaparak, depolama sırasında fenolik bileşiklerin kaybını geciktirebildiğini göstermektedir (Aloui ve ark. 2014).



Şekil 4.2. Antioksidan kapasite değerleri

Oms-Oliu ve ark. (2008a)'na göre, jellan ile kaplanmış taze kesilmiş kavunların antioksidan aktivitesindeki artış, meyve çevresindeki gaz bileşiminin modifikasyonuna bağlanmıştır. İncelenen meyve türü, olgunlaşma aşaması ve kaplama materyalinin tipi gibi birçok faktör, antioksidan aktiviteyi güçlü bir şekilde etkileyebilmekte ve bu nedenle antioksidan aktivite için elde edilen farklı sonuçları açıklayabilmektedir.

4.1.3. Doku değeri

Örneklerin depolama süresince doku değerlerindeki değişimler Çizelge 4.3 ve Şekil 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Doku değerlerindeki değişimler

	Doku (N)				
	0.gün	2.gün	4.gün	6.gün	8.gün
Kontrol	0.384±0.09 ^{Ba}	0.516±0.09 ^{Aa}	0.368±0.10 ^{Bbc}	0.371±0.08 ^{Ba}	0.316±0.08 ^{Bb}
MAP	0.384±0.09 ^{ABa}	0.507±0.14 ^{Aa}	0.478±0.18 ^{Aab}	0.296±0.11 ^{Ba}	0.478±0.16 ^{Aa}
%1 SA+MAP	0.444±0.12 ^{Aa}	0.467±0.12 ^{Aa}	0.409±0.09 ^{Abc}	0.441±0.20 ^{Aa}	0.373±0.12 ^{Aab}
%1.5 SA+MAP	0.483±0.16 ^{ABa}	0.531±0.13 ^{Aa}	0.552±0.08 ^{Aa}	0.433±0.14 ^{ABa}	0.378±0.12 ^{Bab}
%2 SA+MAP	0.485±0.11 ^{Aa}	0.451±0.15 ^{Aa}	0.335±0.09 ^{Ac}	0.444±0.18 ^{Aa}	0.385±0.14 ^{Aab}

*A,B... harfleri aynı satırdaki örneklere ait P<0.05 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir

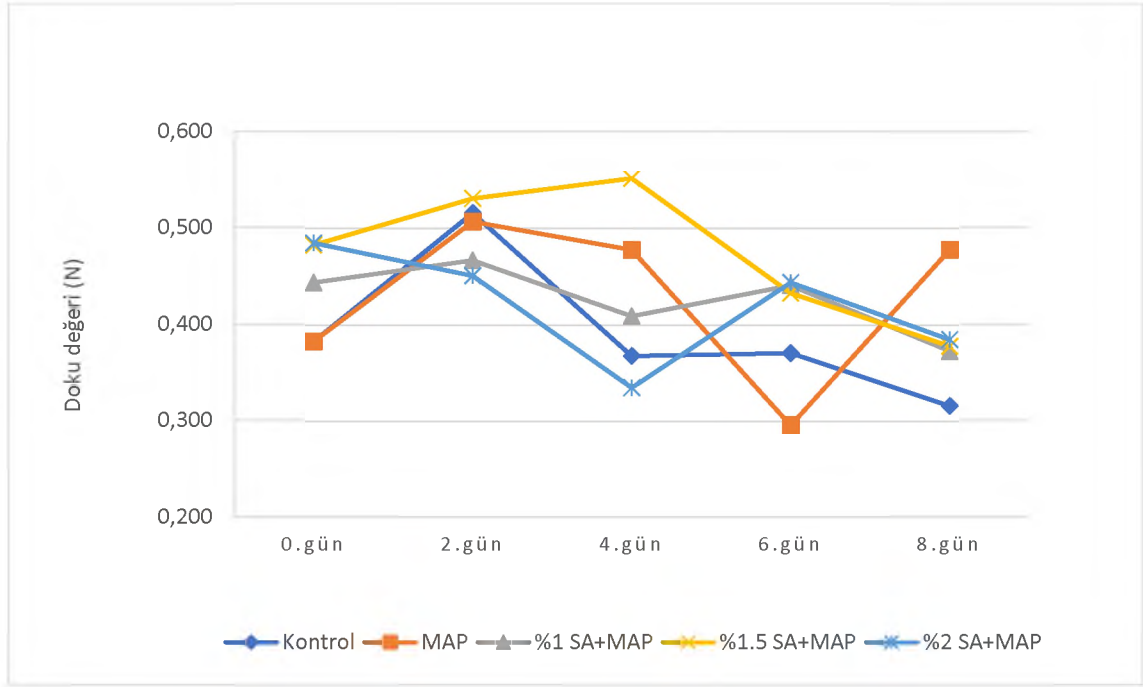
*a,b... harfleri aynı sütundaki örneklere ait P<0.05 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir

Meyve sertliği, tüketiciler tarafından kabul edilebilirliği güçlü bir şekilde etkileyen kritik bir faktördür. Hasat sonrası meyvenin kalitesini korumak ve ekonomik kayıpları önlemek için doku kaybının kontrolü önemlidir (Aloui ve ark., 2014).

Kavun dilimlerinin kalsiyum klorür çözeltisine daldırıldıktan sonra sodyum aljinat filmi ile kaplanması işlemi depolamanın başında doku değerlerinde artışa neden olmuştur.

Depolamanın 4. gününde örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunurken (P<0.05), en yüksek doku değeri 0.552 N olarak %1.5 SA+MAP örneğinde tespit edilmiştir. Depolama sonunda kontrol grubunun doku değeri 0.316 N, MAP ile depolanan kavun dilimlerinin doku değeri 0.478 N, %1 SA+MAP örnek grubunun doku değeri 0.373 N, %1.5 SA+MAP örnek grubunun doku değeri 0.378 N ve %2 SA+MAP örnek grubunun doku değeri ise 0.385 N olarak tespit edilmiştir. Depolamanın 0., 2. ve 6. gününde örnekler arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (P>0.05).

Depolama boyunca en az değişim %1 SA+MAP ve %2 SA+MAP örnek gruplarında görülmüş ve bu örnek gruplarındaki kavun dilimlerinin depolama periyodları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (P>0.05). Bunun sonucu olarak da tüm örnek grupları ile karşılaştırıldığında %1 SA+MAP ve %2 SA+MAP örnek gruplarının kavun dilimlerinin sertliğinin korunmasında daha etkili oldukları belirlenmiştir.



Şekil 4.3. Doku değerlerindeki değişimler

Raybaudi-Massilia ve ark. (2008) tarafından yapılan çalışmada çapraz bağlanma için çözeltiye eklenen kalsiyumun bir sonucu olarak kaplama uygulamasından hemen sonra, kaplanmamış ve kaplanmış taze kesilmiş kavun dilimleri arasında önemli farklılıklar bulunmuştur. Bu anlamda, diğer araştırmacılar da kalsiyum klorürün yenilebilir kaplamalara katıldığında meyvelerdeki sertliğini koruyabildiğini bildirmişlerdir (Olivas ve Barbosa Cánovas, 2005; Rojas-Graü ve ark., 2008).

Maftoonazad ve ark. (2008) şeftalileri sodyum aljinat ve metil selülozla kaplayarak 15°C'de ve %40 bağıl nemde depolamışlardır. Şeftalilerin sertlik değerleri, hem kaplanmış hem de kaplanmamış meyveler için depolama süresi ilerledikçe doku yumuşaması göstererek azalmıştır. Bununla birlikte, meyvelerin kaplanması, sertliğin tutulması üzerinde anlamlı bir etki gösterirken metil selüloz, sodyum aljinattan daha iyi bir etki göstermiştir.

Senturk Parreidt ve ark. (2018) sodyum aljinat çözeltisine dayanan yenilebilir kaplamayı, daldırma ve vakum emdirme kaplama yöntemleri ile taze kesilmiş kantalo kavununa uygulamışlardır. Kavun örneklerinin sertliğinin her iki kaplama uygulamasında da önemli ölçüde arttığını bildirmişlerdir. Ancak, vakum emdirme uygulamasında daha yüksek sertlik elde edilmiştir. Bu durumu, Park ve ark. (2005), vakum emdirme kaplama uygulamasının, kavun gözeneklerinden oksijenin çıkarılması

ve bu hacmin kaplama çözeltisi ile yeniden doldurulması nedeniyle numune sertliğinde bir artışa neden olduğu şeklinde açıklamışlardır.

4.1.4. %O₂ ve %CO₂ konsantrasyonları

Depolama süresince örneklerin bulunduğu paketlerdeki %O₂ ve %CO₂ konsantrasyon değerleri Çizelge 4.4 ve Çizelge 4.5, Şekil 4.4 ve Şekil 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Paket içi %O₂ konsantrasyon değerleri

	% O ₂				
	0.gün	2.gün	4.gün	6.gün	8.gün
MAP	21.00±0.00 ^A	18.12±0.64 ^{Bab}	15.48±0.42 ^{Cd}	6.43±1.50 ^{Dd}	4.66±0.88 ^{Ec}
%1 SA+MAP	21.00±0.00 ^A	18.97±0.99 ^{Ba}	18.68±0.12 ^{Ba}	17.15±0.60 ^{Ba}	11.72±2.21 ^{Ca}
%1.5 SA+MAP	21.00±0.00 ^A	17.75±0.27 ^{Bb}	17.20±0.11 ^{Bc}	11.70±0.27 ^{Cc}	7.32±1.44 ^{Db}
%2 SA+MAP	21.00±0.00 ^A	18.20±0.21 ^{Bab}	17.95±0.16 ^{Bb}	14.53±0.15 ^{Cb}	9.03±1.50 ^{Db}

*A,B... harfleri aynı satırdaki örneklere ait P<0.05 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir

*a,b... harfleri aynı sütundaki örneklere ait P<0.05 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir

Çizelge 4.5. Paket içi %CO₂ konsantrasyon değerleri

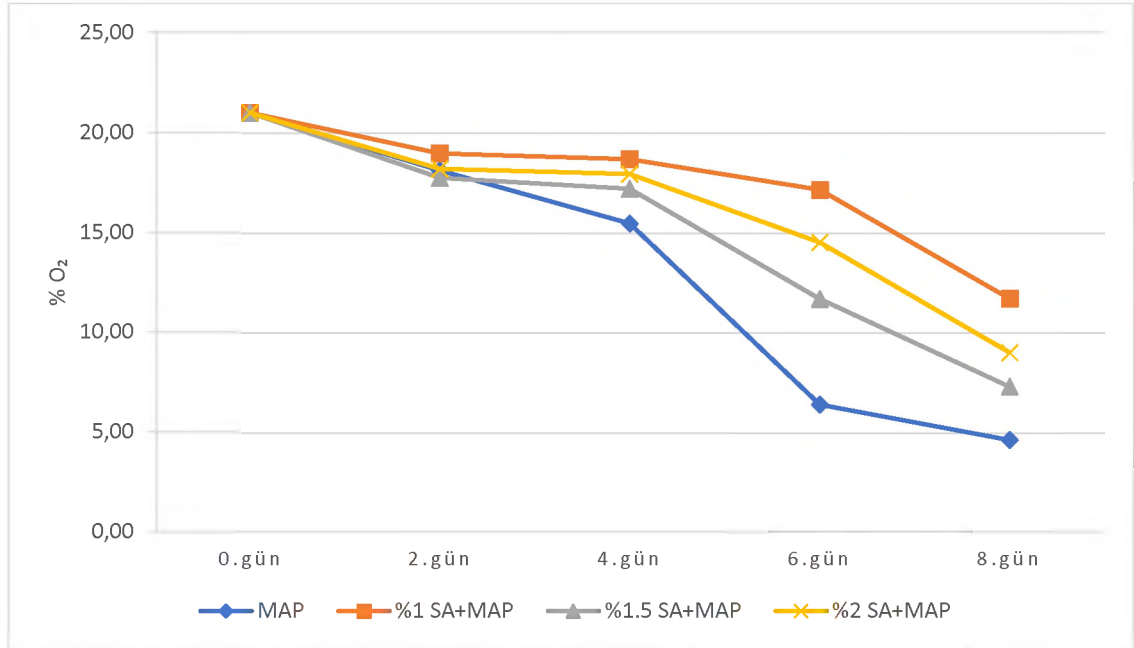
	%CO ₂				
	0.gün	2.gün	4.gün	6.gün	8.gün
MAP	0.03±0.00 ^D	3.23±0.76 ^{Ca}	5.03±0.15 ^{Ba}	10.23±1.50 ^{Aa}	10.45±1.04 ^{Aa}
%1 SA+MAP	0.03±0.00 ^D	1.57±1.35 ^{Cb}	2.55±0.08 ^{BCc}	3.00±0.13 ^{Bd}	7.13±0.66 ^{Ab}
%1.5 SA+MAP	0.03±0.00 ^D	2.85±0.05 ^{Cab}	3.02±0.13 ^{Cb}	6.30±0.35 ^{Bb}	9.32±0.70 ^{Aa}
%2 SA+MAP	0.03±0.00 ^D	2.55±0.43 ^{Cab}	2.70±0.06 ^{Cc}	4.90±0.11 ^{Bc}	7.87±0.62 ^{Ab}

*A,B... harfleri aynı satırdaki örneklere ait P<0.05 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir

*a,b... harfleri aynı sütundaki örneklere ait P<0.05 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir

MAP, %1 SA+MAP, %1.5 SA+MAP ve %2 SA+MAP örnek gruplarının depolama boyunca ambalaj içerisindeki oksijen oranları düşerken (P<0.05), karbondioksit oranları artmıştır (P<0.05). Depolama sonunda en düşük oksijen içeriği kaplama uygulanmadan paketlenen MAP grubunda %4.66, en yüksek oksijen içeriği ise %1 sodyum aljinatla kaplanan %1 SA+MAP grubunda %11.72 olarak tespit edilirken oksijen içerikleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P<0.05). Depolama sonunda en yüksek karbondioksit içeriği kaplama uygulanmadan paketlenen MAP grubunda %10.45, en düşük karbondioksit içeriği ise %1 sodyum aljinatla kaplanan %1 SA+MAP

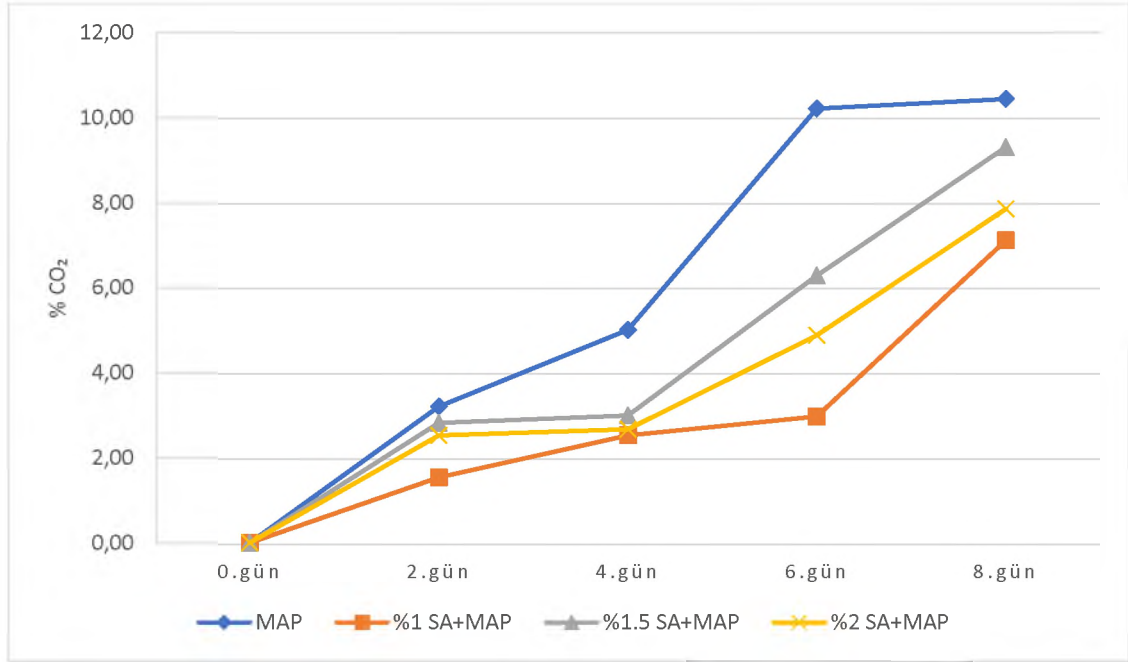
grubunda %7.13 olarak tespit edilirken karbondioksit içerikleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0.05$).



Şekil 4.4. Paket içi %O₂ konsantrasyon değerleri

Sipahi ve ark. (2013) geliştirdikleri çok katmanlı antimikrobiyal aljinat bazlı yenilebilir kaplamayı karpuz dilimlerine uyguladıkları çalışmada kaplama formülasyonunun tepe boşluğu kompozisyonunu etkilemediğini ($P>0.05$) ancak çok tabakalı antimikrobiyal yenilebilir kaplamanın solunum sırasında CO₂ üretimini önlemeye yardımcı olduğunu ve bunun nedeninin, solunum işlemi için gerekli olan gazlara daha iyi bariyer görevi yaptığını bildirmişlerdir.

Oms-Oliu ve ark. (2008c) tarafından taze kesilmiş armut dilimlerine N-asetilsistein ve glutation içeren aljinat bazlı, pektin bazlı ve jellan bazlı yenilebilir kaplamaların uygulandığı çalışmada paketlerin tepe boşluğunda bulunan gaz değişimindeki genel eğilimin O₂ konsantrasyonlarının %5-8'e, CO₂ konsantrasyonlarının ise %15-20'ye yükselmesi şeklinde olduğu tespit edilmiştir. N-asetilsistein ve glutatyon içeren formülasyonlarla kaplanmış armut dilimlerinde N-Asetilsistein ve glutatyonun, meyve dokusunun kaplama ortamında O₂'yi absorbe etme yeteneğini azaltmasının ve ambalaj atmosferinde daha fazla O₂ bırakılmasının antiesmerleşme ajanları ile muamele edilmeyen kaplanmış numunelerden bir miktar yüksek olduğu bildirilmiştir.



Şekil 4.5. Paket içi %CO₂ konsantrasyon değerleri

4.1.5. pH değeri

Örneklerin depolama süresince pH değerleri Çizelge 4.6 ve Şekil 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. pH değerleri

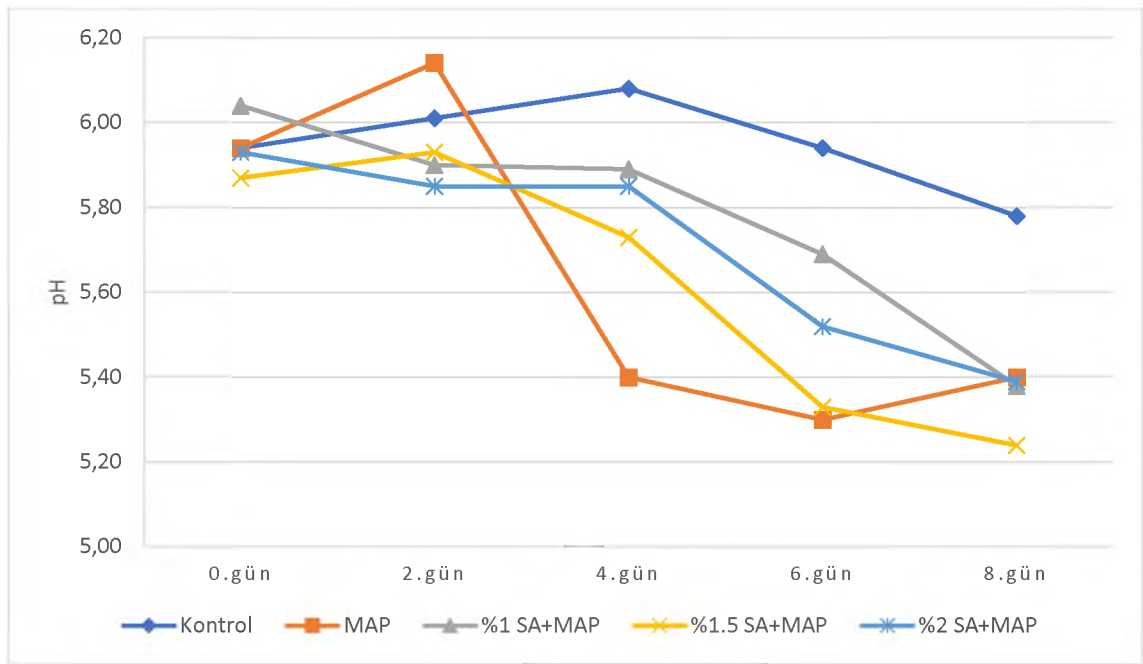
	pH				
	0.gün	2.gün	4.gün	6.gün	8.gün
Kontrol	5.94±0.08 ^{Aa}	6.01±0.01 ^{Aab}	6.08±0.03 ^{Aa}	5.94±0.01 ^{Aa}	5.78±0.16 ^{Aa}
MAP	5.94±0.08 ^{Aa}	6.14±0.01 ^{Aa}	5.40±0.09 ^{Bc}	5.30±0.01 ^{Bd}	5.40±0.08 ^{Bab}
%1 SA+MAP	6.04±0.03 ^{Aa}	5.90±0.06 ^{ABbc}	5.89±0.03 ^{ABab}	5.69±0.06 ^{Bb}	5.38±0.09 ^{Cb}
%1.5 SA+MAP	5.87±0.01 ^{Aa}	5.93±0.14 ^{Ac}	5.73±0.12 ^{Ab}	5.33±0.06 ^{Bd}	5.24±0.03 ^{Bb}
%2 SA+MAP	5.93±0.03 ^{Aa}	5.85±0.01 ^{Ac}	5.85±0.01 ^{Aab}	5.52±0.03 ^{Bc}	5.39±0.07 ^{Bb}

*A,B... harfleri aynı satırdaki örneklere ait P<0.05 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir

**a,b... harfleri aynı sütundaki örneklere ait P<0.05 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir

Depolamanın başlangıcında tüm örneklerin pH değerlerinde istatistiksel açıdan herhangi bir fark bulunmazken (P>0.05), diğer tüm depolama periyodlarındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.05). Depolamanın sonunda en yüksek pH değeri kontrol grubunda 5.78 olarak tespit edilirken, en düşük pH değeri %1.5 SA+MAP grubunda 5.24 olarak belirlenmiştir. MAP ve SA+MAP grupları arasında depolama sonunda istatistiksel açıdan fark gözlemlenmemiştir (P>0.05).

Depolama sonunda tüm örnek gruplarının ortalama pH değerinde düşüş gözlemlenmiştir. Kontrol grubu örneklerinin pH değeri; 5.94'ten 5.78'e, MAP grubu örneklerinin pH değeri; 5.94'ten 5.40'a, %1 SA+MAP grubu örneklerinin pH değeri; 6.04'ten 5.38'e, %1.5 SA+MAP grubu örneklerinin pH değeri 5.87'den 5.24'e, %2 SA+MAP grubu örneklerinin pH değeri ise 5.93'ten 5.39'a düşmüştür. Ancak depolama boyunca bu değerler arasındaki fark kontrol grubunda istatistiki olarak önemsiz bulunurken diğer örnek gruplarında önemli bulunmuştur ($p \leq 0.05$).



Şekil 4.6. pH değerleri

Mannozi ve ark. (2017) yaban mersini meyvesini sodyum aljinat, pektin ve sodyum aljinat+pektin ile kaplayarak 4 °C'de 14 gün muhafaza etmişlerdir. Dikkate alınan her bir saklama süresinde kaplanmamış ve farklı filmlerle kaplanmış numuneler arasında pH değerleri konusunda anlamlı bir fark tespit edilmemiştir.

4.1.6. Titrasyon asitliği

Örneklerin depolama süresince titrasyon asitliği değerleri % sitrik asit cinsinden Çizelge 4.7 ve Şekil 4.7'de verilmiştir.

Uygulama başlangıcında sodyum aljinat konsantrasyonu arttıkça titrasyon asitliğinin azaldığı görülmüştür. Ancak depolama boyunca tüm örnek gruplarının titrasyon asitliği değerleri artış göstermiştir. Kontrol grubunun içeriğindeki suyun uzaklaşmasıyla birlikte daha konsantre hale gelmesine bağlı olarak titrasyon asitliği değerinde depolama boyunca hızlı bir artış gözlenmiş ancak MAP ve kaplanmış olan gruplarda bu artış daha yavaş seyretmiştir. MAP grubu da kaplanmış olanlarla kıyaslandığında nispeten daha fazla artış göstermiştir. Araştırmacılar bu durumun, kaplanmış olan gruplarda kaplamanın bir bariyer görevi görerek solunumda organik asitlerin kullanımını azaltmasından kaynaklandığını bildirmişlerdir (Nabifarkhani ve ark., 2015). Ayrıca asitlikteki artışın, işleme koşullarına bağlı olarak oluşabilen mikrobiyolojik kökenli asitlerden kaynaklandığı da düşünülmektedir.

Çizelge 4.7. Titrasyon asitliği (%Sitrlik asit) değerleri

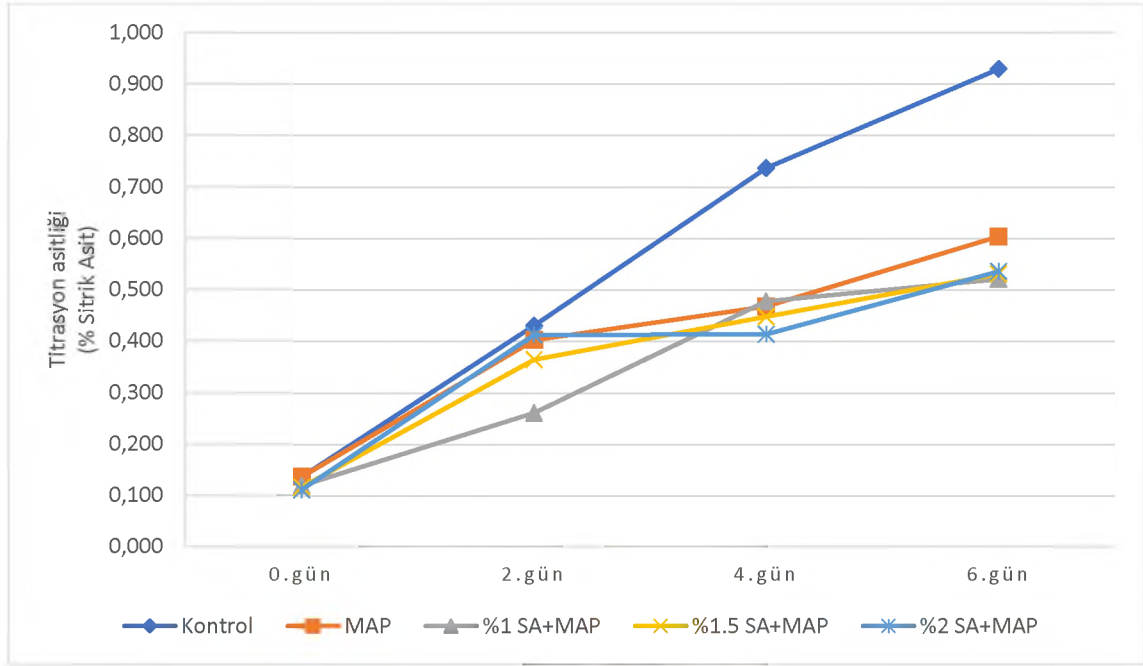
	Titrasyon asitliği (% Sitrlik asit)			
	0.gün	2.gün	4.gün	6.gün
Kontrol	0.137±0.002 ^{Da}	0.431±0.013 ^{Ca}	0.737±0.023 ^{Ba}	0.929±0.015 ^{Aa}
MAP	0.137±0.002 ^{Da}	0.403±0.013 ^{Cab}	0.468±0.009 ^{Bb}	0.604±0.006 ^{Ab}
%1 SA+MAP	0.120±0.003 ^{Cb}	0.261±0.023 ^{Bc}	0.478±0.039 ^{Ab}	0.521±0.005 ^{Ac}
%1.5 SA+MAP	0.117±0.002 ^{Dbc}	0.365±0.018 ^{Cb}	0.448±0.048 ^{Bb}	0.531±0.005 ^{Ac}
%2 SA+MAP	0.112±0.002 ^{Cc}	0.413±0.019 ^{Ba}	0.414±0.004 ^{Bb}	0.536±0.004 ^{Ac}

*A,B... harfleri aynı satırdaki ömeklere ait P<0.05 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir

**a,b... harfleri aynı sütundaki ömeklere ait P<0.05 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir

6 günlük depolama sonunda en düşük titrasyon asitliği değeri %1 SA+MAP grubunda %0.521 olarak tespit edilirken en yüksek titrasyon asitliği değeri kontrol gurubunda %0.929 olarak belirlenmiş, MAP grubunun titrasyon asitliği değeri ise %0.604 olarak bulunmuştur. Depolama sonunda örneklerin titrasyon asitliği değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.05). Depolama boyunca tüm örneklerin titrasyon asitliği değerleri artış göstermiş ve meydana gelen bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.05).

Dört erik çeşidinin %1 ve %3 aljinatla kaplandığı bir çalışmada (2°C, 35 gün depolama) aljinat yenilebilir kaplamanın bütün erik çeşitlerinde asitlik kaybını geciktirdiği ve %1 ile %3 aljinatla kaplama uygulamaları arasında önemli bir fark gözlenmediği bildirilmiştir (Valero ve ark. 2012).



Şekil 4.7. Titrasyon asitliği (%Sitrlik asit) değerleri

4.1.7. Suda çözünür kuru madde

Örneklerin depolama süresince suda çözünür kuru madde (SÇKM) değerleri Çizelge 4.8 ve Şekil 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Suda çözünür kuru madde değerleri

	Suda Çözünür Kuru Madde (%)			
	0.gün	2.gün	4.gün	6.gün
Kontrol	11.70±0.14 ^{Ca}	14.75±0.64 ^{BCa}	18.15±1.34 ^{Ba}	26.45±2.47 ^{Aa}
MAP	11.70±0.14 ^{Aa}	10.50±1.27 ^{Ab}	9.55±0.07 ^{Ab}	9.80±0.28 ^{Ab}
%1 SA+MAP	11.25±0.07 ^{Aa}	9.90±0.42 ^{Bb}	9.65±0.07 ^{Bb}	9.85±0.07 ^{Bb}
%1.5 SA+MAP	10.05±0.07 ^{Ab}	9.65±0.07 ^{Bb}	9.85±0.07 ^{ABb}	9.70±0.14 ^{ABb}
%2 SA+MAP	10.25±0.21 ^{Ab}	9.80±0.14 ^{Ab}	9.75±0.21 ^{Ab}	10.10±0.28 ^{Ab}

*A,B... harfleri aynı satırdaki örneklere ait P<0.05 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir

*a,b... harfleri aynı sütundaki örneklere ait P<0.05 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir

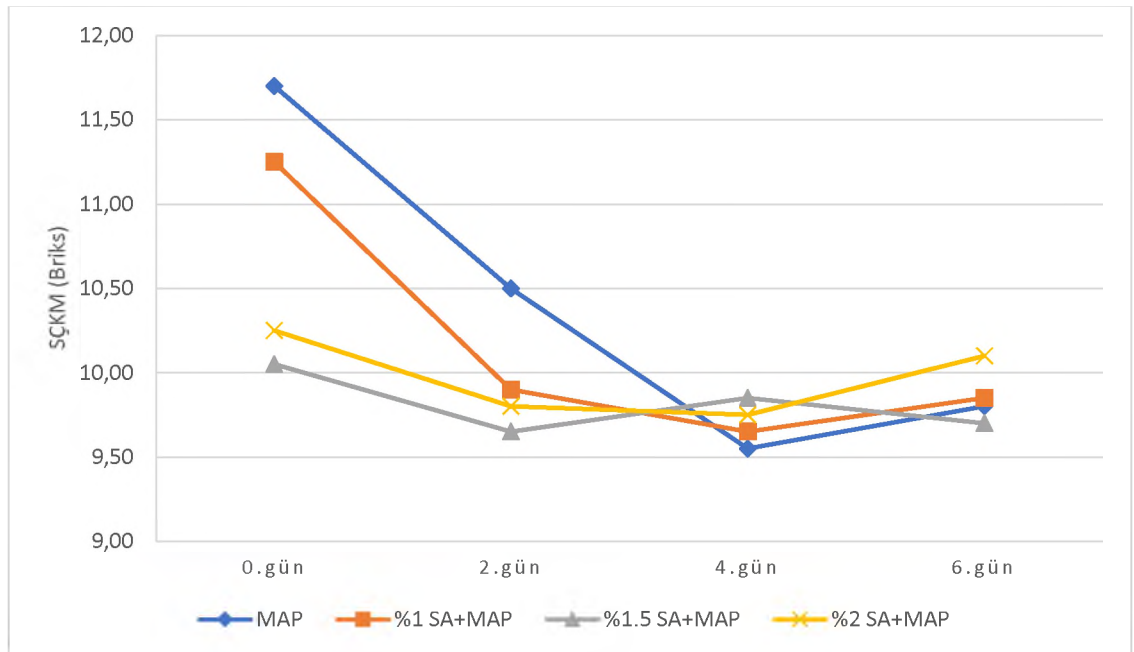
Kontrol, MAP, %1 SA+MAP ve %2 SA+MAP gruplarının SÇKM içerikleri 4. güne kadar azalmış, 6. gün ise artmıştır. %1.5 SA+MAP grubunun SÇKM içeriğinde ise dalgalanma gözlemlenmiştir. SÇKM’de düşüşün görülmesi solunumun etkisiyle meyvedeki şekerlerin CO₂ ve H₂O’ya dönüşümünden; artışın meydana gelmesi ise hücre duvarı polisakkaritlerinin hidrolizinden, su kaybından ve nişastanın şekerlere

parçalanmasından dolayı kuru madde miktarının artmasından kaynaklanabilmektedir (Martinez-Romero ve ark., 2006; Dang ve ark., 2010; Díaz-Mula ve ark., 2012; Petriccione ve ark., 2015; Vieira ve ark., 2016). Depolama sonunda kontrol örneğinin SÇKM içeriğinde kurumayla birlikte daha konsantre olmasının da etkisiyle yüksek bir artış meydana gelirken, diğer örnek gruplarının SÇKM içeriğinde azalma görülmüştür.

Kontrol ve %1 SA+MAP örneklerinin depolama boyunca SÇKM içerikleri arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemli bulunurken ($P<0.05$), diğer örnek gruplarının SÇKM içerikleri arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$).

Maftoonazad ve ark. (2008) şeftalileri sodyum aljinat ve metil selülozla kapladıkları çalışmada, bütün örnek gruplarının SÇKM değerlerinde depolama boyunca küçük dalgalanmaların olduğunu ve depolama sırasında istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik olmadığını belirtmişlerdir.

Röble ve ark. (2011), SÇKM değerinin, elma dilimlerinin prebiyotikle kaplanması işleminden önemli düzeyde etkilendiğini, oligofruktoz ve oligofruktoz+inülin içeren aljinat filmleri ile kaplanan elma dilimlerinin depolama süresince yaklaşık %14 ile en yüksek SÇKM değerine ulaştığını bildirmişlerdir.



Şekil 4.8. Suda çözünür kuru madde değerleri

4.1.8. Su aktivitesi

Örneklerin depolama süresince su aktivitesi değerleri Çizelge 4.9 ve Şekil 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Su aktivitesi değerleri

	Su aktivitesi			
	0.gün	2.gün	4.gün	6.gün
Kontrol	0.985±0.001 ^{Aa}	0.978±0.002 ^{ABa}	0.968±0.007 ^{Bb}	0.953±0.008 ^{Cb}
MAP	0.985±0.001 ^{Aa}	0.980±0.004 ^{Aa}	0.986±0.005 ^{Aa}	0.984±0.003 ^{Aa}
%1 SA+MAP	0.984±0.001 ^{Aa}	0.979±0.001 ^{Ba}	0.984±0.003 ^{Aa}	0.981±0.001 ^{ABa}
%1.5 SA+MAP	0.984±0.001 ^{Aa}	0.980±0.003 ^{Aa}	0.985±0.003 ^{Aa}	0.980±0.001 ^{Aa}
%2 SA+MAP	0.985±0.001 ^{Aa}	0.980±0.003 ^{Ba}	0.980±0.002 ^{Ba}	0.980±0.002 ^{Ba}

*A,B... harfleri aynı satırdaki örneklere ait P<0.05 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir

**a,b... harfleri aynı sütundaki örneklere ait P<0.05 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir

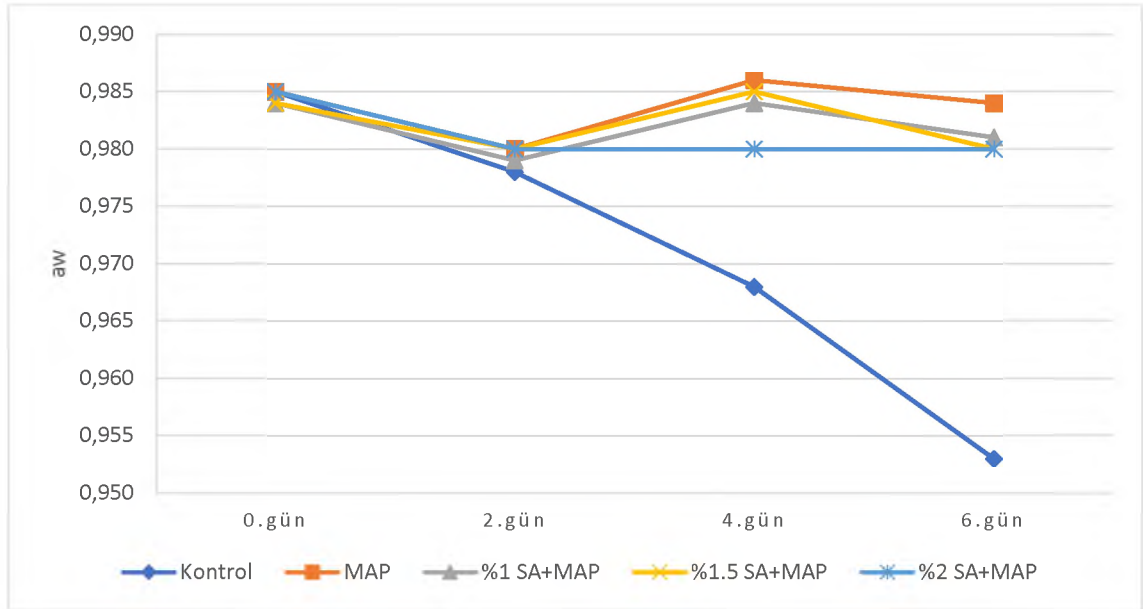
Su aktivitesi değeri 6 günlük depolama boyunca kontrol grubunda 0.985'ten 0.953'e gerilemiştir. Diğer gruplarda ise 0.979-0.985 aralığında tespit edilmiştir. 6 günlük depolama sonunda en düşük su aktivitesi değeri 0.953 olarak kontrol örneğinde tespit edilirken en yüksek su aktivitesi değeri 0.984 olarak MAP örneğinde belirlenmiştir.

Elde edilen veriler genel olarak incelendiğinde MAP uygulanan örnekler içerisinde kaplama yapılmış kavun dilimlerinin su aktivitesi değerinin daha düşük olduğu görülmektedir. Bu durumun aljinatın yüksek su tutma kapasitesine sahip bir polimer olmasından kaynaklanmaktadır. Kontrol ve %2 SA+MAP örneklerinin depolama boyunca su aktivitesi değerleri arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemli bulunurken (P<0.05), diğer örnek gruplarının su aktivitesi değerleri arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur (P>0.05).

Depolamanın 0. ve 2. gününde tüm örnek gruplarının su aktivitesi değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunurken (P>0.05), 4. ve 6. günlerde kontrol grubunun su aktivitesi değerinin diğer gruplara göre arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.05).

Bilbao-Sainz ve ark. (2018)'nin beyaz üzüm konsantresi ve armut gevreğinden elde ettikleri meyve barlarını aljinat ve kitosanla Layer by Layer tekniği ile kapladıkları çalışmada meyve barlarının su aktivitesi değerlerinin zaman içinde arttığını, tek katmanlı kaplamalara sahip barların su aktivitesi değerinin çift katmanlı kaplamalara nazaran çok daha yüksek olduğunu ve çift katmanlı kaplanan barların kaplanmamış barlara benzer su aktivitesi değerleri gösterdiğini bildirmişlerdir.

Sipahi ve ark. (2013) geliştirdikleri çok katmanlı antimikrobiyal aljinat bazlı yenilebilir kaplamanın kesilmiş taze karpuzun su aktivitesini depolama boyunca önemli derecede etkilemediğini belirlemişlerdir.



Şekil 4.9. Su aktivitesi değerleri

4.1.9. Ağırlık kaybı

Örneklerin depolama süresince ağırlık kaybı değerleri Çizelge 4.10 ve Şekil 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Ağırlık kaybı değerleri

	Ağırlık kaybı (%)			
	2.gün	4.gün	6.gün	8.gün
Kontrol	19.88±1.23 ^{Ca}	37.05±1.89 ^{Ba}	55.19±5.29 ^{Aa}	56.19±3.63 ^{Aa}
MAP	1.05±0.02 ^{Ab}	1.15±0.12 ^{Ab}	1.18±0.07 ^{Ab}	1.61±0.50 ^{Ab}
%1 SA+MAP	0.39±0.01 ^{Ab}	0.43±0.09 ^{Ab}	0.54±0.08 ^{Ab}	1.00±0.45 ^{Ab}
%1.5 SA+MAP	0.26±0.02 ^{Ab}	0.38±0.02 ^{Ab}	0.40±0.03 ^{Ab}	0.49±0.12 ^{Ab}
%2 SA+MAP	0.55±0.11 ^{Ab}	0.51±0.02 ^{Ab}	0.51±0.10 ^{Ab}	0.69±0.12 ^{Ab}

*A,B... harfleri aynı satırdaki örneklere ait P<0.05 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir

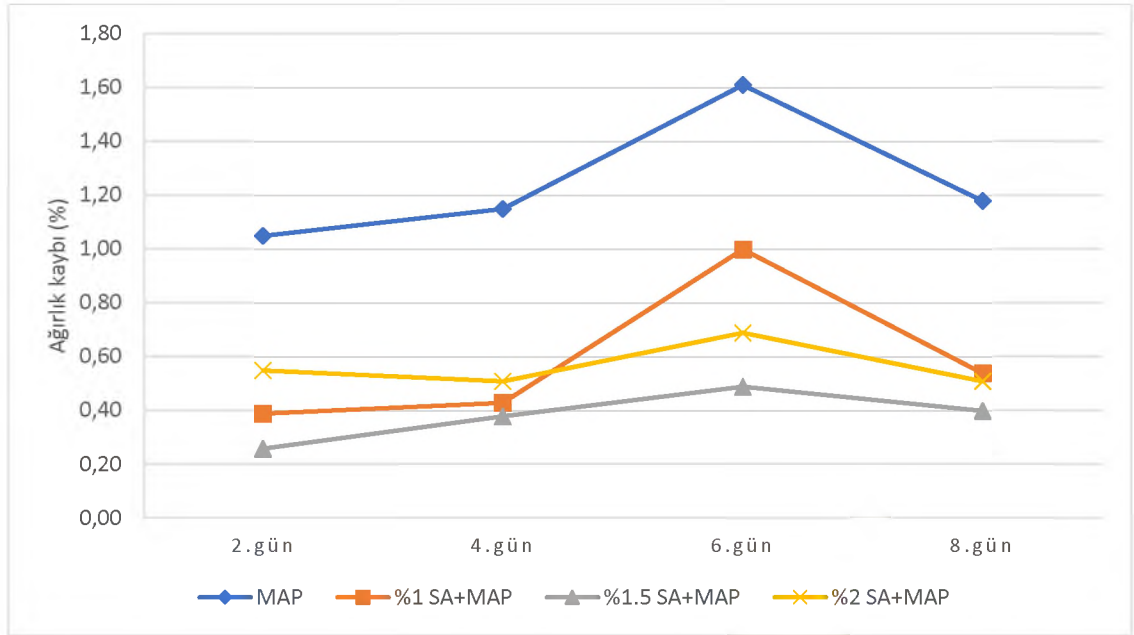
*a,b... harfleri aynı sütundaki örneklere ait P<0.05 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir

Depolama sonunda en az ağırlık kaybı %0.40 olarak %1.5 SA+MAP gurubu örneklerde hesaplanmışken, kontrol gurubu örnekler %55.19, MAP örneklerinde %1.18, %1 SA+MAP örneklerinde %0.54, %2 SA+MAP örneklerinde ise %0.51 olarak tespit edilmiştir. Depolama boyunca kontrol grubunun ağırlık kaybı değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunurken (P<0.05) diğer örnek gruplarının ağırlık kaybı değişimleri önemsiz bulunmuştur (P>0.05). 8 günlük depolama sonunda, kaplama uygulanmış kavun dilimlerinin ağırlık kaybı değerleri arasında istatistiksel olarak herhangi bir fark olmadığı tespit edilmiştir (P>0.05).

Depolamanın tüm aşamalarında, kaplama uygulanmış grupların ağırlık kaybı değerleri kaplama uygulanmamış örnek gruplarınınkinden düşük bulunmuştur. Ağırlık kaybındaki bu azalma, aljinat kaplamaların nem ve çözünme hareketini geciktirebilen ve solunumu azaltabilen yarı geçirgen bir bariyer olarak etki göstermektedir (Ali ve ark., 2010; Xiao ve ark., 2010).

Röble ve ark. (2011) taze kesilmiş elma dilimlerine oligofruktoz ve inülin gibi prebiyotikler içeren ve içermeyen sodyum aljinat yenilebilir filmiyle kapladıkları çalışmada en fazla ağırlık kaybı değerinin kaplama yapılmamış kontrol grubunda olduğunu (%14); oligofruktoz, oligofruktoz+inülin ve sadece aljinatla kaplanmış örneklerde ise ağırlık kaybının %1 ile %2 arasında olduğunu ve depolama sonunda en az ağırlık kaybının sadece aljinatla kaplanmış grupta görüldüğünü bildirmişlerdir.

Aloui ve ark. (2013) kalitesini korumak için sofralık üzümleri greyluft çekirdeği ekstresi veya greyluft esansiyel yağı içeren ve içermeyen %1 ve %2 sodyum aljinat bazlı biyobozunur filmlerle kapladıkları çalışmada %1 ve %2 kaplama uygulamasının, kontrole kıyasla depolama sırasında üzüm meyvesi taze ağırlık kaybını önemli ölçüde geciktirdiğini ve ağırlık kaybını azaltmak için en etkili kaplamalar olduğunu ve depolama süresinin sonunda, kontrol numunesine kıyasla %1 ve %2 sodyum aljinat ile kaplanmış meyvelerde ağırlıktaki azalmanın yaklaşık %25 olduğunu tespit etmişlerdir.



Şekil 4.10. Ağırlık kaybı değerleri

4.1.10. Renk tayini

Örneklerin renk değerleri Hunter renk sistemine göre belirlenmiştir. L^* , a^* ve b^* değerlerinden oluşan sistem Opponent-color teorisine göre oluşturulmuştur. Bu teoriye göre insan gözündeki reseptörler L^* , a^* ve b^* 'yi aşağıda belirtilen şekilde algılamaktadır.

Parlaklığı ifade eden L^* değerinin 0'a yakın olması koyuluğu (siyah) belirtirken 100'e yaklaşması açıklığı (beyaz) tanımlamaktadır. a^* 'nin pozitif (+) değeri kırmızılığı, negatif (-) değeri yeşilliği; b^* 'nin pozitif (+) değeri sarılığı, negatif (-) değeri ise maviliği ifade etmektedir (Hunter ve Harold, 1987; Tokatlı, 2016). Renk değişimi,

meyvelerin kalite algısını doğrudan etkileyen, depolama sırasında taze kesilmiş meyvelerdeki en önemli değişikliklerden biridir (Olivas ve Barbosa-Cánovas, 2005).

Senturk Parreidt ve ark. (2018) sodyum aljinat bazlı yenilebilir kaplamayı daldırma ve vakum emdirme yöntemleriyle taze kesilmiş kantalu kavununa uyguladıkları çalışmada, genel olarak, daldırma uygulama yönteminin renk parametrelerinde önemli bir değişikliğe neden olmadığını bildirmişlerdir.

4.1.10.1. L*, a* ve b* değerleri

Örneklerin depolama süresince L*, a* ve b* değerleri Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.11. L*, a*, b* değerleri

	0.gün	2.gün	4.gün	6.gün	8.gün
L* değeri					
Kontrol	60.98±5.99 ^{Ba}	84.59±9.99 ^{Ab}	92.06±3.02 ^{Ab}	53.85±5.46 ^{BCa}	46.44±4.36 ^{Cd}
MAP	60.98±5.99 ^{Ba}	95.36±8.32 ^{Aa}	94.78±8.18 ^{Aa}	48.76±3.34 ^{Ca}	69.32±3.37 ^{Ba}
%1 SA+MAP	57.35±6.49 ^{Ba}	92.48±11.58 ^{Aab}	96.93±10.98 ^{Aab}	56.82±5.07 ^{Ba}	49.22±5.59 ^{Bcd}
%1.5 SA+MAP	56.48±7.59 ^{Ba}	95.15±10.81 ^{Aab}	93.04±6.51 ^{Ab}	51.61±7.74 ^{Ba}	56.80±8.64 ^{Bbc}
%2 SA+MAP	39.47±7.64 ^{Cb}	96.78±8.25 ^{Aab}	98.70±8.51 ^{Aab}	54.28±4.00 ^{Ba}	61.77±4.88 ^{Bab}
a* değeri					
Kontrol	-4.14±2.52 ^{Ba}	0.43±2.82 ^{Aa}	-3.65±4.49 ^{Ba}	-4.86±0.86 ^{Bb}	-3.78±0.91 ^{Ba}
MAP	-4.14±2.52 ^{Ba}	1.75±1.61 ^{Aa}	0.30±1.95 ^{Aa}	-2.67±0.48 ^{Ba}	-3.26±1.19 ^{Ba}
%1 SA+MAP	-3.31±1.72 ^{Ba}	1.00±1.72 ^{Aa}	-1.49±2.00 ^{Ba}	-3.76±1.45 ^{Bab}	-2.65±0.75 ^{Ba}
%1.5 SA+MAP	-3.34±1.29 ^{Ca}	1.84±2.10 ^{Aa}	-0.82±1.08 ^{Ba}	-3.41±1.73 ^{Cab}	-3.59±1.18 ^{Ca}
%2 SA+MAP	-2.32±0.57 ^{Ba}	2.37±1.11 ^{Aa}	0.09±3.03 ^{Aa}	-3.37±1.14 ^{Bab}	-3.47±0.89 ^{Ba}
b* değeri					
Kontrol	12.90±4.24 ^{Aa}	2.90±4.34 ^{Ba}	9.83±7.68 ^{Aa}	14.20±2.77 ^{Aa}	10.85±2.16 ^{Aa}
MAP	12.90±4.24 ^{Aa}	0.89±2.90 ^{Ba}	1.54±4.24 ^{Bb}	8.42±1.36 ^{Ab}	10.96±2.69 ^{Aa}
%1 SA+MAP	11.53±3.69 ^{Aa}	1.97±2.96 ^{Ca}	5.51±4.13 ^{BCab}	11.14±2.82 ^{Aab}	8.09±1.77 ^{ABa}
%1.5 SA+MAP	11.41±3.03 ^{Aa}	-0.07±3.15 ^{Ca}	5.03±2.28 ^{Bab}	10.17±3.81 ^{Ab}	11.03±3.33 ^{Aa}
%2 SA+MAP	8.96±1.18 ^{Aa}	-0.10±2.71 ^{Ba}	2.80±5.45 ^{Bab}	10.99±2.60 ^{Aab}	11.32±2.13 ^{Aa}

*A,B... harfleri aynı satırdaki ömklere ait P<0.05 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir

*a,b... harfleri aynı sütundaki ömklere ait P<0.05 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir

Depolama başlangıcında L* değerleri kontrol ve MAP grubunda 60.98, %1 SA+MAP grubunda 57.35, %1.5 SA+MAP grubunda 56.48, %2 SA+MAP grubunda ise 39.47

olarak tespit edilmiştir. Depolama sonunda ise en yüksek L* değeri MAP grubunda (69.32) belirlenirken en düşük L* değeri kontrol grubunda (46.44) belirlenmiştir.

Genel olarak tüm örnek gruplarının L* değerlerinde depolamanın 4. gününe kadar artış gerçekleştiği, ardından kontrol ve %1 SA+MAP grubunun L* değerlerinin düştüğü; MAP, %1.5 SA+MAP ve %2 SA+MAP uygulananların ise L* değerlerinin 6. gün azalırken 8. gün tekrar arttığı gözlemlenmiştir. Kaplanmış ve kaplanmamış örnekler için artan L* değerleri, kavunların buzdolabından oda sıcaklığına (21 °C) taşınmasından sonra daha hızlı bir solunum hızına bağlanabileceği bildirilmiştir (Serrano ve ark., 2008). Depolama sonunda kontrol grubunun L* değeri değişimi istatistiksel olarak önemli bulunurken ($P<0.05$), diğer örnek gruplarının L* değeri değişimleri önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$). Depolama sonunda örnekler arasında belirlenen farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$).

Depolama boyunca örnek gruplarının a* değerlerinde dalgalanmalar olduğu görülmüştür. Depolamanın 2. gününde tüm örnek gruplarının a* değeri artış göstermiş, ardından depolama sonuna kadar MAP, %1 SA+MAP ve %2 SA+MAP gruplarının a* değerleri sürekli azalırken kontrol ve %1 SA+MAP gruplarının a* değerleri 6. güne kadar azaldıktan sonra tekrar artmıştır. Depolama sonunda en yüksek a* değeri %1 SA+MAP grubunda (-2.65) belirlenirken en düşük a* değeri kontrol grubunda (-3.78) tespit edilmiştir. Depolamanın 6. gününde kontrol ve MAP örnek grupları arasındaki farklılık önemli bulunurken ($P<0.05$) diğer günlerde tüm örnekler arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$). Ayrıca depolama sonuna kadar her bir örnek grubunun a* değeri değişimi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$).

Depolama boyunca tüm örnek gruplarının b* değerlerinde de benzer dalgalanmalar meydana gelmiştir. Depolamanın 2. gününde tüm örnek gruplarının b* değeri düşüş göstermiş, ardından depolama sonuna kadar MAP, %1.5 SA+MAP ve %2 SA+MAP gruplarının b* değerleri sürekli artarken kontrol ve %1 SA+MAP gruplarının b* değerleri 6. güne kadar arttıktan sonra tekrar azalmıştır. Depolama sonunda en yüksek b* değeri %2 SA+MAP grubunda (11.32) belirlenirken en düşük b* değeri %1 SA+MAP grubunda (8.09) tespit edilmiştir. Depolamanın 4. ve 6. gününde örnek grupları arasındaki farklılık önemli bulunurken ($P<0.05$) diğer günlerde tüm örnekler arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$). Ayrıca depolama sonuna kadar her

bir örnek grubunun b^* değerlerindeki değişim istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$).

Bilbao-Sainz ve ark. (2018)'nin beyaz üzüm konsantresi ve armut gevreğinden elde ettikleri meyve çubuklarını aljinat ve kitosanla Layer by Layer tekniği ile kapladıkları çalışmada 7 günlük depolamadan sonra, kaplanmamış ve kaplanmış veya farklı kaplama türlerine sahip çubuklar arasında L^* , a^* ve b^* değerlerinde önemli bir fark gözlenmediğini tespit etmişlerdir.

Zhang ve ark. (2015) %2 tarçın kabuğu yağı ve %0-0.5 soya fasulyesi yağı içeren ve içermeyen %1 sodyum aljinatlı karışımlarla kapladıkları çalışmada, 15 günlük depolamadan sonra, kaplanmamış kavunlar ve sadece aljinat ile kaplanmış olanların, tarçın kabuğu yağı içeren kaplamalara göre daha yoğun sarılık gösterdiğini belirlemişlerdir. Kaplanmamış ve sadece aljinat ile kaplanmış kavunlarda gözle görülebilir küf gelişimi ve bozulmalar görülürken, tarçın kabuğu yağı içeren kaplanmış kavunlar üzerinde hiçbir bozulma veya küf kolonisi gözlemlenmediğini bildirmişlerdir. Ayrıca tüm uygulamalarda 1 günlük depolamanın ardından L^* değerlerinin arttığını ancak anlamlı bir fark gözlenmediğini tespit etmişlerdir. Kırmızılık (+ a) ve sarılık (+ b) için, 1. günde yapılan işlemler arasında bir fark gözlenmediğini; bu, kaplama işlemlerinin kavunların görünümü üzerinde belirgin bir etkisi olmadığını bildirmişlerdir.

Robles-Sánchez ve ark. (2012) aljinatlı yenilebilir kaplamayı taze kesilmiş mangolara antioksidan maddeleriyle (askorbik asit ve strik asit) birlikte uyguladıkları çalışmada depolama süresinin kaplanmış ve kaplanmamış örneklerdeki renk parametrelerini (L^* ve Hue açısı) önemli ölçüde etkilediğini, depolama süresi boyunca kademeli olarak azaldığını bildirmişlerdir. Depolama sonunda, aljinat + askorbik asit ile muamele edilen örneklerin başlangıç L^* değerlerinin %2.5'ini kaybettiğini, sadece aljinat ile muamele edilen ve muamele edilmemiş numunelerde sırasıyla %4 ve %7'lik bir kayıp gözlemlendiğini tespit etmişlerdir.

4.1.10.2. ΔE , ΔC ve Hue açısı değerleri

Örneklerin depolama süresince ΔE , ΔC ve hue açısı değerleri Çizelge 4.12'de verilmiştir.

ΔE , iki farklı örnek arasındaki renk farkının insan gözüyle algılanmasının nicel gösterimi için tek bir değerdir. Daha yüksek ΔE değerleri, karşılaştırılan iki örnek arasındaki daha büyük farkı gösterir.

Genel olarak depolama boyunca kontrol ile %1 SA+MAP gruplarının renk değerleri değişimi ve MAP, %1.5 SA+MAP ve %2 SA+MAP gruplarının renk değerleri değişimi benzerlik göstermiştir.

Çizelge 4.12. ΔE , ΔC ve Hue açısı değerleri

	0.gün	2.gün	4.gün	6.gün	8.gün
ΔE değeri					
Kontrol	0.00±0.00 ^{Cc}	27.13±7.80 ^{Ab}	32.32±3.10 ^{Ab}	8.79±3.24 ^{Bab}	14.81±4.49 ^{Ba}
MAP	0.00±0.00 ^{Cc}	46.43±8.50 ^{Aa}	45.77±7.59 ^{Aa}	13.24±3.02 ^{Ba}	9.15±3.00 ^{Bab}
%1 SA+MAP	6.34±5.54 ^{Bbc}	34.06±11.01 ^{Aab}	37.20±10.36 ^{Aab}	5.92±4.37 ^{Bb}	12.93±5.56 ^{Ba}
%1.5 SA+MAP	7.89±4.87 ^{Bb}	37.08±11.33 ^{Aab}	33.27±6.50 ^{Ab}	11.30±6.41 ^{Bab}	9.51±2.85 ^{Bab}
%2 SA+MAP	22.01±7.56 ^{Ba}	39.00±6.78 ^{Aab}	39.48±9.63 ^{Aab}	7.77±3.36 ^{Cab}	4.43±3.28 ^{Cb}
ΔC değeri					
Kontrol	0.00±0.00 ^{Bb}	11.40±4.06 ^{Aa}	8.52±2.71 ^{Aa}	2.41±2.07 ^{Ba}	2.79±1.25 ^{Bab}
MAP	0.00±0.00 ^{Cb}	13.42±3.17 ^{Aa}	12.21±4.65 ^{Aa}	4.71±1.43 ^{Ba}	3.34±1.04 ^{BCab}
%1 SA+MAP	3.72±1.93 ^{Ca}	12.09±3.38 ^{Aa}	8.02±4.23 ^{Ba}	3.06±1.76 ^{Ca}	5.06±1.88 ^{BCa}
%1.5 SA+MAP	3.02±1.91 ^{Ca}	14.30±3.71 ^{Aa}	8.55±2.51 ^{Ba}	4.46±1.99 ^{Ca}	3.34±2.01 ^{Cab}
%2 SA+MAP	4.37±1.23 ^{Ba}	14.55±2.90 ^{Aa}	11.15±5.85 ^{Aa}	2.88±1.86 ^{Ba}	2.23±1.73 ^{Bb}
Hue açısı					
Kontrol	73.18±4.66 ^{Aa}	48.41±27.22 ^{Ba}	74.30±7.21 ^{Aa}	71.01±1.47 ^{Aa}	70.84±1.74 ^{Aa}
MAP	73.18±4.66 ^{Aa}	49.74±19.43 ^{Ca}	56.46±15.73 ^{BCab}	72.43±1.02 ^{ABa}	73.71±1.85 ^{Aa}
%1 SA+MAP	74.77±3.45 ^{Aa}	34.67±31.40 ^{Ba}	69.17±20.74 ^{Aa}	71.80±3.09 ^{Aa}	71.96±2.80 ^{Aa}
%1.5 SA+MAP	73.96±1.75 ^{Aa}	55.77±24.86 ^{Ba}	79.01±6.06 ^{Aa}	71.93±2.44 ^{ABa}	71.93±1.86 ^{ABa}
%2 SA+MAP	75.68±2.33 ^{Aa}	40.76±24.91 ^{Ba}	41.96±30.40 ^{Bb}	73.26±1.85 ^{Aa}	73.13±1.64 ^{Aa}

*A,B... harfleri aynı satırdaki örneklere ait P<0.05 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir

*a,b... harfleri aynı sütundaki örneklere ait P<0.05 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir

Depolama boyunca tüm örneklerin ΔE değerleri değişkenlik göstermiş olup depolamanın başlangıcında %1 SA+MAP, %1.5 SA+MAP ve %2 SA+MAP örnek gruplarının ΔE değerleri sırayla 6.34, 7.89 ve 22.01'dir. Depolama sonunda toplam renk farkındaki en az değişim %2 SA+MAP örnek grubunda (4.43), en fazla değişim ise kontrol grubunda (14.81) meydana gelmiştir. Kontrol, MAP ve %2 SA+MAP örnek

gruplarının depolamanın ilk günleri ile son günleri arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p \leq 0.05$).

Depolama başlangıcında kontrol, MAP, %1 SA+MAP, %1.5 SA+MAP ve %2 SA+MAP örnek gruplarının ΔC değerleri sırayla 0, 0, 3.72, 3.02 ve 4.37'dir. 2. gün ΔC değerleri ise 11.40, 13.42, 12.09, 14.30 ve 14.55'tir. Görüldüğü gibi 2. gün ΔC değerleri yüksek bir artış göstermiştir. 0. gün ile 8. gün ΔC değerleri karşılaştırıldığında ise %2 SA+MAP örnek grubunun ΔC değeri azalma gösterirken diğer örnek gruplarınınkini artmıştır. Ancak depolama boyunca meydana gelen bu farklılıklar önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$). Depolama sonunda en düşük değer %2 SA+MAP örnek grubunda (2.23) görülürken, en yüksek değer %1 SA+MAP örnek grubunda (5.06) tespit edilmiştir ve bu örnek gruplarının arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0.05$).

Hue açısı, pazardaki ürünlerin kabulünü veya reddini belirleyen parametredir ve gıda ürünlerinin renk görünümünü görselleştirmek için etkili olan gerçek rengi temsil eder (Rocha ve ark., 1995). Hue açısı değerleri depolama başlangıcında kontrol, MAP, %1 SA+MAP, %1.5 SA+MAP ve %2 SA+MAP örnek gruplarında sırayla 73.18, 73.18, 74.77, 73.96 ve 75.68'dir. 2. gün Hue açısı değerleri ise sırayla 48.71, 49.74, 34.67, 55.77 ve 40.76'dır. Hue açısı değerleri 2. gün büyük oranda azalmıştır. Bu düşüş, muhtemelen hem solunum hızındaki artışlar hem de meyvenin esmerleşmesiyle kalite kaybına neden olan bazı enzimatik işlemlerden ve diğer reaksiyonlardan kaynaklanmış olabilir (Fan ve ark., 2009). 4. gün örnekleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). Tüm örnek gruplarının 0. gün ile 8. gün Hue açısı değerleri karşılaştırıldığında ise farklılıklar önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$).

Robles-Sánchez ve ark. (2012) aljinat içeren yenilebilir kaplamayı taze kesilmiş mangolara antiesmerleşme maddeleriyle (askorbik asit ve strik asit) birlikte uyguladıkları çalışmada sadece aljinatla kaplanmış ve kaplanmamış örneklerde Hue değerlerinin anlamlı olarak düştüğünü, aljinat+askorbik asit örneklerinin depolama süresi boyunca değişiklik olmadan muhafaza edildiğini bildirmişlerdir.

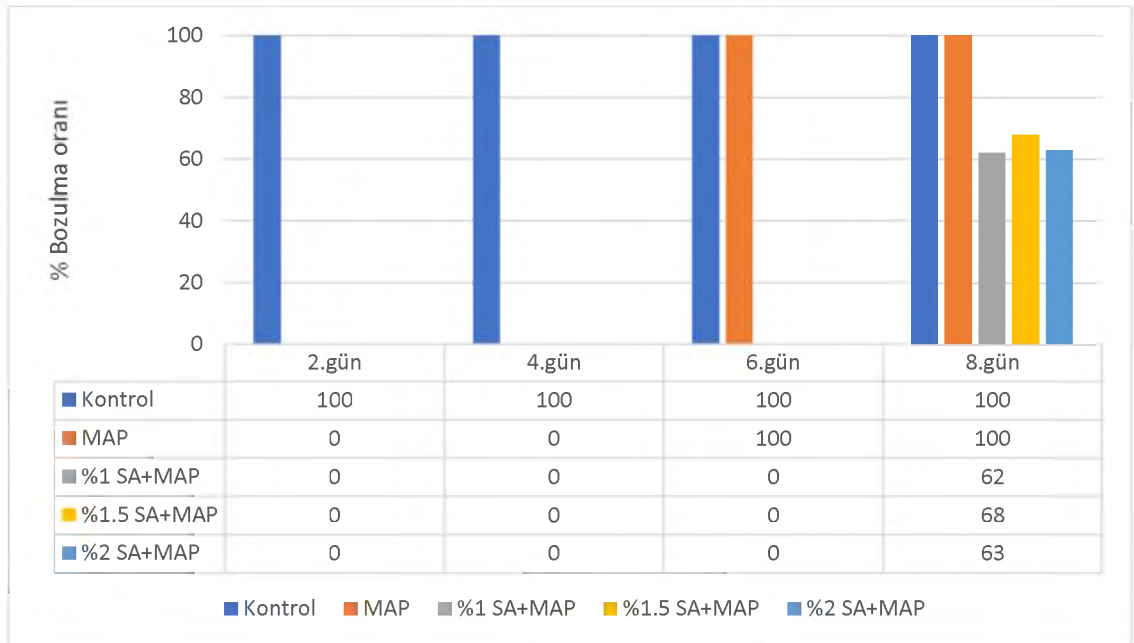
Fan ve ark. (2009) antifungal bileşen ile kombine edilen aljinat bazlı kaplamanın çileğin (*Fragaria* × *ananassa*) kalitesine etkisi üzerine yaptıkları çalışmada, depolamanın 2. gününden itibaren Hue açısı değerinin düştüğünü ve bu düşüşün hem solunum hızındaki

artışlardan hem de meyvenin kalite kaybına neden olan bazı enzimatik işlemlerden ve diğer reaksiyonlardan kaynaklanmış olabileceğini bildirmişlerdir. Ancak kaplanmamış ve sodyum aljinatla kaplanmış örnekler arasında Hue açısından belirgin bir fark bulunmadığını belirtmişlerdir.

Senturk Parreidt ve ark. (2018) sodyum aljinat bazlı yenilebilir kaplamayı daldırma ve vakum emdirme yöntemleriyle taze kesilmiş kantalup kavununa uyguladıkları çalışmada, daldırma uygulamasının tüketiciler tarafından fark edilemeyen bir renk değişikliğine neden olduğunu, vakum uygulamasının ise kaplanmış ürünlerde daha büyük renk değişikliklerine neden olduğunu; vakum basıncı ve vakum periyodu ne kadar yüksekse, işlem görmüş ve işlem görmemiş kavunlar arasındaki farkın o kadar arttığını bildirmişlerdir.

4.1.11. Bozulma oranı

Örneklerin depolama süresince % bozulma değerleri Şekil 4.11’de verilmiştir.



Şekil 4.11. % bozulma değerleri

Örneklerin bozulma oranları incelendiğinde 2. günde kontrol grubunun tamamının üzerlerinin kurduğu ve renklerinin daha yeşil olduğu görülmüştür. Diğer grupların ise ambalajlarında kaplanmış olanlarda daha az olmak üzere terleme gerçekleşmiştir.

Depolamanın 6.gününde ise MAP örnekleri mikrobiyal bozulmaya uğramış, kötü koku ve yapışkansı yapı oluşmuş ve tamamı bozulma göstermiştir. Oluşan yapışkansı yapının ortamda gelişen fakültatif anaerobik bakteriler tarafından salgılanan maddeden kaynaklandığı düşünülmektedir. 8.gün ise sodyum aljinat bazlı filmle kaplı olan gruplarda da bozulmalar başlamış ve bozulmaya uğrayanların yüzeylerinde mikrobiyal üreyle küçük turuncu benekler gözlenmiştir (Şekil 4.12).

Rojas-Graü ve ark. (2008) taze dilimlenmiş Fuji elmalarını aljinat ve jellan bazlı filmlerle kapladıkları çalışmada kaplanmamış elmaların 4 günde bozulurken kaplanmış elmalarda raf ömrünün 2 haftaya kadar uzayabildiğini tespit etmişlerdir.



Şekil 4.12. Bozulmaya uğrayan kavun dilimindeki turuncu beneklerin görünümü

4.2. Duyusal analiz bulguları

Duyusal değerlendirmelere ait bulgular Çizelge 4.13'te verilmiştir. Duyusal değerlendirme sonuçları incelendiğinde 0. gün kaplanmamış kavun dilimlerinde tatlılığın daha yüksek olduğu ve kavun aromasının daha iyi algılandığı belirtilmiştir. Kabul edilebilirliğin en düşük olduğu grup %2 SA+MAP olarak tespit edilmiştir. 2. gün hissedilen kavun aroması değerlendirmesinin %1 SA+MAP ile MAP grubunun birbirine çok yakın en yüksek değerler olduğu, kabul edilebilirliğin ise %1 SA+MAP grubunda daha yüksek olduğu, en düşük sertlik değerinin de %2 SA+MAP grubunda olduğu bildirilmiştir. 4. gün sertlik ve kavun kokusu değerlendirmelerinin en iyi %1 SA+MAP grubunda algılandığı, en iyi görünen ve en yüksek kabul edilebilirliği olan grubun ise %2 SA+MAP olduğu tespit edilmiştir. 6. gün ise en iyi sertlik özelliğinin %1.5

SA+MAP grubunda olduğu, en yüksek kabul edilebilirliğin ise %2 SA+MAP grubunda olduğu belirtilmiştir.

Çizelge 4.13. Duyusal analiz değerlendirmeleri

	Tatlılık	Çiğnenebilirlik	Kavun aroması	Sertlik	Kabul edilebilirlik
0. gün					
Kontrol	9.57±0.38 ^a	9.51±0.36 ^a	9.89±0.18 ^a	8.71±0.71 ^a	9.69±0.33 ^a
MAP	9.57±0.38 ^a	9.51±0.36 ^a	9.89±0.18 ^a	8.71±0.71 ^a	9.69±0.33 ^a
%1 SA+MAP	8.31±1.34 ^{ab}	9.50±0.35 ^a	8.55±0.83 ^b	9.37±0.35 ^a	9.30±0.58 ^{ab}
%1.5 SA+MAP	7.75±1.26 ^b	8.79±0.60 ^{ab}	7.69±1.32 ^{bc}	8.93±0.43 ^a	8.90±0.26 ^b
%2 SA+MAP	7.34±1.21 ^b	8.08±0.94 ^b	7.05±1.13 ^c	8.80±0.34 ^a	8.04±0.81 ^c
2. gün					
Kontrol	6.49±3.10 ^a	6.72±2.92 ^a	3.14±2.24 ^a	3.38±3.16 ^a	2.75±2.64 ^a
MAP	4.46±3.14 ^a	6.94±2.78 ^a	4.81±3.78 ^a	3.91±3.35 ^a	5.05±3.35 ^a
%1 SA+MAP	5.48±3.83 ^a	6.56±2.92 ^a	4.63±3.00 ^a	4.74±2.98 ^a	5.37±3.03 ^a
%1.5 SA+MAP	6.00±2.60 ^a	5.63±3.01 ^a	4.43±3.14 ^a	5.78±3.49 ^a	4.63±3.21 ^a
%2 SA+MAP	3.50±3.28 ^a	4.92±3.15 ^a	3.33±2.97 ^a	2.72±2.46 ^a	3.80±2.57 ^a
4. gün					
	Tatlılık**	Görünüş	Sertlik	Kavun kokusu	Kabul edilebilirlik
MAP	-	5.17±2.71 ^a	4.07±3.63 ^a	3.20±2.17 ^a	3.64±1.94 ^a
%1 SA+MAP	-	4.58±2.46 ^a	5.77±2.95 ^a	5.90±2.02 ^a	5.14±2.53 ^a
%1.5 SA+MAP	-	4.07±3.63 ^a	4.04±3.04 ^a	4.04±3.07 ^a	3.64±3.14 ^a
%2 SA+MAP	-	6.85±2.32 ^a	4.45±2.82 ^a	5.00±2.48 ^a	5.71±2.77 ^a
6. gün					
MAP	-	5.52±2.91 ^a	4.05±3.03 ^a	4.51±3.44 ^a	5.10±2.28 ^a
%1 SA+MAP	-	5.48±3.07 ^a	5.33±3.03 ^a	5.22±2.69 ^a	5.79±2.57 ^a
%1.5 SA+MAP	-	5.88±3.33 ^a	6.93±3.03 ^a	4.54±2.72 ^a	6.42±2.43 ^a
%2 SA+MAP	-	7.73±2.32 ^a	6.64±2.21 ^a	5.19±2.52 ^a	6.82±1.48 ^a

*a,b... harfleri aynı sütundaki örneklere ait P<0.05 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir; **Değerlendirilmemiştir.

Sipahi ve ark. (2013) geliştirdikleri çok katmanlı antimikrobiyal aljinat bazlı yenilebilir kaplamayı kesilmiş taze karpuzla uyguladıkları çalışmada, panelistler numuneleri renk açısından %0.5 SA, %1 SA, kaplanmamış kontrol örnekleri ve %2 SA olarak sıralamışlardır. %2 SA numunelerinin kaplamadan kaynaklı daha beyazımsı renkte görünmelerinden kaynaklı olarak daha düşük puan aldığı belirtilmiştir. Aroma ve koku bakımından ise 7. güne kadar kaplanmamış numuneler daha iyi tercih edilirken %2 SA

kaplamalı örnekler 5.0'ten düşük puanlar almıştır. Bu sonucun, kaplanmış numunelerin trans-sinmaldehit tarafından verilen belirli bir tarçın kokusuna sahip olması ile açıklanabileceği bildirilmiştir. Doku sertliği bakımından depolamanın 7 gününe kadar kontrol numuneleri daha yüksek puan alırken 15. günde kaplanmış numuneler tercih edilmiştir. Çalışma sonucunda %0.5 ve %1 SA formülasyonları ile kaplanan numunelerin duysal kabul edilebilirliğinin daha yüksek olduğu bildirilmiştir.

Raybaudi-Massilia ve ark. (2008) "Piel de Sapo" kavununa malik asit ve tarçın, palmarosa ve limonotunun esansiyel yağlarının ilave edildiği aljinat bazlı yenilebilir kaplamayı uyguladıkları çalışmada, duysal değerlendirme yapan panelistler tarafından, depolamanın ilk 8 gününde, duysal özellik değerlerinde önemli farklılıklar algılanmamıştır. Sadece sodyum aljinat çözeltisiyle kaplanmış (çapraz bağlanma için D-L malik asit içeren kalsiyum laktat çözeltisiyle muamele edildikten sonra sodyum aljinat çözeltisine daldırılan) ve kaplanmamış taze kesilmiş kavun dilimlerinin duysal değerlerinin benzer özellik göstermesi, malik asit eklenerek hazırlanan yenilebilir kaplamanın, meyve kalitesini etkileyen mikrobiyal büyümeyi ve gaz üretimini inhibe etmenin yanı sıra kaplanmamış taze kesilmiş kavun gibi duysal karakteristiği koruduğundan, iyi bir koruma alternatifi olabileceği belirtilmiştir. Ancak, esansiyel yağ içeren yenilebilir filmle kaplanmış olan kavun dilimlerinin koku ve sertliği esansiyel yağa bağlı olarak kavun kabul edilebilirliğinin düştüğü tespit edilmiştir.

5. SONUÇ

Çalışma sonucunda elde edilen verilere göre depolamanın ilk gününde filmle kaplanmış kavun dilimlerinin fenolik madde miktarları daha yüksek belirlenmiştir. Bu sonuca göre film kaplamanın toplam fenolik madde miktarını arttırdığı söylenebilir. Kontrol grubunun fenolik madde miktarının artması yoğun bir şekilde su kaybından dolayı birim ağırlıktaki kuru madde oranının artmasından kaynaklanmaktadır.

Tüm örnek gruplarının antioksidan kapasite değerleri depolama sonunda azalmıştır. Ancak depolamanın 4. gününde tüm örnek gruplarında artış gerçekleşerek kaplanmış örneklerin antioksidan kapasite değerleri kaplanmamış numunelere göre daha az artmıştır. Bu, kaplanmış kavun dilimlerinde sodyum aljinat bazlı kaplamaların oksijen iletimine karşı etkili bir bariyer olduğunu göstermektedir.

Kaplanmış örneklerin kaplanmadan önce kalsiyum klorür çözeltisine daldırılması meyve dokusunu olumlu yönde etkilemiştir. Kaplanmış kavun dilimleri depolamanın 6. gününe kadar sertliğini korumuş ve en iyi doku değeri %2 SA+MAP grubunda elde edilmiştir.

Depolama sonunda paket içi en yüksek oksijen oranı %1 SA+MAP grubunda belirlenmiştir. Bu sonuç, kavun dilimlerinin %1 oranındaki sodyum aljinat çözeltisiyle daha etkin bir şekilde kaplanabildiğini göstermektedir.

Tüm örnek gruplarının depolama sonunda pH değerleri azalmıştır. MAP ve SA+MAP grubu örneklerin pH değerleri benzerlik gösterirken kontrol grubununki daha yüksektir. Depolama boyunca tüm örnek gruplarının titrasyon asitliği değerleri artmıştır. Depolama sonunda en düşük titrasyon asitliği değerleri kaplanmış örneklerde, en yüksek titrasyon asitliği değerleri ise kontrol örneklerinde elde edilmiştir. SÇKM değerleri açısından yine depolama sonu itibariyle kaplanmış örnekler arasında en yüksek %2 SA+MAP grubunda belirlenmiştir. Tüm örneklerin su aktivitesi değerleri depolama süresince düşmüştür. Kaplanmış örneklerin su aktivitesi değerleri kaplanmamış MAP grubuna göre daha düşük bulunmuştur.

Depolama boyunca en fazla ağırlık kaybı kontrol grubundadır. Kaplanmış gruplarda daha düşük ağırlık kaybı değerleri görülmüştür. En düşük ağırlık kaybı %1.5 SA+MAP grubunda elde edilmiştir. Ayrıca kaplanmış örneklerin kaplanmamış örneklere göre daha geç bozulması, kaplama formülasyonlarının farklı yöntemlerle daha da geliştirilerek daha uzun süre saklanabileceğini ve ticari olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir.

Depolama başlangıcında kaplama filmi L* ve b* değerlerini azaltıcı, a* değerini ise yükseltici etki yapmıştır. Tüm örnek gruplarında L* değerleri 4. güne kadar artmıştır. Depolama sonunda en yüksek L* değeri MAP grubunda görülmüştür. Depolama sonunda a* değerleri kontrol, MAP ve %1 SA+MAP gruplarında artmış, %1.5 ve %2 SA+MAP gruplarında azalmış; b* değerleri kontrol, MAP, %1 SA+MAP ve %1.5 SA+MAP gruplarında azalmış, %2 SA+MAP grubunda ise artmıştır. Genel olarak değerlendirildiğinde depolama sonunda başlangıç değerlerine en yakın L* ve b* değerleri %2 SA+MAP grubunda, a* değeri ise kontrol grubunda gözlenmiştir. Depolama sonunda en düşük ΔE ve ΔC değerleri %2 SA+MAP grubunda görülmüştür. En yüksek hue açısı değeri ise MAP grubundadır.

Duyusal değerlendirme yapıldığında 0. gün kaplanmamış kavun dilimlerinin daha tatlı olduğu ve kavun aromasının daha iyi algılandığı belirtilmiştir. 2. gün hissedilen kavun aroması değerlendirmesinin %1 SA+MAP ile MAP grubunun birbirine çok yakın en yüksek değerler olduğu, kabul edilebilirliğin ise %1 SA+MAP grubunun daha yüksek olduğu görülmüştür. 4. gün sertlik, kavun kokusu ve kabul edilebilirlik değerlendirmelerinin en iyi %1 SA+MAP grubunda algılandığı tespit edilmiştir. 6. gün ise en iyi sertlik özelliğinin %1.5 SA+MAP grubunda olduğu, en yüksek kabul edilebilirliğin ise %2 SA+MAP grubunda olduğu vurgulanmıştır.

Depolama periyodu içerisinde kaplanmış kavun dilimlerinin raf ömrü 6 gün olarak belirlenmiştir. En iyi kaplama uygulamasının ise solunumun en yavaş gerçekleştiği %1 SA+MAP grubu olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak film kaplama umut vaat etmektedir. Film çözeltilisinin etkinliğini iyileştirmek ve kaplanan gıda ürününün kalitesini artırmak için pasif MAP uygulaması yerine aktif MAP koşullarının kullanılması ve film çözeltilisine antimikrobiyal maddeler

gibi yardımcı maddeler ilave edilebilmesinin tez çalışması kapsamında belirlenen 6 günlük raf ömrünü uzatabileceği düşünülmektedir. Bu tez çalışmasının verileri genel olarak değerlendirildiğinde, tamamlayıcı çalışmalar ile birlikte raf ömrü uzatılarak marketlerde, otel mutfaklarında ve okul kantinlerinde tüketime sunulabilir. Ancak çalışmanın ticarileşmesinden önce mikrobiyal açıdan da çalışmanın yürütülmesi gerekliliği unutulmamalıdır. Bununla birlikte ileriki çalışmalar ile geliştirilen yemeye hazır ürünlerin tüketici açısından çok daha pratik ve diğer birçok aparatif yemeye hazır gıdalara göre çok daha besleyici ve sağlıklı olacağı düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Abak, K., 2001, Melon Growing in Turkey, Proceedings of the 23rd Geisenheim Meeting.
- Ali, A., Maqbool, M., Ramachandran, S. & Alderson, P.G., 2010. Gum arabic as a novel edible coating for enhancing shelf-life and improving postharvest quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 58, 42–47.
- Aloui, H., Khwaldia, K., Sanchez-Gonzalez, L., Muneret, L., Jeandel, C., Hamdi, M., Desobry, S., 2014. Alginate coatings containing grapefruit essential oil or grapefruit seed extract for grapes preservation. *International Journal of Food Science and Technology*, 49, 952-959.
- Altuğ, T. ve Elmacı, Y., 2005. Gıdalarda Duyusal Değerlendirme. Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri. Bornova-İzmir, 130 S.
- Andersen, I.L., Skipnes, O., Smidsrod, O., Ostgaard, K., Hemmer, P.C., 1977. ACS Symp. Ser., 48, pp. 361-381.
- Andrade, R.D., Skurtys, O., Osorio, F.A., 2012. Atomizing spray systems for application of edible coatings. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.*, 11, 323–337.
- Anonim, 1991. Minolta CR-300 Chromameter Operator' S Instruction Manual. Minolta-Crop., Ramsey, NJ.
- Anonim, 1995. Official Methods Of Analysis Of AOAC International, 16th Ed.
- Anonim, 2002. Zwick Z0,5 Universal Tester Operator' S Instruction Manual.
- Anonim, 2010. Taxon: "*Cucumis melo* L. subsp. *melo* var. *cantalupensis* Naudin". Germplasm Resources Information Network (GRIN). United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Beltsville Area. <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?12566>. Retrieved 2010-12-09.
- Avena-Bustillos, R.J. ve McHugh, T.H., 2012. Role of edible film and coating additives. In: Baldwin EA, Hagenmaier R, Bai J, editors. *Edible coatings and films to improve food quality*. Boca Raton, Florida: Taylor & Francis Group. p 157–84.
- Aytaç, S.A., 1994. Gıda Ambalajları ve Ambalajlama Teknikleri Ders Notları. Hacettepe Üniversitesi, Gıda Müh. Bölümü GMÜ 773.
- Baldwin, E.A., Nisperos-Carriedo, M.O. ve Baker, R.A., 1995. Use of Edible Coatings to Preserve Quality of Lightly and Slightly Processed Products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 35(6):509-524.
- Bayraktar, K., 1972. İhracata elverişli önemli kavun çeşitlerimizin özellikleri ile ihracat imkanları üzerinde ön araştırma. *Ege Üniversitesi, Ziraat Fak. Dergisi*, 9-12, 121-136.
- Becker T. A., Kipke D.R., Brandon T., 2001. Calcium alginate gel: A biocompatible and mechanically stable polymer for endovascular embolization. *Journal of Biomedical Materials Research*, Vol. 54, 76–86.
- Bilbao-Sainz, C., Chiou, B., 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.
- Blandino A., Macias M., Cantero D., 1999. Formation of Calcium Alginate Gel Capsules: Influence of Sodium Alginate and CaCl₂ Concentration on Gelation Kinetics. *Journal of Bioscience And Bioengineering*, Vol. 88, No. 6, 686-689.
- Brody, L.A., 1989a. Introduction 'In Controlled/Modified Atmosphere/Vacuum Packaging of Foods. Ed. A. L. Brody, 'Food Nutrition Press, inc. USA, 179p.

- Chen, C., Peng, X., Zeng, R., Chen, M., Wan, C. ve Chen, J., 2016. *Ficus hirta* Fruits Extract Incorporated into an Alginate-Based Edible Coating for Nanfeng Mandarin Preservation. *Scientia Horticulturae*. 202:41–48.
- Chapman, V.J., Chapman, D.J., 1980. “Seaweeds and Their Uses”, Chapman And Hall, Ch. 6.
- Chitravathi, K., Chauhan, O.P. ve Raju, P.S., 2015. Influence of modified atmosphere packaging on shelf-life of green chillies (*Capsicum annuum* L.). *Food Packaging and Shelf Life*, 4(2015) 1-9.
- Church, I.J, Parsons, A.L., 1995. A Review: Modified Atmosphere Packaging Technology. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 67 : 143-152.
- Clementi, F., 1997. Alginate production by *Azotobacter vinelandii*. *Crit. Rev. Biotechnol.*, 17, 327–361.
- Costa, C., Lucera, A., Conte, A., Mastromatteo, M., Speranza, B., Antonacci, A. ve Del Nobile, M.A., 2010. Effects of passive and active modified atmosphere packaging conditions on ready-to-eat table grape. *Journal of Food Engineering* 102 (2011) 115–121.
- Dang, Q. F., Yan, J. Q., Li, Y., Cheng, X. J., Liu, C. S., Chen, X. G., 2010. Chitosan acetate as an active coating material and its effects on the storing of *Prunus avium* L. *Journal of food science*, 75 (2): S125-S131.
- Dangaran K, Tomasula PM, Qi P. 2009. Structure and function of protein-based edible films and coatings. In: Embuscado ME, Huber KC, editors. *Edible films and coatings for food applications*. New York: Springer. p 25–56.
- Davidson, I., Sutherland, I., Lawson, C., 1977. Localization of o-acetyl groups of bacterial alginate. *Microbiology*, 98, 603–606.
- Demirdöven, A. ve Batu, A., 2003. Tokat Koşullarında Yetiştirilen Bazı Önemli Sebze Çeşitlerinin Solunum Hızlarının Belirlenmesi. Türkiye IV. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi. 08-12 Eylül Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü. Antalya.
- Dewettinck, K., Huyghebaert, A., 1999. Fluidized bed coating in food technology. *Trends Food Sci Technol* 10(4–5):163–8.
- Dhanapal, A., Rajamani, L. ve Shakila Banu, M., 2012. Edible films from polysaccharides. *Food Sci. Qual. Manag.*, 3, 9–17.
- Díaz-Mula, H. M., Serrano, M., Valero, D., 2012. Alginate Coatings Preserve Fruit Quality and Bioactive Compounds during Storage of Sweet Cherry Fruit. *Food Bioprocess Technology*. 5: 2990–2997.
- Donhowe, I.G. ve Fennema, O., 1994. Edible films and coatings: Characteristics, formation, definitions, and testing methods. In *Edible Coatings and Films to Improve Food Quality*; Krochta, J.M., Baldwin, E.A., Nisperos-Carriedo, M.O., Eds.; Technomic Publ Co: Lancaster, NH, USA, pp. 1–24.
- Draget, K.I., 2009. Alginates. In *Handbook of Hydrocolloids*, 2nd ed.; Woodhead Publishing: Sarston, UK, pp. 807–828.
- Draget K.I., Smidsrod O., Skjak-Braek G., 2002. Alginates from algae, in *Biopolymers*, ed. by Steinbüchel A Wiley-VCH, Weinheim, pp.215–244.
- Duran, M., 2013. Doğal Antimikrobiyal Katkılı KITOSAN Kaplama İle Çileğin Raf Ömrünün Arttırılması. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Çanakkale.
- Eitenmiller, R.R., Johnson, C.D., Bryn, W.D., Warsen, D.B. ve Gebhardt, S.E., 1985. Nutrient Composition of Cantaloupe and Honeydew Melons. *J. Food. Sci.* 50(1):136-138.

- Emmerichs, N., Wingender, J., Flemming, H.C., Mayer, C., 2004. Interaction between alginates and manganese cations: Identification of preferred cation binding sites. *Int. J. Biol. Macromol.*, 34, 73–79.
- Erkan, N., Çetin, S., Varlık, C., Baygar, T., Özden, Ö., Gün, H. ve Kalafatoğlu, H., 1996. Modifiye Atmosferle Paketlemenin (MAP) Paneli Alabalık Marinatlarının Raf Ömrü Üzerine Etkisi. *Tübitak, Türk J Vet Anim Sci*, 24(2000), 585-591.
- Evans, L.R., Linker, A., 1973. Production and characterization of the slime polysaccharide of *Pseudomonas aeruginosa*. *J. Bacteriol.*, 116, 915–924.
- Falguera, V., Quintero, J.P., Jim'enez, A., Muñoz, J.A., Ibarz, A., 2011. Edible films and coatings: structures, active functions and trends in their use. *Trends Food Sci Technol* 22(6):292–303.
- Fan, Y., Xu, Y., Wang, D., Zhang, L., Sun, J., Sun, L., Zhang, B., 2009. Effect of Alginate Coating Combined with Yeast Antagonist on Strawberry (*Fragaria×ananassa*) Preservation Quality. *Postharvest Biology and Technology*. 53:84–90.
- Franke, S. I. R., Chless, K., Silveria, J.D., Robensam, G. 2004. Study of a Antioxidant and Mutajenic Activity of Different Orange Juices. *Food Chemistry*. 88: 45–55.
- Gacesa, P., 1988. Alginates, *Carbohydr. Polym.*, 8, pp. 161-182.
- Gennadios, A., Hanna, M.A., Kurth, L.B. 1997. Application of edible coatings on meats, poultry and seafoods: A review. *LWT Food Sci. Technol.*, 30, 337–350.
- Gombotz, W.R., Wee, S.F., 1998. Protein release from alginate matrices, *Advanced Drug Delivery Reviews*, 31, 267-286.
- Gontard, N. ve Guilbert, S., 1994. Bio-packaging: Technology and properties of edible and/or biodegradable material of agricultural origin. In *Food Packaging and Preservation*; Mathlouthi, M., Ed.; Blackie Academic and Professional: Glasgow, UK, pp. 159–181.
- Grant, L.A. ve Burns, J., 1994. Application of coatings. In: Krochta JM, Baldwin EA, Nisperos-Carriedo MO, editors. *Edible coatings and films to improve food quality*. Lancaster, PA: Technomic Publishing Company. p 189–200.
- Grant, G.T., Morris, E.R., Rees, D.A., Smith, P.J.C., Thom, D., 1973. Biological interactions between polysaccharides and divalent cations: The egg-box model. *FEBS Lett.*, 32, 195–198.
- Guilbert, S., Gontard, N., Cuq, B., 1995. Technology and applications of edible protective films. *Packag. Technol. Sci.*, 8, 339–346.
- Guilbert, S., Gontard, N., Gorris, L.G.M., 1996. Prolongation of the shelf-life of perishable food products using biodegradable films and coatings. *LWT Food Sci. Technol.*, 29, 10–17.
- Guillemin, A., Degraeve, P., Noël, C., Saurel, R., 2008. Influence of impregnation solution viscosity and osmolarity on solute uptake during vacuum impregnation of apple cubes (var. Granny smith). *J. Food Eng.*, 86, 475–483.
- Günay, A., 2005. Genel ve Özel Sebze Yetiştiriciliği, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Cilt 1., İzmir.
- Hay, I.D., Rehman, Z.U., Moradali, M.F., Wang, Y., Rehm, B.H.A., 2013. Microbial alginate production, modification and its applications. *Microb. Biotechnol.*, 6, 637–650.
- Iqbal I.H., Chan K.W., Mariod A.A., Ismail M. 2010. Phenolic content and antioxidant activity of cantaloupe (*cucumis melo*) methanolic extracts. *Food Chem.*, 119(2), 643-647.
- Juárez, G. A.P., Spasojevic, M., Faas, M.M., deVos P., 2014. Immunological and technical considerations in application of alginate-based microencapsulation

- systems. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology, Biomaterials*, V(2), page: 1-15.
- Kaygusuz, H., 2011. *Biyopolimer-Kil Nanokompozitlerinden Kontrollü Protein Salımı*. (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, İstanbul.
- Keleş, F., 2002, *Gıda Ambalajlama İlkeleri*, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları No:189, Erzurum.
- Kim, Y.J., Yoon, K.J., Ko, S.W., 2000. Preparation and properties of alginate superabsorbent filament fibers crosslinked with glutaraldehyde. *J. Appl. Polym. Sci.*, 78, 1797–1804.
- Kocamanlar, E., 2009. Ambalaj ve Fonksiyonları. *Ambalaj Bülteni Dergisi*. Ekim:34-38.
- Kopeliovitch, E., Mizrahi, Y., Rabinowitch, H. D., 1982. Effect of the Fruit Ripening Mutant Genes in or nor on the Flavour of Apple Fruit. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 107:361-364.
- Lee, P., Rogers, M.A., 2012. Effect of calcium source and exposure-time on basic caviar spherification using sodium alginate. *Int. J. Gastron. Food Sci.*, 1, 96–100.
- Lin, H.Y., Liang, H.F., Chung, C.K., Chen, M.C. ve Sung, H.W., 2005. Physically crosslinked alginate/N,O-carboxymethyl chitosan hydrogels with calcium for oral delivery of protein drugs. 2005. *Biomaterials*, 26, 2105-2113.
- Maftoonazad, N., Ramaswamy, H.S., Marcotte, M., 2008. Shelf-life extension of peaches through sodium alginate and methyl cellulose edible coatings. *International Journal of Food Science and Technology*, 43, 951–957.
- Maietti A, Tedeschi P, Stagno C, Bordiga M, Travaglia F, Locatelli M, Arlorio M, Brandolini V. 2012. Analytical Traceability of Melon (*Cucumis Melo* Var *Reticulatus*): Proximate Composition, Bioactive Compounds, and Antioxidant Capacity in Relation to Cultivar, Plant Physiology State, and Seasonal Variability. *Journal of Food Science*, 77 (6), 646-652.
- Mannozi, C., Cecchini, J.P., Tylewicz, U., Siroli, L., Patrignani, F., Lanciotti, R., Roccili, P., Dalla Rosa, M. ve Romani, S., 2017. Study on the efficacy of edible coatings on quality of blueberry fruits during shelf-life. *LWT - Food Science and Technology* 85 (2017) 440-444.
- Martin-Belloso O, Rojas-Grao MA, Soliva-Fortuny R. 2009. Delivery of flavor and active ingredients using edible films and coatings. In: Embuscado ME, Huber KC, editors. *Edible films and coatings for food applications*. New York: Springer. p 295–314.
- Martinez-Romero, D., Alburquerque, N., Valverde, J.M., Guillén, F., S. Castillo, S., Valero, D., Serrano, M., 2006. Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by *Aloe vera* treatment: A new edible coating. *Postharvest Biology and Technology*. 39: 93–100.
- Mastromatteo, M., Mastromatteo, M., Conte, A. ve Del Nobile, M.A., 2010. Combined effect of active coating and MAP to prolong the shelf life of minimally processed kiwifruit (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward). *Food Research International*, 44 (2011) 1224–1230.
- McMillin, K.W., Huang, N.Y., Ho, C.P., Smith, B.S., 1999. *Quality Attributes in Muscle Foods*, Edited by Xiong, Y.L., Shahidi, F., Ho, C.T., ACS Symposium Series, Plenum Publishing Corporation, New York.
- Moe, S., Skjåk-Bræk, G., Smidsrød, O., Ichijo, H., 1994. Calcium alginate gel fibers: Influence of alginate source and gel structure on fiber strength. *J. Appl. Polym. Sci.*, 51, 1771–1775.

- Nabifarkhani, N., Sharifani, M., Daraei Garmakhany, A., Ganji Moghadam, E., Shakeri, A., 2015. Effect of nano-composite and Thyme oil (*Tymus Vulgaris* L) coating on fruit quality of sweet cherry (Takdaneh Cv) during storage period. *Food science & nutrition*. 3 (4): 349-354.
- Nisperos-Carriedo, M.O., 1994. Edible coatings and films based on polysaccharides. In *Edible Coatings and Films to Improve Food Quality*; Krochta, J.M., Baldwin, E.A., Nisperos-Carriedo, M.O., Eds.; Technomic Publ. Co.: Lancaster, NH, USA, Volume 1, pp. 322–323.
- Olawuyi, I.F., Jin Park, J., Jun Lee, J. ve Young Lee, W., 2018. Combined effect of chitosan coating and modified atmosphere packaging on fresh-cut cucumber. *Food Sci Nutr*. 2019; 7:1043–1052.
- Olivas, G.I., Barbosa-Cánovas, G.V., 2005. Edible coating for fresh-cut fruits. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition* 45, 657–670.
- Olivas, G.I., Mattinson, D.S. ve Barbosa-Cánovas, G.V., 2007. Alginate Coatings for Preservation of Minimally Processed ‘Gala’ Apples. *Postharvest Biology and Technology*. 45:89–96.
- Oms-Oliu, G., Soliva-Fortuny, R., Martín-Belloso, O., 2008a. Using polysaccharide-based edible coatings to enhance quality and antioxidant properties of fresh-cut melon. *LWT - Food Science and Technology*, 41 (10), 1862-1870.
- Oms-Oliu, G., Odriozola-Serrano, I., Soliva-Fortuny, R., Martín-Belloso, O., 2008b. The role of peroxidase on the antioxidant potential of fresh-cut ‘Piel de Sapo’ melon packaged under different modified atmospheres. *Food Chemistry*, 106 (3), 1085-1092.
- Oms-Oliu, G., Soliva-Fortuny, R. ve Martín-Belloso, O., 2008c. Edible coatings with antibrowning agents to maintain sensory quality and antioxidant properties of fresh-cut pears. *Postharvest Biology and Technology* 50 (2008) 87–94.
- Palozza, P., Simone, R. ve Mele, M.C., 2008. Interplay of carotenoids with cigarette smoking: implications in lung cancer. *Curr Med Chem* 15:844–54.
- Pandey, P., Turton, R., Joshi, N., Hammerman, E., Ergun, J., 2006. Scale-up of a pan-coating process. *AAPS PharmSciTech* 7(4):E1–E8.
- Park, S-i, Kodihalli, I. ve Zhao, Y., 2005. Nutritional, sensory, and physicochemical properties of vitamin E- and mineral-fortified fresh-cut apples by use of vacuum impregnation. *Journal of Food Science*, 70(9), S593–S9.
- Pavlat, A.E. ve Orts, W., 2009. Edible films and coatings: Why, what, and how? In *Edible Films and Coatings for Food Applications*; Huber, K.C., Embuscado, M.E., Eds.; Springer New York: New York, NY, USA, pp. 1–23.
- Pawar, S.N. ve Edgar, K.J. (2012). Alginate derivatization: A review of chemistry, properties and applications. *Biomaterials*, 33, 3279-3305.
- Petriccione, M., Sanctis, F. D., Pasquariello, M. S., Mastrobuoni, F., Rega, P., Scortichini, M., Mencarelli, F., 2015. The Effect of Chitosan Coating on the Quality and Nutraceutical Traits of Sweet Cherry During Postharvest Life. *Food Bioprocess Technology*. 8: 394–408.
- Ray, W.L., James, B.N., 1993. *Industrial Gums*, Algin, 105-142, San Diego: Academic Press.
- Raybaudi-Massilia, R.M., Mosqueda-Melgar, J. ve Martín-Belloso, O., 2008. Edible Alginate-Based Coating as Carrier of Antimicrobials to Improve Shelf-Life and Safety of Fresh-Cut Melon. *International Journal of Food Microbiology*. 121:313–327.

- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., ve Rice, E.C., 1999. Antioxidant Activity Applying an Improved ABTS Radical Cation Decolorization Assay. *Free Radicale Biology and Medicine*. 26: 1231-1237.
- Ribeiro, C., Vicente, A.A., Teixeira, J.A. ve Miranda, C., 2007. Optimization of edible coating composition to retard strawberry fruit senescence. *Postharvest Biol Technol* 44(1):63–70.
- Risch, S.J., 2000. New developments in packaging materials. In *Food Packaging*; American Chemical Society: Washington, DC, USA, Volume 753, pp. 1–7.
- Robles- Sánchez, R.M., Rojas-Graü, M.A., Odriozola-Serrano, I., González-Aguilar, G. ve Martín-Belloso, O., 2012. Influence of alginate-based edible coating as carrier of antibrowning agents on bioactive compounds and antioxidant activity in fresh-cut Kent mangoes. *LWT-Food Science and Technology*, 50(2013) 240-246.
- Rocha, A. M. C. N., Brochado, C. M., Kirby, R. ve Morais, M. M. B., 1995. Shelf-life of chilled cut orange determined by sensory quality. *Food Control*, 6, 317-322.
- Röfle, C., Brunton, N., Gormley, R.T., Wouters, R., Butler, F., 2011. Alginate Coating as Carrier of Oligofructose and Inulin and to Maintain the Quality of Fresh-Cut Apples. *Journal of Food Science*, 76 (1), H19-H29.
- Rojas-Graü, M.A., Tapia, M.S., Martín-Belloso, O., 2008. Using polysaccharide-based edible coatings to maintain quality of fresh-cut Fuji apple. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*. 41, 139–147.
- Shit, S.C. ve Shah, P., 2014. Edible Polymers: Challenges and Opportunities. *J. Polym.*, 2014, 1–13.
- Sarengaowa, Hu, W., Jiang, A., Xiu, Z. ve Feng, K., 2017. Effect of thyme oil–alginate-based coating on quality and microbial safety of fresh-cut apples. *Science Food Agriculture*, 2018; 98: 2302–2311.
- Senturk Parreidt, T., Schmid, M., Müller, K., 2018. Effect of Dipping and Vacuum Impregnation Coating Techniques with Alginate Based Coating on Physical Quality Parameters of Cantaloupe Melon. *Journal of Food Science*, 83 (4), 929-936.
- Serrano, M., Martínez-Romero, D., Guillén, F., Valverde, J.M., Zapata, P.J., Castillo, S., Valero, D., 2008. The addition of essential oils to MAP as a tool to maintain the overall quality of fruits. *Trends Food Sci. Technol.* 19, 464–471.
- Sipahi, R.E., Castell-Perez, M.E., Moreira, R.G., Gomes, C., Castillo, A., 2013. Improved multilayered antimicrobial alginate-based edible coating extends the shelf life of fresh-cut watermelon (*Citrullus lanatus*). *LWT Food Sci. Technol.*, 51, 9–15.
- Sivertsvik, M., Rosnes, J.T. ve Bergslien, H., 2002. Modified Atmosphere Packaging. In: T. Ohlsson and N. Bengtsson *Minimal Processing Technologies in the Food Industry*. CRC Press Boca Raton Boston New York Washington, DC, 61-86.
- Skurtys, O., Acevedo, C., Pedreschi, F., Enrione, J., Osorio, F., Aguilera, J.M., 2010. Food hydrocolloid edible films and coatings. In *Food Hydrocolloids Characteristics, Properties and Structures*; Hollingworth, C.S., Ed.; Nova Science Publishers, Inc.: New York, NY, USA, pp. 41–80.
- Smidsrød, O., Skjåk-Bræk, G., 1990. Alginate as immobilization matrix for cells. *Trends Biotechnol.*, 8, 71–78.
- Soazo, M., Báez, G., Barboza, A., Busti, P.A., Rubiolo, A., Verdini, R., Delorenzi, N.J., 2015. Heat treatment of calcium alginate films obtained by ultrasonic atomizing: Physicochemical characterization. *Food Hydrocoll.*, 51, 193–199.

- Stevens, M.A., Kader, A.A., Albright, M., 1979. Potential for increasing apple flavour via increasing sugar and acid content. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 104, 40-42.
- Tapia, M.S., Rojas-Graü, M.A., Carmona, A., Rodríguez, F.J., Soliva-Fortuny, R. ve Martin-Belloso, O., 2008. Use of alginate- and gellan-based coatings for improving barrier, texture and nutritional properties of fresh-cut papaya. *Food Hydrocoll.*, 22, 1493–1503.
- Tapia, M.S., Rojas-Graü, M.A., Rodríguez, F.J., Ramírez, J., Carmona, A., Martin-Belloso, O., 2007. Alginate- and gellan-based edible films for probiotic coatings on fresh-cut fruits. *J. Food Sci.*, 72(4), E190–E196.
- Tezcan, F., 2008. Aljinat/ Kil Biyopolimer Nanokompozit Filmlerin Eldesi ve Karakterizasyonu. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, İstanbul.
- Tokatlı, K., 2016. Karides Atıklarından Kitosan Üretim Koşullarının Optimizasyonu ve Kitosandan Elde Edilen Yenilebilir Film Kaplamanın Kirazların Raf Ömrüne Etkisi. (Doktora Tezi), Gaziosmanpaşa Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Tokat.
- Tokuşoğlu, Ö., 2012. Kırkağaç'ın Tescilli Sembolü Kırkağaç Kavunu: Kırkağaç Kavununda Biyoaktif Antioksidan Profillerin Belirlenmesi Üzerine Araştırma. Celal Bayar Üniversitesi. Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Manisa.
- TÜİK, 2018. 2018 Yılı Kavun Üretim Miktarı. biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr
- USDA, 2008, National Nutrient Database for Standard Reference, release 2008.
- U.S. Food & Drug Administration. Code for Federal Regulations Title 21 Part 184—Direct Food Substances Affirmed as Generally Recognized as Safe. Available online: <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch.cfm?fr=184.1724> (accessed on 5 April 2018).
- Valero, D., Díaz-Mula, H.M., Zapata, P.J., Guillén, F., Martínez-Romero, D., Castillo, S. ve Serrano, M., 2013. Effects of Alginate Edible Coating on Preserving Fruit Quality in Four Plum Cultivars During Postharvest Storage. *Postharvest Biology and Technology*. 77:1–6.
- Van Rooyen, J., Esterhuysen, A.J., Engelbrecht, A.M., du Toit EF, 2008. Health benefits of a natural carotenoid rich oil: a proposed mechanism of protection against ischaemia/reperfusion injury. *Asia Pac J Clin Nutr* 17:316–9.
- Vargas, M., Chiralt, A., Albors, A., González-Martínez, C., 2009. Effect of chitosan-based edible coatings applied by vacuum impregnation on quality preservation of fresh-cut carrot. *Postharvest Biol. Technol.*, 51, 263–271.
- Vieira, J. M., Flores-López, M. L., de Rodríguez, D. J., Sousa, M. C., Vicente, A. A., Martins, J. T., 2016. Effect of chitosan–Aloe vera coating on postharvest quality of blueberry (*Vaccinium corymbosum*) fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 116, 88-97.
- Wang X., Spencer H.G., 1998. Calcium alginate gels: formation and stability in the presence of an inert electrolyte. *Polymer* Vol. 39 No. 13, pp. 2759-2764.
- Xiao, C., Zhu, L., Luo, W., Song, X. & Deng, Y., 2010. Combined action of pure oxygen pretreatment and chitosan coating incorporated with rosemary extracts on the quality of fresh-cut pears. *Food Chemistry*, 121, 1003–1009.

- Yaman, Ü.R. 1992. Türkiye’de Üretilen Bazı Kavunların Teknolojik Olarak Değerlendirilebilmesi Üzerine Bir Çalışma. (Doktora Tezi), Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir.
- Yang, D., Li, D., Xu, W., Liao, R., Shi, J., Fu, Y., Wang, J., Wang, Y. ve He, X., 2018. Design and application of a passive modified atmosphere packaging for maintaining the freshness of Chinese cabbage. *LWT - Food Science and Technology*, 94 (2018) 136–141.
- Younes, M., Aggett, P., Aguilar, F., Crebelli, R., Filipič, M., Jose Frutos, M., Galtier, P., Gott, D., Gundert-Remy, U., Georg Kuhnle, G., et al. 2017. Re-evaluation of alginic acid and its sodium, potassium, ammonium and calcium salts (e 400–e 404) as food additives. *EFSA J.*, 15, 5049.
- Zhang, Y., Ma, Q., Critzer, F., Davidson, P.M. ve Zhong, Q., 2015. Effect of Alginate Coatings with Cinnamon Bark Oil and Soybean Oil on Quality and Microbiological Safety of Cantaloupe. *International Journal of Food Microbiology*. 215: 25–30.
- Zhao, Y., 2012. Application of commercial coatings. In: Baldwin EA, Hagenmaier R, Bai J, editors. *Edible coatings and films to improve food quality*. Boca Raton, Florida: Taylor & Francis Group. p 319–32.
- Zink, J., Wyrobnik, T., Prinz, T., Schmid, M., 2016. Physical, chemical and biochemical modifications of protein-based films and coatings: An extensive review. *Int. J. Mol. Sci.*, 17, 1376.

7. EKLER

Ek 1: Toplam fenolik madde tayininde kullanılan çözeltiler ve kalibrasyon eğrisi

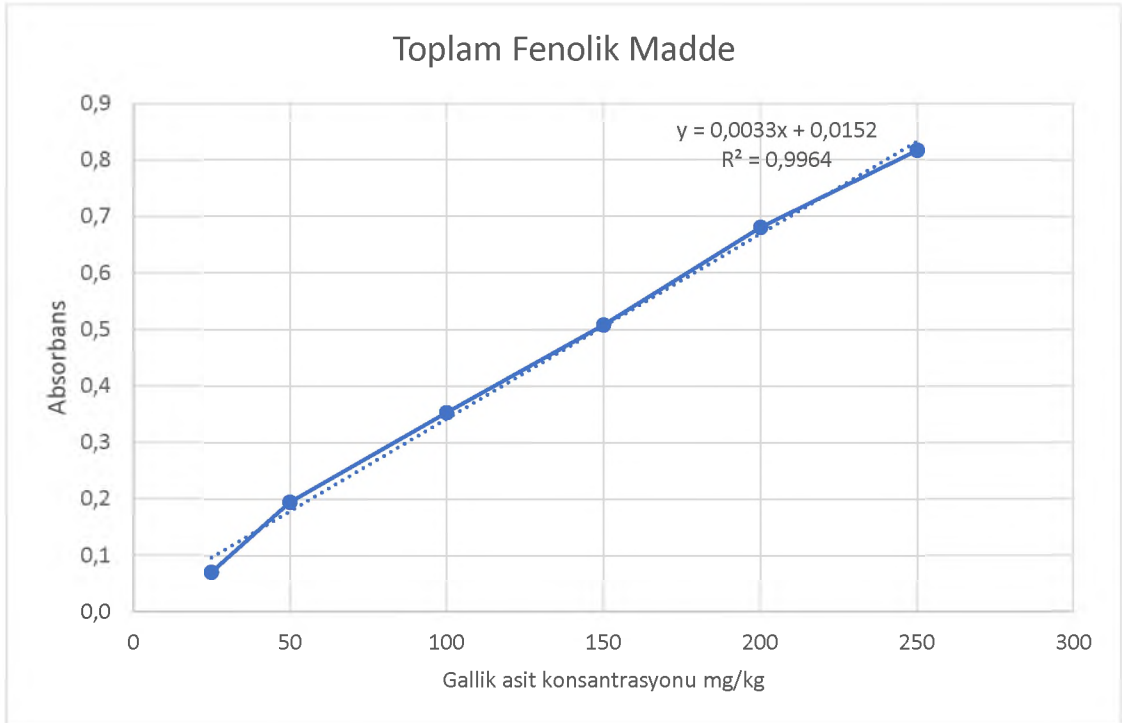
Gerekli çözeltiler:

Folin-Ciocalteu ayracı: 25 ml folin 250 ml'ye saf su ile tamamlanarak %10'luk çözelti hazırlanmıştır.

Doymuş sodyum karbonat (NaHCO_3) çözeltisi: 50 g NaHCO_3 alınarak 250 ml saf suda çözündürülerek %20'lik doymun çözelti hazırlanmıştır (24 saat önce).

Stok gallik asit çözeltisi: 0.025 g gallik asit çözeltisi 100 ml etil alkolde çözündürülmüştür.

Örnek Standart Eğri



Ek 2: Antioksidan kapasite tayininde kullanılan çözeltiler ve kalibrasyon eğrisi

Gerekli çözeltiler:

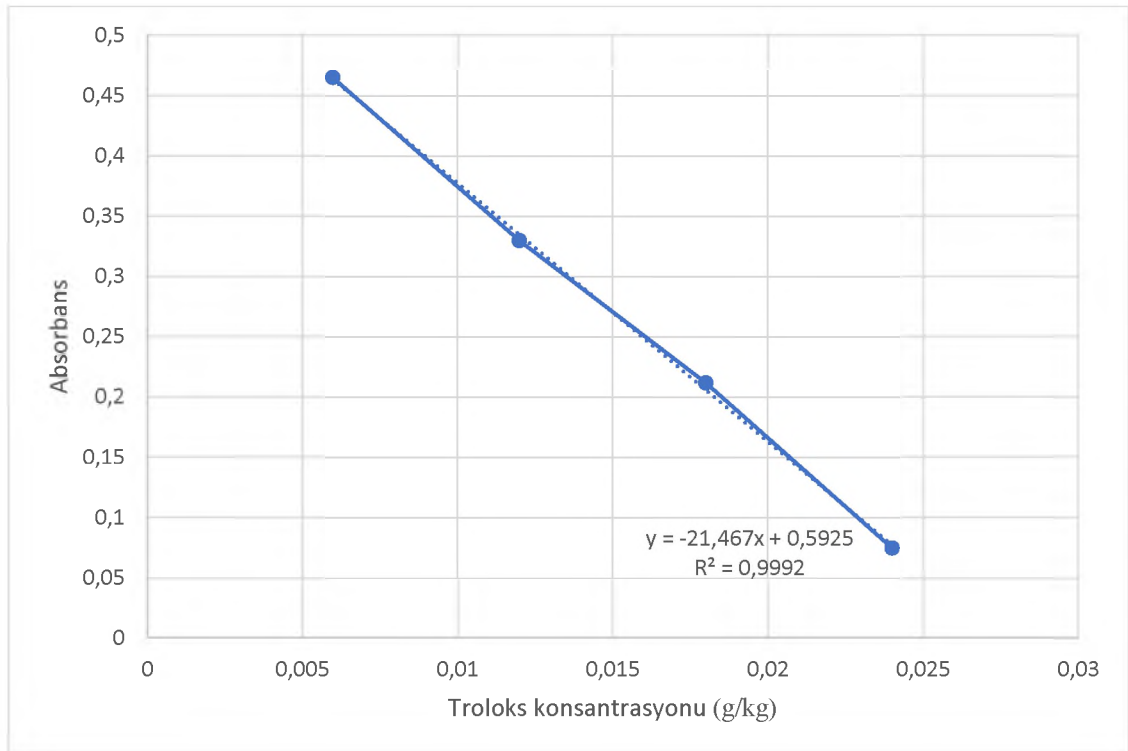
2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid) (ABTS) çözeltisi: 0.0097g ABTS 2.5 ml saf suda çözündürülmüştür.

Potasyum peroksidisülfat ($K_2O_8S_2$) çözeltisi: 0.037 g $K_2O_8S_2$ 1 ml saf suda çözündürülmüştür.

Stok çözelti: ABTS çözeltisine 44 μ l $K_2O_8S_2$ çözeltisinden ilave edilmiş ve karışım oda sıcaklığında 12-16 saat karanlık ortamda bekletilmiştir (ABTS radikal çözeltisi).

Çalışma çözeltisi; 1 ml stok çözeltisinin 88 ml etil alkol ile 734 nm'de 0.700 (\pm 0.02) absorbans değeri verecek şekilde seyreltilmesi ile hazırlanmış ve böylece başlangıç absorbans değeri belirlenmiştir.

Örnek Standart Eğri



Ek 3: Depolama boyunca tüm örnek gruplarının görünüşü



8. ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Bengü DEMİR
Doğum Yeri/Tarihi : Reşadiye-TOKAT / 21.11.1988
Yabancı Dili : İngilizce
Medeni Hali : Bekar
Adres : Marmaris/MUĞLA
e-mail : benguudemir@gmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
İlköğretim	Gazipaşa Burhan Aras İ.Ö.O., Reşadiye	2002
Lise	Reşadiye Lisesi, Reşadiye/TOKAT	2005
Lisans	Ege Üniversitesi, Gıda Müh., İZMİR	2011

İş Deneyimi	Çalışma Yılları
Eser Salça Geleneksel Gıda San. Tic. Ltd. Şti.	(01.2012–04.2012)
Dimes Gıda Sanayi ve Tic. A.Ş.	(05.2012–10.2013)
Marmaris İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü	(09.2017–.....)

Yazara Ait Yayınlar

Demir Bengü, Demirdöven Aslıhan (2019). Aljinat ve Meyve-Sebze Ürünlerindeki Uygulamaları. Journal of New Results in Engineering and Natural Science, No:1 (2019) 20-34.