



T.C.

ALANYA ALAADDİN KEYKUBAT ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ALANYA'DA YETİŞTİRİLEN BAZI TROPİKAL MEYVELERDEN ÜRETİLEN
YENİLEBİLİR KAPLAMALARIN ÇİLEK RAF ÖMRÜ KALİTESİNE
ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Yüksek Lisans Tezi

Zeynep SERTBAŞ

Danışman

Doç. Dr. Sinan UZUNLU

ALANYA

2025

T.C.

ALANYA ALAADDİN KEYKUBAT ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

ALANYA'DA YETİŞTİRİLEN BAZI TROPİKAL MEYVELERDEN ÜRETİLEN
YENİLEBİLİR KAPLAMALARIN ÇİLEK RAF ÖMRÜ KALİTESİNE
ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Yüksek Lisans Tezi

ZEYNEP SERTBAŞ

Anabilim Dalı: Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Program Adı: Gıda Mühendisliği

Danışman

Doç. Dr. Sinan UZUNLU

ALANYA
(2025)

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilemeyen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmamın Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programıyla tarandığını ve “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm.

Zeynep SERTBAŞ

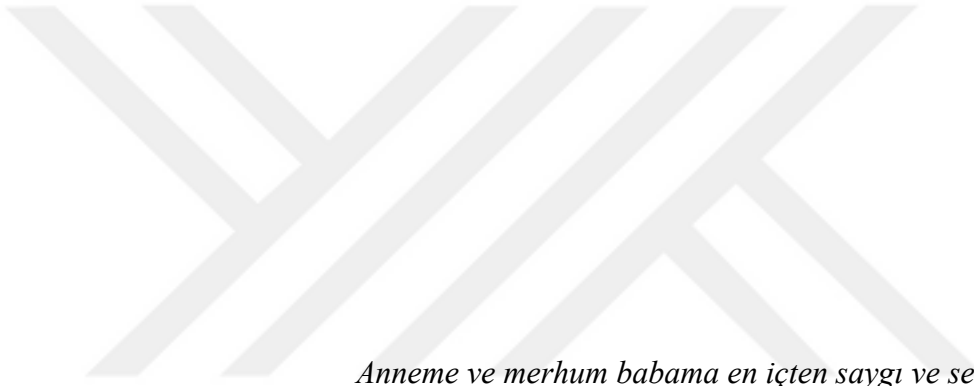
TEŞEKKÜR SAYFASI

Tez çalışmam boyunca bana rehberlik eden, her zaman destek olan ve yol gösteren, çalışmamın her aşamasında değerli görüş ve yönlendirmeleri ile bu tezin ortaya çıkmasında büyük emek veren sayın danışman hocam Doç. Dr. Sinan UZUNLU'ya, jüri üyesi olarak desteklerini esirgemeyip katkılarını sağlayan Alaaddin Keykubat Üniversitesi Turizm Fakültesi/Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümünden Prof. Dr. Özgür GÖLGE'ye ve Alanya Üniversitesi/Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümünden Doktor Öğretim Üyesi Zehra KAYA'ya, Evaporasyon işleminde desteklerini esirgemeyen BATEM'den Doç Dr. Muharrem GÖLÜKÇÜ'ye, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi BAP birimine, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi/ Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Bölümünden Doktor Öğretim Üyesi Ercan ŞENER'e,

Labaratuvar çalışmalarım boyunca destek sağlayan Alaaddin Keykubat Üniversitesi Lisans öğrencisi Melike ÜNAL'a,

Tezde kullanmış olduğum kumkuat ekstraksiyonu ve pomelo albedo ekstraksiyonlarındaki destek ve yardımları için Ayşe İrem KILIÇ'a, Didem SELLUNCAK'a ve Salim Sezer ARSLAN'a

Hayatım boyunca beni her zaman destekleyen, yoluma ışık tutan, sonsuz sabır ve fedakarlık gösteren, maddi ve manevi olarak yanımda olan ve sevgilerini hiçbir zaman esirgemeyen annem Ayşe SERTBAŞ'a, babam İbrahim SERTBAŞ'a, ablam Hasret SERTBAŞ ÇOŞKUN'a, biricik yeğenim Leyla Deniz COŞKUN'a, çalışmam boyunca beni destekleyen ve motive eden arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.



Anneme ve merhum babama en içten saygı ve sevgilerimle...

ÖZET

ALANYA'DA YETİŞTİRİLEN BAZI TROPİKAL MEYVELERDEN ÜRETİLEN YENİLEBİLİR KAPLAMALARIN ÇİLEK RAF ÖMRÜ KALİTESİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Zeynep SERTBAŞ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Şubat, 2025 (74 sayfa)

Bu çalışmada, halk arasında dikenli incir olarak bilinen *Opuntia ficus-indica*'nın kladodundan ekstrakte edilen müsilaj madde ile farklı kaplama yöntemleri (daldırarak ve film) kullanılarak kaplanan çilek meyvelerinin soğuk depolama koşullarında fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri incelenmiştir.

Daldırarak kaplama da üç farklı deneme grubu (CAC, %1'lik A1B1, %1'lik PA1) ile kaplanan çilek meyveleri 4°C'de 14 gün depolanırken, film ile kaplanan çilek meyveleri 4°C'de 21 gün depolanmıştır.

Kullanılan iki yöntemde de depolamanın ilk 14 gününde yapılan analizlerde, 4°C'de muhafaza edilen çilek örneklerinde mikrobiyolojik üreme gözlenmemiştir. Ancak film ile kaplanan çilek örneklerinde depolamanın 14. gününden itibaren toplam aerobik mezofilik bakteri ve maya/küf üremesi tespit edilmiştir. Depolama boyunca tüm örnek gruplarının pH ve ağırlık değerleri azalma göstermiştir. Tüketici tercihinde en önemli kalite parametresi olarak değerlendirilen CIE a^* değeri açısından, film ile kaplamada CIE a^* değerindeki azalma 21 günde %6.48 olur iken, daldırarak kaplanan çilek örneğinde 14 günde %8.14 olarak tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, doğrudan gıda olarak tüketemediğimiz dikenli incir, pomelo albedo ve kumkuat kabuğunun gıdaların muhafazasında ve bölgeye katkı sağlaması açısından kullanılabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Sözcükler: Dikenli incir, pomelo, kumkuat, çilek, yenilebilir kaplama,

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF EDIBLE COATINGS PRODUCED FROM SOME TROPICAL FRUITS GROWN IN ALANYA ON THE SHELF LIFE QUALITY OF STRAWBERRY

Zeynep SERTBAŞ

Department of Food Engineering

Graduate School of Alanya Alaaddin Keykubat University,

February, 2025 (74 pages)

In this study, the physicochemical and microbiological properties of strawberry fruits coated with mucilage extracted from the cladode of *Opuntia ficus-indica*, commonly known as the prickly fig, using different coating methods (dipping and film) were investigated under refrigerated storage conditions.

Strawberry fruits coated with three different experimental groups (CAC, 1% A1B1, 1% PA1) in dip coating were stored at 4°C for 14 days, while strawberry fruits coated with film were stored at 4°C for 21 days.

In the analyses performed in the first 14 days of storage in both methods used, no microbiological growth was observed in strawberry samples stored at 4°C. However, total aerobic mesophilic bacteria and yeast/mold growth was detected in strawberry samples coated with film starting from the 14th day of storage. pH and weight values of all sample groups decreased throughout storage. The CIE a^* value, which is considered the most important quality parameter in consumer preference, was measured as, the decrease in CIE a^* value was 6.48% in the film-coated strawberry sample in 21 days, while it was determined for dip-coated samples as 8.14% in 14 days. As a result, it is thought that prickly pear, pomelo albedo and kumquat peel, which we cannot consume directly as food, can be used in the preservation of food and to contribute to the region.

Keywords: Prickly pear, pomelo, kumquat, strawberry, edible coating,

İÇİNDEKİLER

İÇ KAPAK SAYFASI	
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI	i
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	ii
TEŞEKKÜR SAYFASI.....	iii
ÖZET	v
ABSTRACT.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
TABLolar LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. Yenilebilir Film ve Kaplamalar	1
1.2. Yenilebilir Film ve Kaplamalarda Kullanılan Maddeler	5
2. LİTERATÜR	8
2.1. Dikenli İncir	8
2.2. Kumkuat.....	18
2.3. Pomelo.....	23
3.YÖNTEM	28
3.1. Materyal	28
3.2. Metot.....	28
3.2.1. Ekstraksiyon	28
3.2.1.1. Dikenli incir yaprağı ekstraksiyonu	28
3.2.1.2. Kumkuat kabuğu ekstraksiyonu.....	28
3.2.1.3. Pomelo albedo ekstraksiyonu	29
3.2.2. Daldırarak kaplama ile kaplanmış çileklerde yapılan periyodik analizler	30
3.2.2.1. Fizikokimyasal analizler	31
3.2.2.1.1. pH tayini.....	31
3.2.2.1.2. Renk analizi.....	31
3.2.2.1.3. Ağırlık	31
3.2.2.2. Mikrobiyolojik analizler	31
3.2.3. Dikenli incir yaprağından yenilebilir film hazırlanması	32

3.2.3.1. Yenilebilir filmde su temas açısının belirlenmesi.....	34
3.2.3.2. Yenilebilir film ile kaplanmış çilek meyvesinde yürütülen periyodik analizler.....	34
3.2.3.2.1. Fizikokimyasal analizler	34
3.2.3.2.1.1. pH tayini	34
3.2.3.2.1.2. Renk analizi	34
3.2.3.2.1.3. Ağırlık.....	35
3.2.3.2.2. Mikrobiyolojik analizler.....	35
3.2.3.3. İstatistiksel analizler	35
4. BULGULAR.....	36
4.1. Daldırarak Kaplama ile Kaplanmış Çileklerde Yapılan Periyodik Analiz Sonuçları	36
4.1.1. Fizikokimyasal analiz sonuçları	36
4.1.1.1. Renk tayini.....	36
4.1.1.2. Ağırlık.....	37
4.1.1.3. pH tayini	38
4.1.2. Mikrobiyolojik analiz sonuçları	38
4.1.2.1. Toplam aerobik mezofilik bakteri analiz sonuçları	38
4.1.2.2. Maya/küf analiz sonuçları.....	39
4.2. Yenilebilir Film ile Kaplanan Çilek Meyvelerinde Yürütülen Periyodik Analiz Sonuçları	41
4.2.1. Fizikokimyasal analiz sonuçları	41
4.2.1.1. Renk tayini.....	41
4.2.1.2. Ağırlık.....	41
4.2.1.3. pH tayini	41
4.2.2. Mikrobiyolojik analiz sonuçları	41
4.2.2.1. Toplam aerobik mezofilik bakteri analizi.....	41
4.2.2.2. Maya/küf analiz sonuçları.....	42
4.3. Elde Edilen Filmde Su Temas Açısı Sonucu	43
5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER	44
5.1. Daldırarak Kaplama Yöntemi ile Elde Edilen Sonuçlar	44
5.1.1. Fizikokimyasal analizler.....	44
5.1.1.1. Renk tayini.....	44
5.1.1.2. Ağırlık.....	48

5.1.1.3. pH tayini	49
5.1.2. Mikrobiyolojik analizler	50
5.1.2.1. Toplam aerobik mezofilik bakteri sonuçları	50
5.1.2.2. Maya/küf analiz sonuçları	51
5.2. Elde Edilen Filmde Su Temas Açısının Belirlenmesi	53
5.2.1. Daldırarak kaplanmış ve film ile kaplanmış çilek meyvelerinin mukayese edilmesi	54
5.2.1.1. Fizikokimyasal analizler	54
5.2.1.1.1. Renk tayini	54
5.2.1.1.3. pH tayini	56
5.2.1.2. Mikrobiyolojik analizler	56
5.2.1.2.1. Toplam aerobik mezofilik bakteri analiz	56
5.2.1.2.2. Maya/küf analizi	56
5.3. Sonuçlar ve Öneriler	57
6. KAYNAKLAR	59

TABLolar LİSTESİ

Tablo 4. 1. 4°C’de daldırarak kaplanan çilek meyvesinin 14 günlük ve film ile kaplanan çilek meyvesinde 21 günlük depolama süresince pH, ağırlık, renk ve mikrobiyal değişimleri	40
---	----



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. 1. Yenilebilir film ve kaplamaların yapımında kullanılan materyallerin sınıflandırılması (Tural vd., 2017).....	6
Şekil 2. 1. Dikenli incir (Opuntia ficus-indica) kladoduna ilişkin bir görsel.....	9
Şekil 2. 2. Kumkuat (Citrus fortunella) meyvesine ilişkin bir görsel.....	19
Şekil 2. 3. Pomelo (Citrus maxima) meyvesine ilişkin bir görsel.....	24
Şekil 3. 1. Dikenli incir yaprağından elde edilen kaktüs suyu ekstraktına ilişkin bir görsel.....	28
Şekil 3. 2. Kumkuat meyvesinden elde edilen kumkuat ekstraktına ilişkin bir görsel...	29
Şekil 3. 3. Pomelo albedodan ekstraktına ilişkin bir görsel.....	30
Şekil 3. 4. Çilek meyvelerinin kaplanmasında kullanılan kaktüs suyu ile hazırlanan deneme gruplarına ilişkin bir görsel (sırasıyla soldan sağa A1B1, PA1, CAC).....	30
Şekil 3. 5. Film oluşturma şeması.....	33
Şekil 4. 1. Daldırarak kaplanan ve depolanan çilek meyvelerine ilişkin bir görsel.....	37
Şekil 4. 2. Daldırarak kaplanan çilek meyvelerinde depolama sırasında gözlemlenen mikrobiyal üremelere ilişkin görseller a-b) Maya/Küf gelişimine ait görsel c-d) Toplam mezofilik bakteri gelişimine ait görsel.....	39
Şekil 4. 3. Yenilebilir film ile kaplanan çilek meyvesine ilişkin bir görsel.....	42
Şekil 4. 4. Kaktüs suyu ekstraktı ile hazırlanan filmde su temas açısına ilişkin bir görsel.....	43
Şekil 5. 1. Kaktüs suyu ile hazırlanan farklı deneme grupları ile kaplanan çilek meyvelerinin ve farklı depolama günlerine ilişkin görsel.....	48
Şekil 5. 2. Kaktüs suyu ile hazırlanan farklı deneme grupları ile kaplanan çilek meyvelerine ilişkin görsel (Yukarıdan aşağıya doğru Kontrol, CAC, A1B1, PA1).....	54
Şekil 5. 3. Yenilebilir film ile kaplanan çilek meyvesine ilişkin bir görsel.....	55

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

%	Yüzde
g	Gram
kg	Kilogram
°C	Santigrat derece
Lt	Litre
dk	Dakika
ml	Mililitre
mm	Milimetre
S	Saniye
Mg	Miligram
>	Büyüktür
<	Küçüktür
pH	Asitlik

Kısaltmalar

A1B1	Kumkuat suyu ekstraktı
BH	Bütillenmiş hidroksianisol
BHT	Bütillenmiş hidroksitoluen
CAC	Kaktüs suyu ekstraktı
DGPP	3',5'-Di-C-β-glukopiranozilflorelin
DPPH	2,2-difenil-1-pikrilhidrazil radikal süpürme kapasitesi tayini
FRAP	Demir indirgeyici antioksidan güç tayini
FTIR	Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi
HPLC	Yüksek performanslı sıvı kromatografisi
kob/g	Gram'da koloni oluşturan birim
NMR	Nükleer manyetik rezonans
OFI	Opuntia ficus-indica
PA1	Pomelo albedo ekstraktı
PET	Polietilen tereftalat
PG	Propilgallat

PP-PET	Kompozit film
PS	Polistiren
SÇKM	Suda çözümlü kuru madde
TBH	Tersiyerbütül hidrokinon
TFM	Toplam flavonoid miktarı
TMM	Toplam mezofilik mikroorganizma
TPM	Toplam psikrotrofik mikroorganizma
WVP	Su buharı geçirgenliği
YFK	Yenilebilir film ve kaplamalar



1. GİRİŞ

1.1. Yenilebilir Film ve Kaplamalar

İnsanlık tarihinin ilk dönemlerinde toplumlar temel beslenme gereksinimlerini avlanarak ya da doğada bulunan meyve, yemiş, bitki ve bitki köklerini toplayarak sağlamışlardır. Ancak insanlar yerleşik toplum haline geçince, bu topluluklarda gıdanın korunması ve saklanması ihtiyacı ortaya çıkmaya başlamıştır. Bu nedenle insanlar gıdaların bozulmasını önlemek adına uygun koruma yöntemi arayışına başlamışlardır. Bu arayışlar sonucunda; gıdaların bozulmasını önlemek için M.Ö. 3000'den kalma cam kapların ve daha da eskilere uzanan toprak kapların bulunduğu, her ikisinin de yiyecekleri saklamak için kullanıldığı ve parafin, zift veya mantarla kapatıldığı bilinmektedir. M.S. 1. yüzyılda da alkol ve süt muhafazası için deri çantalar ve içleri çam reçinesi ile kaplanmış ahşap kavanozlar kullanılmıştır (Al-Hayalı, 2022).

Kayıtlara göre; et, meyve, sebze, sosis, şekerleme gibi bazı ürünlerin su kaybını önlemek ve görünümünü iyileştirmek amacıyla 12. yüzyılın başlarından beri yenilebilir film ve kaplamalar kullanıldığı bilinmektedir. Yenilebilir filmlerin ilk kullanımında amaç; meyve ve sebzelerde nem kaybını azaltmak ve duyuşal özelliklerin kalitesini arttırmaktır (Baldwin vd., 2011). Çin'de limon ve portakalın nem kaybını azaltmak için ilk uygulama olarak mum ile kaplama kullanılmıştır. 16. yüzyılda Avrupa'da aynı amaçla et ürünlerinde yüzeyin yağ ile kaplanması, 19. yüzyılın başlaması ile daha çok jelatin bazlı kaplamalar tercih edilmeye başlanmıştır (Uçan & Mercimek, 2013). Nüfus yoğunluğunun artmasıyla beraber gıda kaynaklarının ve ekim alanlarının sınırlı olması, üretilen gıda ürünlerinin dayanıklılığını arttırabilmek adına ambalaj malzemelerinin kullanımını gerekli hale getirmiştir. Zaman içerisinde iş hayatında kadın çalışan sayılarında meydana gelen artış ile pratik ve fonksiyonel ambalaj malzemelerine duyulan ihtiyaç hazır gıdaya duyulan ihtiyaç arttırmış ve gıda sektörünün gelişiminin hızlanmasına ve sayıca artmalarına sebep olmuştur (Temiz & Yeşilsu, 2006; Kılınççeker O. vd., 2009).

Gıdalarda tüketicinin sofrasına gelinceye kadar geçen süre içerisinde çeşitli etkenler (üretim, depolama ve nakliye) nedeniyle bozulmalar oluşabilmektedir. Gıdaların kalitesinde oluşabilecek kayıpları önlemeye ve gıda bütünlüğünü sağlanmaya ilişkin birçok ambalaj türü kullanılmaktadır. Genellikle ambalajlar sentetik plastiklerden üretilmektedir ancak son zamanlarda çevre kirliliği ve gıda ile istenmeyen etkileşimler nedeniyle, sentetik ambalajların yerine yenilebilir ambalajlar geliştirilmeye yönelik

çalışmalar başlamıştır. Yenilebilir film ve kaplamaların (YFK); gıdaların fiziksel, mikrobiyolojik ve kimyasal kaynaklı bozulmalarına karşı koruyucu etki gösterdiği ve gıdaların kalitesini geliştirdiği çeşitli çalışmalar ile ortaya konulmuştur (Uçan & Mercimek, 2013).

Meyvelerin ucuz ve fazla olduğu zamanlarda; raf ömrü kısa olan meyvelerin yılın her döneminde tüketime olanak sağlanması amacı ile pastörizasyon, soğukta muhafaza, kurutma gibi birçok muhafaza yöntemleri uygulanmaktadır (Akbal & Vural, 2018). Meyvelere uygulanan herhangi bir fiziksel işlem; su kaybına, enzimatik esmerleşmeye, tekstüründe bozulmaya, hoş olmayan tat ve aromaların oluşmasına, mikrobiyal bozulmanın hızlanmasına, gıdaların kalitesini ve raf ömrünü doğrudan etkileyen olumsuzluklara neden olmaktadır. Bu olumsuzluklar, gıdalara koruma amaçlı uygulanacak minimal işlemleri zorunlu hale getirmektedir (Ahvenainen, 1996; Temiz & Dilay, 2017).

Gıdaların kalitesinde oluşabilecek kayıpları önlemeye ve gıda bütünlüğünü sağlanmaya ilişkin birçok ambalaj türü kullanılmaktadır. Genellikle ambalajlar sentetik plastiklerden üretilmektedir ancak son zamanlarda çevre kirliliği ve gıda ile istenmeyen etkileşimler nedeniyle, sentetik ambalajların yerine yenilebilir ambalajlar geliştirilmeye yönelik çalışmalar başlamıştır. Yenilebilir film ve kaplamaların, gıdaların fiziksel, mikrobiyolojik ve kimyasal kaynaklı bozulmalarına karşı koruyucu etki gösterdiği ve gıdaların kalitesini geliştirdiği çeşitli çalışmalar ile ortaya konulmuştur (Uçan & Mercimek, 2013).

Gıdaların üretim sistemlerinde daha uzun raf ömrüne sahip daha kaliteli gıdalar elde edebilmek için çevre dostu ambalajlamaya uygun niteliklerde yenilebilir film araştırmaları son 10 yılda hızlı bir şekilde artış göstermiştir. Yenilebilir film ve kaplamalar (YFK), gıdaların güvenilirliğini ve kalitesini artırmak amacıyla gıda ambalajlarına alternatif olarak önerilmişlerdir. Bu teknoloji; çoğunlukla buhar, gaz veya yağ gibi maddelere karşı engelleyici olarak ayrıca doku arttırıcı, antioksidan ve antimikrobiyal gibi aktif maddelerin de bir noktadan başka bir noktaya taşınmasında görev almaktadır. Yenilebilir film ve kaplamalar farklı kaynaklardan elde edilebileceği gibi birçok protein, yağ ve karbonhidratların taşıyıcı polimeri olarak ta tercih edilen materyallerdir (Uçan & Mercimek, 2013).

Yenilebilir film ve kaplamaların; basit teknoloji ile ulaşılabilen yüksek bariyer özelliği, toksik madde içermemesi, sağlık açısından güvenli olması ve üstün duyuşal özellikleri gibi temel gereksinimleri karşılamaları gerekmektedir.

Su bariyeri niteliği, genellikle yenilebilir filmler için faydalıdır çünkü taze veya dondurulmuş ürünlerin dehidrasyonunu geciktirir. Ayrıca, gaz değişimlerinin kontrol edilmesi meyvelerin daha taze kalmasını sağlar (Debeaufort vd., 1998). Dolayısı ile, ambalaj ve çevresi arasında kütle transferleri konusunda seçicilik gerekmektedir.

Yenilebilir filmler, organik biyopolimer bazlı ve ince yapılı materyallerdir. Bu materyaller, gıdaların yüzeyine kaplama şeklinde uygulanarak gıdaları dışarıdan gelebilecek darbelere karşı korumak amacıyla kullanılmaktadır (Sobral vd., 2001; Galus vd., 2012). Petrol türevi kimyasal kaynaklı ambalaj malzemeleri biyobozunur yapıda olmamaları nedeniyle doğada kendiliğinden yok olamazken, organik yapılı kaynaklardan elde edilen yenilebilir film ve kaplamalar doğada kendiliğinden yok olabilmektedir. Bu özellikleri, yenilebilir film ve kaplamaların doğaya zarar vermeyen ambalaj materyali olarak ilgi görmesine ve tercih edilmesine neden olmaktadır. Aynı zamanda, yenilebilir film ve kaplamaların mekaniksel ve fiziksel özelliklerinin geliştirilebiliyor olması ambalaj materyaline iyi bir alternatif oluşturmasına ve kullanılmasına olanak sağlamaktadır (Lee & Min, 2014).

Yenilebilir film ve kaplamalar gıda kaynaklı oluşabilecek mikrobiyolojik bozulmaları engelleyebilmektedir. Yenilebilir film ve kaplamaların yapısına dahil edebileceğimiz antimikrobiyal içeriğe sahip maddeler, gıdaların bozulmasını engelleme veya kontrol altına alma konusunda başarılı sonuçlar vermektedir. Ayrıca; gıdaların antimikrobiyal madde içeren çözeltilere daldırılması, bu maddeleri içeren film ile kaplanması veya gıdanın yüzeyine doğrudan püskürtülmesi gibi yöntemlerle de mikrobiyolojik kontaminasyon engellenebilmektedir. (Temiz & Yeşilsu, 2006; Lee & Min, 2014).

Yenilebilir filmler, gıdalardan bağımsız olarak hazırlanan ve sonrasında gıdaların kaplanmasında kullanılan ambalaj materyalleridir. Yenilebilir kaplamalar ise, kaplama işleminin doğrudan gıdanın kendisine uygulanması ile elde edilen ince tabakalı ambalaj materyalleridir. Başka bir deyişle yenilebilir kaplamalar, gıdalara doğrudan uygulanan ince tabakalı kaplama materyallerini ifade ederken; yenilebilir filmler ise gıda bileşenleri ya da gıdanın üzerinde kullanılmak için hazırlanmış, ince ve yenilebilir materyallerdir. (Aldemir, 2013).

Yenilebilir ambalajlar gıdaların nitelik özelliklerini geliştirilebilmektedir. Gıdaların rengini ve parlaklığını korumada kullanıldığı gibi gıdaların sertlik ve yapışkanlık özelliklerini stabil tutmak amacıyla da ambalaj olarak kullanılabilir. Filmin işlevselliği, filmi oluşturan komponentlerin kuvvetine ve filmde kullanılan

ürünlerin içerik yapılarına bağlı olarak değişebilmektedir (Debeaufort vd., 1998). Yenilebilir film ve kaplamalarda kullanılan farklı uygulama yöntemleri mevcuttur. Kaplama yöntemleri uygulacak gıda maddesinin türüne göre belirlenmekte ve değişiklik göstermektedir (Yıldız & Yangılar, 2016). Bu yöntemleri aşağıdaki gibi sıralayabiliriz;

1. Daldırarak kaplama metodu, gıdaların kaplama çözeltisine daldırılması ve süzülmesi ile kaplanmasını sağlayan bir yöntemdir. Et, tavuk ve balıklarda asetil gliseritlerin, meyve ve sebzelerde mumlamanın uygulanması için önerilmektedir.

2. Püskürterek kaplama metodu, gıdanın üzerine homojen, muntazam ve ince bir kaplama oluşturulmak istenildiği durumlarda tercih edilmektedir. Sadece tek bir yüzeyin korunması gerektiren ürünlerde kullanılması uygundur.

3. Dökme ile kaplama metodu, film oluşturmak için hazırlanan çözeltinin kuru ve düz bir zemin üzerine ince bir tabaka halinde dökülüp, kurutulup, soğutulmasıyla oluşan ve gıdaların kaplanmasında kullanılan bir yöntemidir.

4. Boyama ile kaplama metodu, sıvı yapıdaki kaplama çözeltisinin fırça ile ürün yüzeyinin boyanarak kaplandığı bir yöntemdir. (Yıldız & Yangılar, 2016).

Yenilebilir film ve kaplamaların sentetik yapıda olan ambalaj malzemelerine kıyasla avantaj sayılabilecek bazı özellikleri vardır. Bunlar, gıda ile tüketilebiliyor olmaları, organik yapıları nedeniyle doğa kirliliğine sebep olmamaları, heterojen gıdalara da (ekmek, kek, kurabiye vb.) uygulanabiliyor olmaları, uygulandıkları gıdaların besin değerini artırıcı etki göstermeleri ve organik yapılarını bozmamaları gibi olumlu etkiler göstermesidir (Gennadios & Weller, 1991).

Yenilebilir film ve kaplamalar, gıdaların solunum hızını yavaşlatmak, nem kayıplarını önlemek, mekanik özellikleri geliştirmek, ürünün aroma ve renk maddelerini taşımak, şeklini korumak, antimikrobiyal ve antioksidan bozulmalara karşı korumak amacıyla da tercih edilmektedirler. Bunların dışında kaplamalar; gıdalardaki stabiliteyi sağlayarak, kaliteyi, güvenliği ve işlevselliği daha da arttırmak amacıyla antioksidan, antimikrobiyal, besin ve tat gibi fonksiyonel bileşenleri de bünyelerinde taşıyabilmektedir (Krochta & Mulder-Johnston, 1997; Debeaufort vd., 1998). Her ürün için farklı proses aşamalarına ihtiyaç duyulması, uygulanabilecek ürün sayısının az olması ve maliyetlerinin yüksek tutarlarda olması gibi bazı dezavantajları olduğu noktalar vardır (Işık vd., 2013).

Yenilebilir film ve kaplamalar; lipit, protein, polisakkarit ve bu üçünün farklı kombinasyonlarından meydana gelen yapısal biyopolimerler olmak üzere dört grupta sınıflandırılabilmektedir (Varela & Fiszman, 2011).

Birçok polisakkarit; triaçil ve proteinin tek başına veya bir araya gelerek komponent oluşturmasıyla yenilebilir film ve kaplamaların üretiminde kullanılmaktadır. Polisakkarit bazlı yenilebilir filmlerin üretiminde pektin, nişasta, selüloz, kitosan ve aljinat kullanılmaktadır (Dhanapal, A., vd., 2012). Yenilebilir film ve kaplamaların işlevsel özellikleri; gıdaların yapısal bütünlüklerinin devamlılığını sağlayabilmek için dışarıdan gelebilecek darbelere karşı korumak, O₂ ve CO₂ gibi gazların transferlerini yavaşlatmak, yapısına eklenebilen aroma, tat ve renk gibi maddelerin eklenmesiyle gıdalara organoleptik özelliklerini arttırmada katkı sağlamak, antimikrobialerin ve antioksidanların taşıyıcı yüzey olarak kullanılmalarıdır (Yılmaz vd., 2007). Yenilebilir filmler, ürünlerini depolama stabilitesi süresini arttırmak için yapısına antimikrobiyal aktiviteye sahip bitki özleri eklenerek desteklenebilmektedir (Janjarasskul & Krochta, 2010).

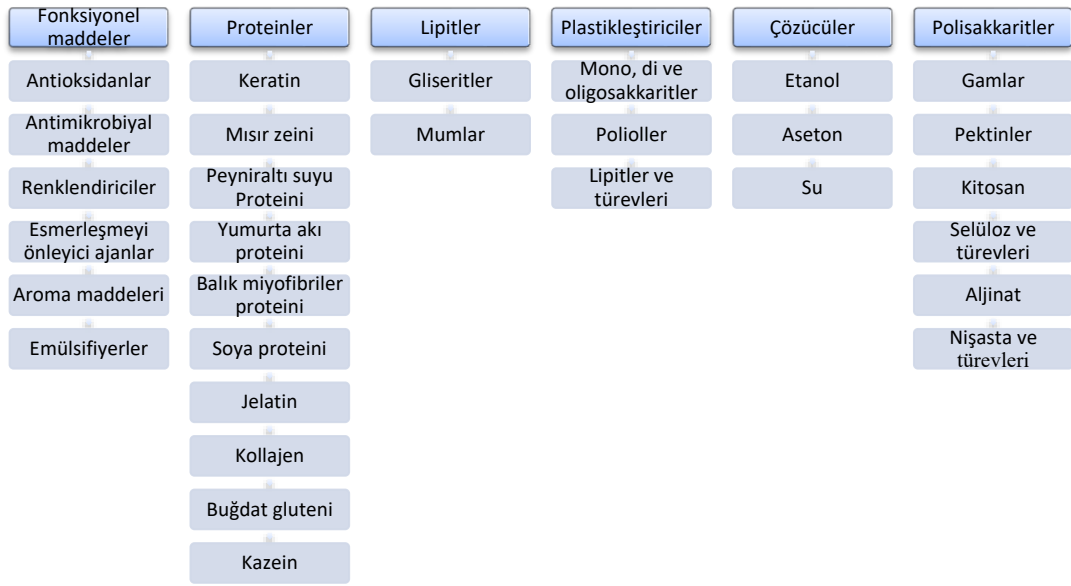
Ayrıca, son dönemlerde yenilebilir ambalaj kullanımına yönelik talep ve ilginin hızla artması, gıdaların raf ömrünü uzatması ve yenilebilir kaplama ile kaplanan gıdaların kalitesi hakkında güzel sonuçlar elde edilmesi, minimum düzeyde işlem görmüş gıdalara karşı tüketicilerin ilgilerindeki artış ile de ilişkilendirilebilmektedir (Diab vd., 2001).

1.2. Yenilebilir Film ve Kaplamalarda Kullanılan Maddeler

Yenilebilir film ve kaplamaların yapısına antioksidan ve antimikrobiyal maddelerin eklenmesi ve bunların depolanma boyunca aşamalı olarak kritik konsantrasyonunu sürdürerek etki göstermesi gıdaların muhafazasında önemli rol oynamaktadır (Appendini & Hotchkiss, 2002).

Filmin hazırlanmasında kullanılan lipit, protein ve polisakkarit gibi organik yapılı polisakkaritlerin yapısal özelliklerinin farklı olması; hem film üzerinde farklı etkiler oluştururken hem de filmin gıda üzerindeki etkilerinde farklılık oluşturmaktadır (Pavlath & Orts, 2009).

Genel olarak; filmde kullanılan materyallerden lipitlerin su transferini azaltma, polisakkaritlerin O₂ ve diğer gazların geçiş kontrolü, proteinlerin de filmlere mekanik dayanımı kazandırma amacı ile kullanıldıkları bilinmektedir (Üstünoğlu, 2009).



Şekil 1. 1. Yenilebilir film ve kaplamaların yapımında kullanılan materyallerin sınıflandırılması (Tural vd., 2017).

Yenilebilir film ve kaplamaların yapımında kullanılan materyaller organik yapılabilecekleri gibi iki veya daha fazla basit elementin bir araya gelmesiyle de kullanılabilir. Örnek verecek olursak antioksidan olarak; tokoferol, askorbik asit, flavonoid, retinol, polifenol ve karotenoidlerin kullanılabilirliği gibi sentetik olarak da; tersiyerbütül hidrokinon (TBH), bütillenmiş hidroksianisol (BH), propilgallat (PG), bütillenmiş hidroksitoluen (BHT) gibi maddelerin de antioksidan olarak kullanılabilirliği bildirilmiştir (Salık, 2019).

Her ne kadar incelenen araştırmaların olumlu yönleri bulunsun da yenilebilir film ve kaplamaların üretimi ve kullanımında birtakım dezavantajlar bulunabilmektedir. Örneğin, yenilebilir kaplamaların minimum düzeyde işlenmiş meyvelere uygulanması, malzemelerin kesilmiş meyvenin hidrofilik yüzeyine zor yapışması, antimikrobiyal bileşiğin bozulması veya yetersiz difüzyon oranlarıyla ilgili bazı teknik sorunlarla karşı karşıya olduğu da belirtilmektedir (Campos vd., 2011).

Katman katman (LbL) elektro kaplama tekniği kullanılarak çok katmanlı bir kaplama yapısının geliştirilmesi bu sorunları çözebilecektir (Ariga & Hill, 2010; Gomes vd., 2011a). Bu prosedür; bakteri hücreleri, meyveler ve sebzeler gibi malzemeler üzerinde hassas bir şekilde kontrol edilen kalınlık, özellik ve performansa sahip kaplamalar sağlayabilir (Caruso & Mohwald, 1999).

Yenilebilir kaplamaların; elma (Rojas-Grau vd., 2007), çilek (Han vd., 2004; Han vd., 2005; Robledo vd., 2018; Shao vd., 2018; Emamifar vd., 2019; Khodaei & Hamidi-Esfahani, 2019; Yan vd., 2019; Yaribeigi, 2020; Liguori vd., 2021), kavun (Raybaudi-Massilia vd., 2008), mango (Chien, Sheu & Yang, 2007), üzüm (Valverde vd., 2005), papaya (Maringgal vd., 2019) ve muz (Bico vd., 2009) gibi meyvelerin raf ömrünü uzatmada iyi bir etkiye sahip olduğu, mikrobiyolojik üremeyi engellediği görülmüştür (Ponce vd., 2008). Şeftali meyvesi gibi darbelere karşı hassas olan meyvelerin raf ömrünü uzatmada ve meyvelerin solunum hızını azaltma konusunda çalışmalar yapılmış ve olumlu sonuçlar elde edilmiştir (Li & Yu, 2001).

Bu bilgiler ışığında, bölgemizde bu kapsamda bir araştırmaya rastlanmadığı için, belirtilen amaç ve hedeflere ulaşılmaya çalışılmıştır:

- Dikenli incir (*O. ficus-indica*) yapraklarından en uygun ekstraksiyonun elde edilmesi,
- Dikenli incir (*O. ficus-indica*) yapraklarından daldırma çözeltisinin hazırlanması,
- Kumkuat ve pomelo meyvelerinden en uygun ekstraksiyonun elde edilmesi,
- Elde edilen daldırma çözeltisine biyoaktif bileşenlerin katılarak antimikrobiyal aktivite kazandırılması,
- Kolay bozulabilen çilek meyvesinin elde edilen çözelti ve filmler ile kaplanarak depolama stabilitesinin artırılması,
- Son olarak, gıda ürünlerdeki ekonomik kayıpların azaltılarak sosyo-ekonomik düzeyde katkı sağlanması da projenin hedefleri arasındadır.

2. LİTERATÜR

Bu bölümde sırasıyla; dikenli incir, kumkuat ve pomeloya ilişkin bilgiler sunulacaktır.

2.1. Dikenli İncir

Opuntia ficus-indica (Dikenli incir), *Cactaceae* (kaktüsgiller) ailesinin *Opuntia* cinsine ait olan yarı kurak ve kurak bölgelerde yetişen çok yıllık bir bitki türüdür (Duru & Türker, 2005; de Wit vd., 2010; Dengiz & Zengin, 2016). *Opuntia* cinsinden oluşan birçok kaktüs bitkisinin meyvelerinin yenilebilir ve yüksek aromaya sahip oldukları bilinmektedir. *Opuntia* cinsinin en verimli türünün dikenli incir olduğu bilinmektedir ve meyveleri oldukça lezzetli ve yüksek aromaya sahiptir (Barbera vd., 1992; Belviranlı, 2016). Anavatanı batı yarıkürede yer alan Amerika kıtası olarak bilinmektedir ve buradan Avrupaya, Akdeniz ülkelerine, Kuzey Afrika ve Orta Doğu gibi bölgelere uyum gösterdikleri bilinmektedir. (Yılmaz, 2013). Yarı kurak ve kurak iklimlere sahip bölgelerde alternatif olarak yetiştiriciliği yapılırken, subtropik ve tropik iklime sahip yerlerde de yetiştiriciliğinin yaygın olarak yapıldığı görülmektedir (Matthaus & Özcan, 2011). Ticari olarak yetiştiriciliği yapılan *Opuntia* cinsinin en yaygın türünün *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill olduğu belirtilmiştir ve Akdeniz iklimiyle de oldukça iyi uyum sağladığı görülmüştür (Aksoy, 1995; Aksay vd., 1998; Karababa vd., 2004).

Ülkemizde dikenli incir bitkisinin yetiştiriciliğinin yapılması için tesis edilmiş bir bahçe bulunmamakla birlikte Ege ve Akdeniz bölgesinin kıyı şeritlerinde genellikle ev ve yol kenarlarında sınır bitkisi olarak yetiştirilmektedir. Kültür ve ıslah çalışması yapılmayan dikenli incir halk arasında mantiriç, babutsa, frenk yemişi, hint inciri, kaynanadili, mart yemişi, kürek yemişi, kaktüs inciri gibi değişik yerel isimlerle anılan bir bitkidir (Uzun & Şengül, 1994; Karababa vd., 2004; Bekir, 2006).

Opuntia ficus-indica meyvesinin 200 ile 300 arası türden oluştuğu bilinmektedir. Dikenli incir meyvesi değişken fitokimyasal bileşiminin yanı sıra yüksek ekolojik adaptasyona sahip bir bitkidir. Meksika orijinli meyvenin birçok Akdeniz ülkesinde yetiştiriciliği yapılmaktadır (Inglese vd., 2002; Stintzing & Carle, 2005). Ülkemizde daha çok Antalya, Mersin, Muğla gibi şehirlerde yetiştirilmektedir (Duru & Türker, 2005).

Sarı ve turuncu gibi renklerden oluşan dikenli incir meyvelerinin olgunluğa erişmesi ülkemizde genellikle Ağustos ve Eylül aylarını bulmaktadır ve sabah erken saatlerde hasadı yapılmaktadır. Kuzey Amerika gibi benzer iklimlere sahip bölgelerde

daha çok kırmızı ve mor gibi renklere sahip olan türleri tercih edilebildiği gibi, damak tadına bağlı olarak yeşil renkli hali de tüketiciler tarafından tercih edilebilmektedir (Barbera vd., 1992). Zoghلامي vd. (2002)'nin yapmış oldukları araştırmada; dikenli incir bitkisinin 2-3 yaşından itibaren ürün vermeye başladığını ama ticari amaçla değerlendirilemeyeceğini ancak bitkinin 7-8 yaşına geldiğinde ekonomik verim olgunluğuna eriştiğini belirlemişlerdir (Güzel, 2019).

Dikenli incirin ağırlığının yarısı kabuktan oluşmasına rağmen meyvenin verimliliği ve sahip olduğu bileşim özellikleri ele alındığında ticari olgunluğa sahip bir meyve olduğu görülmektedir. Meyvenin %45-67'si pulp, %33-55'i dikenli kabuk ve %2-10'u da çekirdekten oluşmaktadır. Meyveyi oluşturan bileşimlerde görülebilecek yüzde değişimler; meyvenin çeşidine, bulunduğu bölgenin iklimine, hasat edildiğini zamana, meyve yüküne, çekirdek sayısındaki verime ve bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Sawaya vd., 1983; Piga, 2004).



Şekil 2. 1. Dikenli incir (*Opuntia ficus-indica*) kladoduna ilişkin bir görsel

Kaktüs bitkileri, bitkinin su tutmasını sağlayan polisakkaritlerden oluşan nopal pedler veya kladodlar adı verilen etli, botanik olarak eklemli gövdelerden oluşur. Nopal kladodları insan gıdası ve sığır yemi olarak önemli ticari değere sahiptir (Grünwaldt vd., 2015). Bununla birlikte, nopal kaktüslerin kozmetik ve farmasötik maddeler için içerik kaynağı olmak, un yerine geçmek ve biyoyakıt üretiminde olmak gibi başka katma değerli kullanımları vardır (El-Mostafa vd., 2014).

Dikenli incirin (*Opuntia ficus-indica*) kabuklarından elde edilen müsilaj, karbonhidrat niteliğinde oldukça dallanmış karmaşık bir polimerik yapıya sahiptir (Medina-Torres vd., 2000) ve değişen oranlarda L- arabinoz, D-galaktoz, L-ramnoz ve D-ksiloz içerir (Sáenz vd., 1992; Goycoolea & Cárdenas, 2003; Sepulveda vd., 2007). Dikenli incir müsilajının reolojik özellikleri, onu yüksek nutrasötik değere sahip yenilebilir kaplamaların üretimi için ilgi çekici kılmaktadır. Dikenli incir kabuklarından elde edilen müsilaj, meyve yüzeyinde yenilebilir bir kaplama oluşturarak, işlenmiş ürünün yüzeyini parlak hale getirir.

Dikenli incir kabuklarından elde edilen müsilaj, emülsifiye edici özelliklerinden dolayı gıda endüstrisinde kullanılabilecek umut verici bir doğal malzemedir (Medina-Torres vd., 2000). Bu malzeme, gıda ürünlerinin raf ömrünü uzatmak için yenilebilir bir kaplama olarak kullanılmaktadır (Del-Valle vd., 2005).

Dikenli incir, bilinen pek çok faydası olması nedeniyle gıda sektöründe tercih edildiği gibi sağlık sektörü tarafından da tercih edilmektedir. Yapısında doğal olarak bulunan flavonoidler, fenoller, linoleik asitler, karotenler ile vitaminler (C, E, B vitaminleri), serbest aminoasitler (Alenin, Lisin, Fenilalenin gibi) ve mineraller (K, Ca, P ve Se gibi) (El-Razek & Hassan, 2011; Ghazi vd., 2015; Wan vd., 2019) kardiovasküler rahatsızlıklarda, kolesterol ve diyabet gibi günlük yaşamımızda da sık rastlanan sağlık problemlerine karşı iyileştirici etkiye sahip olduğu yapılan bilimsel araştırmalarla belirlenmiştir (Stintzing vd., 2001; Güzel, 2019). İnsan sağlığını destekleyici ürünleri içermesi (%19.6 mineral-ağırlıkça, %21.6 selüloz-ağırlıkça ve %70 polisakkaritler) bu bitkinin tercih edilirliliğini arttırmıştır (Scaffaro vd., 2019). Bunların yanı sıra dikenli incir; hayvan yemi, kanalizasyon sularının arıtılması (Young, 2006; Pichler vd., 2012), arazilerin ıslahı ve erozyonların kontrolü gibi birçok alanda da kullanılmaktadır (Le Houérou, 1996; Paiva vd., 2016; Krümpel vd., 2020).

Dikenli incirden elde edilen müsilaj; alüminyumun korozyonunu önleyici olarak (El-Etre, 2003), su arıtma maddesi olarak (Miller vd., 2008), Meksika'daki tarihi binaları restore etmek ve korumak için kirecin organik yapıştırıcısı olarak (Cardenas vd., 1998), gıda endüstrisinde meyvelerde yenilebilir kaplama olarak (Del-Valle vd., 2005), emülsiyon ve köpük stabilizatörü olarak (Garti & Leser, 2001), kristalizasyonu kontrol etmek için, süspansiyon stabilizatörü olarak, sineresisi engellemek ve jel oluşturmak (Dziezak, 1991) gibi çeşitli endüstrilerde kullanılabilen fonksiyonel katkı madde olarak dikkat çekmektedir.

Dikenli incirin meyvesi taze olarak tüketilebileceği gibi; meyve suyu, meyve suyu konsantresi, reçel, gıdalarda renklendirici madde, marmelat, alkollü ve alkolsüz içki gibi endüstriyel üretimlerde kullanılmaktadır (Güven, 2017). Dikenli incirler, yapılarında doğal olarak bulundurdıkları antioksidan (polifenoller, vitaminler ve selenyum) gibi bileşenler sayesinde nutrasötik etkiye sahiplerdir (Piga, 2004). Bileşiminde yüksek oranda kalsiyum, C vitamini, betanin, indaksantin, magnezyum, fosfor, serbest aminoasitler (prolin, glutamin, taurin) ve diyet lifi (lignin, selüloz, hemiselüloz) bulunmaktadır (Jana, 2012; Feugang vd., 2006). Meyvenin yapısında doğal olarak bulunan bileşenler meyvenin antiinflamatuvar, antioksidan, antiülserojenik, antikanserojenik, nöroprotektif ve hepatoprotektif gibi koruyucu özellikler kazandırmıştır (Belviranlı, 2016; Çopur vd., 2016). Meyvenin kabuğundaki ve etindeki renk pigmentlerinin (betanin) varlığı doğal renk maddeleri için yeni kaynak potansiyelleri oluşturmaktadır (Kuti, 2004; Duru & Türker, 2005). Aynı zamanda kozmetik sektöründe ve geleneksel tedavi amaçlı da kullanılan dikenli incirin kladodları ile ilgili yapılan birçok çalışmada, kladodun yapısında bulunan zamksı maddeden gıdaların raf ömrünü uzatmada etkili olduğu anlaşılmış ve zamksı madde yenilebilir film ve kaplama olarak kullanılmaya başlanılmıştır. (Del-Valle vd., 2005). Kaktüsün gövdesinde ve kladodlarında bulunan zamksı maddenin, gıda sektöründe emülsifiye edici maddelere yeni kaynak oluşturacak potansiyele sahip olduğu belirtilmiştir (Medina-Torres vd., 2000).

Addai vd. (2022)'nin Irak'ta 2021 yılında yaptıkları çalışmada, hasat edilen hint inciri (*Opuntia ficus-indica*) meyvesinin toplam fenol miktarını ve antioksidan aktivitesini incelemişlerdir. Çalışmada farklı çözenler (metanol, aseton, etanol) kullanarak meyve özütlerini elde etmişlerdir. Analiz sonuçlarına göre; toplam fenol miktarı 0.17-0.22 mg GAE/ml düzeylerinde değişmiştir ve en yüksek toplam fenol miktarının 0.22 mg/ml ile metanol özütünde olduğunu bildirmişlerdir. Antioksidan aktivite değerinin, FRAP (Demir indirgeyici antioksidan güç tayini) yöntemiyle metanol özütünde 1.18 mg/ml, aseton özütünde 1.02 mg/ml ve etanol özütünde 0.92 mg/ml olduğunu tespit etmişlerdir. DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil radikal süpürme kapasitesi tayini) yönteminde ise; metanol ekstraktında 0.92 mg/ml, aseton özütünde 0.87 mg/ml ve etanol özütünde 0.79 mg/ml olarak antioksidan aktiivte değeri bulunmuştur. Hint inciri meyve özütlerinin antioksidan aktivite değerleri ile toplam fenolik madde miktarının orantılı olduğu ve en yüksek değerini metanol özütü ile elde edildiğini tespit etmişlerdir.

Verma vd. (2020), gıda, şifalı bitki, yem ve süs bitkisi kaynağı olarak *Opuntia ficus-indica*'nın çok amaçlı bitkiler arasında yer aldığını ifade etmektedir. Dikenli incir bölümleri; meyve, kök, kladod, tohum ve meyve suyundan oluşmakta; yüksek değerli antioksidanlar, pigmentler, fenolik asitler ve çeşitli fitokimyasal bileşikler içermesi bu meyveyi değerli konuma getirmektedir. Ayrıca, *Opuntia ficus-indica*'nın tıbbi bir bitki ve dolayısıyla endüstriyel bir kaynak olarak önemli bir değere sahip olduğunu bildirmişlerdir.

El-Beltagi vd. (2019), hint incirinin meyve ve kabuğunu farklı çözümler (etanol, etil asetat) kullanarak elde ettikleri özütlerin antibakteriyel aktivitelerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda *S.aureus* bakterisine karşı, etanol ile elde edilen meyve özütünde inhibisyon zonunu 17.26 ± 0.19 mm, kabuk özütünde ise 19.35 ± 0.34 mm olarak belirlemişlerdir. Bu sonucun ilgili ekstraktlara karşı bakterinin hassas/dirençli olduğu ortaya çıkmıştır. Etil asetat ile elde ettikleri ekstraktlarda ise; meyve özütü inhibisyon zonunu 13.06 ± 0.27 mm, kabuk özütünde ise 15.14 ± 0.41 mm olarak belirlemişlerdir. Araştırmacılar; *E.coli* bakterisine karşı ise sırasıyla etanol ile elde edilen meyve özütü inhibisyon zonunun 12.20 ± 0.16 mm, etanol kabuk özütünün 14.35 ± 0.41 mm, etil asetat meyve özütünün inhibisyon zonunun 10.32 ± 0.10 mm, etil asetat kabuk özütünün ise 11.17 ± 0.18 mm düzeylerinde olduğunu bildirmişlerdir.

Allegra vd. (2018), dikenli incir meyvelerinin genellikle hasat sonrası yumuşama, çatlama gibi fizyopatolojik bozukluklara karşı hassas tepkiler verdiğini bildirmişlerdir. Hasat sonrası meyve solunumunu azaltmak ve kaliteyi korumak için yenilebilir kaplama kullanımını değerlendirmişlerdir. *Opuntia ficus-indica* kladodundan elde edilen müsülaj özü uygulanan Breba (*Ficus carica* L.) incirlerinin hasat sonrası metabolik tepkisini belirlemişlerdir. Kaplama yapılmış ve yapılmamış meyveler plastik torbalara konularak 7 gün boyunca 4°C 'de saklanmışlardır. Yenilebilir kaplamanın meyve ağırlığını ve kalitesini korumada etkili olduğunu belirtmişlerdir. Temel bileşen analizi ile işlem görmemiş ve görmüş meyveler arasındaki genel metabolizma değişiklikleri arasındaki açık farklılıkları belirlemişlerdir. Yenilebilir kaplama uygulaması, soğuk depolama sırasında aminoasit içeriğinin azalmasını önemli ölçüde engellemiştir. Yenilebilir kaplama uygulaması, kontrol uygulamaya göre bazı organik asitlerde değişikliklere neden olarak karbonhidratların, betasitosterol, gliserol ve urasil gibi önemli metabolitlerin miktarını arttırmıştır.

Gheribi vd. (2018)'nin yapmış oldukları çalışmada, *Opuntia ficus-indica* müsülajından elde ettikleri polisakariti HPLC-RID (Yüksek performanslı sıvı

kromatografisi- refraktif indeks detektörü) metodu ile belirlemişler ve yapısal özellikleri FTIR (Fourier Dnüşümlü Kızılötesi Spektroskopi) ve NMR (Nükleer Manyetik Rezonans) ile tespit etmişlerdir. Kaktüs müsilaından elde ettikleri filmlerin içerisinde %40 (w/w) oranında gliserol, sorbitol, PEG 200 veya PEG 400 eklemiştirler. Elde edilen filmlerin fiziksel, termal, mekanik ve bariyer özelliklerini incelemiştirler. Plastikleştirilmiş müsila filmlerinin en yüksek su buharı bariyer özellikleri, sorbitolün diğer filmlerden 3 kata kadar daha düşük su buharı geçirgenliği (WVP) değerlerine ulaşmasıyla elde edilmiştir.

Allegra vd. (2017), Çabuk bozulan ve raf ömrü kısa bir meyve olan Breba (*Ficus carica L.*) incirlerini *Opuntia ficus-indica* müsila çözeltisine daldırarak kaplamış ve çift yönlü polistiren (PS) makro delikli çantalarda 4°C'de 14 gün boyunca depolamışlardır. Depolama boyunca kaplanan meyvelerin; raf ömrü, rengi, toplam çözünabilir katı madde içeriği, titrasyon asitliği, toplam fenolik ve karotenoid değerleri analiz edilmiştir. Sonuç olarak; kaplama işleminin depolama sırasında breba incirinin kalitesini iyileştirdiğini, meyvenin ağırlığını, görsel değerini, meyve sertliğini ve toplam karotenoid içeriğini koruduğunu belirlemiştirler. Aynı zaman da OFI müsila çözeltisi ile kaplanan meyvelerin, kontrol grubuna kıyasla daha az mikrobiyal gelişim gösterdiğini gözlemlemiştirler.

Güven (2017), Akdenizin Güney illerinden topladığı 30 tane dikenli incirin genotipinde olan meyve sularının toplam fenolik madde, briks, pH, asitlik, mikro ve makro mineraller, betaksantin ve betasiyanin gibi renk maddelerini incelediği çalışmada; meyve sularının briks değerini ortalama %6-13.5, pH değerini 4.1-6.1, asitlik değerini %0.11-0.44, fenolik madde içeriğini 281.1-551.5 (mgGAE/kg), betasiyanin renk değerini 1.29-4.49 (mg/100ml), antioksidatif kapasite değerini 2.57-4.73 (mmol troloks/ml), betaksantin renk maddesini 21.04-92.80 (mg/100ml) ve mineral madde içeriklerini; K (144.9- 1020.6 ppm), P (23.6- 148.8 ppm), Ca (371.4-2321.1 ppm), Cu (0.1-5.9 ppm), Fe (16.9-151.8 ppm), Zn (0.7-5.7 ppm), Mn (0.8-4.4 ppm) ve Mg (8.2-995.9 ppm) olarak tespit etmiştir.

Allegra vd. (2016), *Opuntia ficus-indica*'dan elde edilen müsila ile daldırarak kaplanan kivi dilimlerini polietilen tereftalat (PET) ve kompozit film (PP-PET) ile paketlemiş ve depolama boyunca kivi meyvesinin kalitesi ve raf ömrü üzerindeki etkisini incelemiştirler. Her depolama döneminde görsel kalite ve lezzet puanı, pektin içeriği, askorbik asit ve mikrobiyolojik özellikler, paketlerdeki CO₂ ve O₂ içeriğiyle birlikte ölçmüşlerdir. Sadece müsila veya müsila ve Tween 20 ile kaplanmış kivi dilimlerinin,

depolamanın 5. gününe kadar işlem görmemiş kivi dilimlerine kıyasla daha az yumuşama ve daha az ağırlık kaybına uğradığını bulmuşlardır. Depolamanın 7. Gününden itibaren dilimlenmiş kivi meyvesinin ağırlığında bir değişim gözlenmezken, sadece musilajla kaplanan kivi dilimleri depolamanın son gününe (12 gün) kadar sertliğini korumuştur. OFI müsilağının, depolama boyunca kivi dilimlerinin görsel ve lezzet değerleri üzerinde olumlu etki gösterdiğini bulmuşlardır. Tween 20 ile kaplama işleminin kivi dilimlerinin lezzetini etkilemediğini, müsilağ ve kısmen Tween 20 ilavesinin mikrobiyal büyümeyi engellemediğini, mayaların gelişiminin artsa da sınır değerinin altında kaldığını bulmuşlardır. Sonuç olarak, müsilağ ile kaplama işleminin taze kesilmiş kivilerin kalitesi üzerinde olumlu sonuç gösterdiğini bildirmişlerdir.

Dengiz & Zengin (2016) yaptıkları çalışmada, 4 haftalık süre içerisinde -18°C'de taze olarak depoladıkları dikenli incirden elde ettikleri meyve suyunun antioksidan, fiziksel ve kimyasal değerlerinde meydana gelen değişimlerini incelemişlerdir. Taze meyve suyunda ölçülen pH değeri 5.87-5.80 aralığında iken, depolanan meyve suyunda ölçülen pH 5.32- 5.20 değerleri arasında olduğu belirlenmiştir. Taze meyve suyu ile depolanmış meyve suyunun 4 hafta boyunca ölçülen asitlik derecesinin %0.17 ile 0.25 arasında değiştiğini bulmuşlardır. Kuru madde değerinin 4 haftalık depolama boyunca düşüş eğilimi gösterdiği, briks değerleri depolana meyve sularında 9.75-8.02 değerleri arasında iken taze meyve sularında 12.54-12.21 olarak ölçülmüştür. Kül değeri depolanmış örneklerde %0.77-0.44 arasında bulunurken, taze meyve suyu örneklerinde %0.44-0.36 arasında bulmuşlardır. Bu sonuçlar doğrultusunda, depolama işlemi meyve suyu örneklerinin kimyasal özellikleri ve antioksidan değerlerine bakıldığında dikenli incirin depolanmış meyve suyu değerleri taze meyve suyu değerlerine kıyasla daha olumlu sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir. Meyve suyuna uygulanacak pastörizasyon veya termoultrasonik işlemlerinin; ürünün antioksidan kapasitesini, fiziksel ve kimyasal özelliklerini olumlu anlamda etkilediği sonucuna varmışlardır.

Slimen vd. (2016), dikenli incirin yapısında doğal olarak yer alan polifenoller, çoklu doymamış yağ asitleri, vitaminler ve aminoasit gibi maddelerinin varlığının bitkinin tıbbi ve aromatik özellikli olmasına ve endüstriyel anlamda işlenebilir gıda uygulamalarında kullanılabilir ve umut veren bir ürün olmasını yol açtığını düşünmektedirler.

Astello-García vd. (2015), hint inciri bitkisinin yaprağında fenolik bileşik olarak bulunan izorhamnetin glikoziti kromotagrafik yöntemler kullanılarak elde etmişlerdir.

Daha sonra elde ettikleri bu izolatin sağlık üzerindeki etkilerini araştırmışlar ve elde edilen izolatlardan iltihaplanmada, interlökin inhibisyonunda ve tümör nekroz faktörlerinin yüksek değerlerde olduğu belirlenmişlerdir.

Otálora vd. (2015), mor renkte olan dikenli incir meyvelerinin kabuklarında bulunan betalain renk pigmentlerinin mikroenkapsülasyonlarının elde edilmesinde maltodekstrin ve kaktüs yaprağı zatkını kapsülleyici ajan olarak kullanmışlar ve sprey kurutucuda kurutmuşlardır. Doğal kaynaklardan elde ettikleri ve mikro kapsüller haline getirdikleri betalain pigment tozlarının gıda sanayinde kullanımı ile pratik renklendirici ürünler elde etmişlerdir.

Lira-Vargas vd. (2014), Kaktüs (*Opuntia ficus-indica*) 'Milpa Alta' (Mm) ve 'Toluca' (Mt) gövdelerinden elde edilen müsilajı, tek bileşenli, jelatin ve balmumu ile karışım halinde, mikroskopik morfoloji, kalınlık, şeffaflık, çekme mukavemeti ve su buharı, O₂ ve CO₂ geçirgenliği açısından değerlendirilen biyopolimerik filmler hazırlamak için kullanmışlardır. Mm bazlı filmler, Mt bazlı filmlerden daha ince, daha yüksek şeffaflığa ve daha yüksek çekme mukavemetine sahiptir ancak su buharı, O₂ ve CO₂ ile benzer bariyer özelliklere sahiptir. Jelatin eklenmesinin bu tür filmlerin kalınlığını ve şeffaflığını etkilemediğini ancak mikroskopik morfolojide, mekanik mukavemette ve gazlara ve su buharına karşı bariyer özelliklerinde değişikliğe neden olduğunu belirlemişlerdir.

Ramírez-Moreno vd. (2013), yaptıkları çalışmada hint incirinin yapraklarına uyguladıkları kaynatma işlemi ile yaprağın antioksidan kapasitesi, kimyasal bileşimi ve fizikokimyasal değerişimlerini incelemişler ve yaprakta toplam fenolik içeriğin ekstrakte edilebilen ve ekstrakte edilemeyen bileşikler içerdiğini ortaya koymuşlardır. Çalışmada, her iki örnekte de toplam fenolik içeriğinin yüksek miktarlarda olduğunu ve birçoğunun ekstrakte edilebilen fenolik bileşiklere karşılık geldiğini bulmuşlardır. Aynı zamanda yaprakta bulunan fenolik bileşik miktarının diğer gıda materyalleri ile eř değerde olduğunu belirlemişlerdir. Bu kapsamda yaprağa uygulanan kaynatma işleminin toplam fenolik içeriğini olumsuz etkilediğini tespit etmişlerdir.

Al-Qurashi & Awad (2012), hasat edilen dikenli incir meyvesini depolama işlemi öncesinde farklı konsantrasyon oranlarında (1.0-1.5 ve 2.0 mm) salisilik asit ile muamele etmiş ve farklı sıcaklıklarda (2°C, 5°C ve 8°C) kırk günlük depolanan meyvedeki değerişimlerini incelemişlerdir. Depolama süresince; salisilik asit uygulamasının dikenli incirin meyve eti sertliğini, kuru madde miktarını, asitliğini ve C vitamini değerlerini etkilemediğini, yüksek konsantrasyona sahip salisilik asit çözeltisine daldırılan ve 5°C'de

depolanan meyvenin kontrol grubuyla kıyaslandığında bozulmasını ve kalite kaybına uğramasını önlediğini belirlemişlerdir. Soğuk zararının 2°C’de meydana geldiğini ve 8°C’de tamamen önlendiğini, bozulmanın depolama sıcaklığından çok depolama süresinin uzunluğundan kaynaklandığı belirlemişlerdir. Depolama işlemi öncesi kaktüs meyvesine uygulanan salisilik asitin, soğuk zararını durdurduğu ve depolama işlemine destek sağladığını bildirmişlerdir.

Jana (2012), kaktüs bitkisinin potansiyel olarak aktif besin maddesi olarak işlevsel özellik göstermesinden dolayı dikenli incir meyveleri ve kladodları sağlığı koruyucu, iyileştirici gıda takviyelerinin üretimi için iyi birer kaynak konumundadır. Yüksek miktarda var olan betalainler, taurin, kalsiyum, magnezyum ve antioksidantlar dikkatleri bu meyvenin üzerine çekmektedir. Son araştırmalar, meyvenin besinsel ve teknolojik işlevinin temelinde katma değer sağlayabilecek bazı kimyasal bileşenlerin yüksek miktarlarda içerdiğini bildirmiştir.

Fernández-López vd. (2010), yapmış oldukları çalışmada kırmızı renkli dikenli incir meyvesinin üç yaygın türünden (*Opuntia ficus-indica*, *Opuntia undulata* ve *Opuntia stricata*) elde ettikleri ekstraktları doğal gıda renklendirici kaynağı olarak kullandıkları özütlerin antioksidan etkilerini ve biyoaktif bileşenlerini incelemişlerdir. Yapılan inceleme sonucunda *Opuntia ficus-indica* meyvesinin özütünün antioksidan kapasiteye ve taurin içeriğe, *Opuntia strica* meyvesinin özütünün askorbik asit ve fenolik içeriğe, *Opuntia undulata* meyvesinin özütünün ise yüksek oranda karotenoid içeriğe sahip olduklarını belirlemişlerdir. Sonuç olarak, kırmızı renkli dikenli incir meyvelerinin renklendirici olarak kullanılabilmesi gibi antioksidan bileşikler içermesi nedeniyle iyi birer diyet kaynağı olarak ta kullanılabilmesini ortaya koymuşlardır. Ayrıca *Opuntia ficus-indica* meyvesinin toplam fenolik madde miktarı 218.8 mg (gallik asit/100 g taze meyve), betasiyanin miktarı 15.2 mg (betanin/100g taze meyve), betaksantin miktarı 25.4 (mg indiksantin/100 mg taze meyve), toplam betalain miktarı 40.6 mg (betasiyanin+betaksantin/100g taze meyve), antioksidatif kapasitesi 6.7 µmol (ABST yöntemi) (troloks eşdeğer/g) olarak belirlenmiştir. Yaygın olarak bulunan üç türden de elde edilen özütün askorbik asit (14.5-23.3 mg/100g), kuersetin (30-90 µg/g), izoramnetin (9.6-50.3 µg/g), keampferol (5.6-7.8 µg/g), luteol (5.9-15.6 µg/g) içerikleri tespit edilmiştir.

Egharevba vd. (2010) çalışmalarında, nar (*Punica granatum L.*) meyvesinin kurutulmuş kabuk ve yapraklarının antibakteriyel aktivitelerini incelemişlerdir. Hazırlanan su, metanol, etanol ve hekzan özütlerinin bakterilere (*S. aureus*, *E. coli*, *B.*

subtilis, *S. typhimurium*, *P. aeruginosa*, *K. pneumoniae*) karşı gösterdiği antibakteriyel aktivitelerini incelemişlerdir. Meyve kabuğundaki etil asetat ve metanol özütlerinin *S. typhimurium*'a 27-30 mm, *S. aureus*'a 27-30 mm, *B. subtilis*'e 28-32 mm düzeylerinde zon oluşturduğunu belirtilmişlerdir. Metanol özütünde *E. coli* bakterisine karşı önleyici bir etki gözlenmezken, etil asetat özütüne karşı 30 mm çapta zon oluştuğunu gözlemlemişlerdir. Ancak, *S. Aureus* bakterisine karşı yaprak, metanol özütü (32 mm), etil asetat özütü (27 mm) ve su özütü (32 mm) en yüksek zon çapını oluşturmuştur. Bu değerler sonucunda, nar bitkisinin yapısında doğal olarak bulunan bileşenlerin bakteriyel bozulmalara karşı yüksek koruyuculuğa sahip olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.

Ginesta vd. (2009), *Opuntia ficus-indica* kladodları yeşil gövdeyi temsil ettiğini ifade ettikleri çalışmada farmakolojik etkiye sahip olan *Opuntia* kladodunun anatomik ve kimyasal bileşimini incelemişlerdir. Kladodun temel şekerini, glikoz ve galakturanik asit oluşturmaktadır. HPLC analizi ile aynı zamanda kaempfenol ve isorhamnetin glikozitlerinin varlığı görülmüştür. Yüksek miktarda kalsiyum oksalat kristallerinin varlığını tespit etmişlerdir. Enzimatik uygulamalardan sonra dahi antimikrobiyal aktivite görülmemiştir.

Medina vd. (2007), Tenerife Adası'nda yetiştirilen dikenli incir bitkisinin iki türü olan *Opuntia dilenii* ve *Opuntia ficus-indica*'nın meyvelerinin kimyasal bileşimlerini araştırmışlardır. *Opuntia ficus-indica* türü içinde yer alan turuncu ve yeşil dikenli incirler arasında farklılık tespit etmemişlerdir. Özellikle *Opuntia dilenii* meyvelerinin tüketimi ile; askorbik asit, Cr, lif, Mn ve toplam fenolik alımı yönünden beslenmeye önemli katkılar sağlanabileceğini ifade etmişlerdir.

Del-Valle vd. (2005), tedavi ve kozmetik alanlarında önemi olan dikenli incir kladodları üzerinde araştırmalar yapmışlardır. Buna göre; gıda sanayiinde kullanılan zamksı maddelerin ve yenilebilir film kaplama olarak gıdaların rafta kalma süresini uzatmada etkisinin olduğunu belirtmişlerdir. Yaptıkları çalışmada, çileklerin raf ömrünü uzatmak için yenilebilir kaplama olarak dikenli incir müsilajı ile kaplama yapmışlar, bu işlemin çilek meyvesinin 9 günlük depolama süresi boyunca etkisini incelenmişlerdir. Yapılan uygulamalar sonucunda müsilaj kaplamasının çileğin raf ömrünü uzattığı sonucuna ulaşmışlardır.

Dok-Go vd. (2003) tarafından yapılan çalışmada, dikenli incir bitkisinin hem meyvesinden hem de kladodundan kuersetin, (+)-dihidrokuersetin ve kuersetin 3-metil eter izole etmişlerdir. El ettikleri üç farklı bileşenin de antioksidan aktivitelerini

incelemişler; sonuç olarak bitkinin meyvesinden ve yapraklarından elde ettikleri fenolik maddelerin antioksidan etki gösterebilecek yeterlilikte olduklarını belirlemişlerdir

Lee vd. (2002), dikenli incir yapraklarındaki antioksidan aktivite değerini belirleyebilmek için yaptıkları çalışmada, yapraktan etanol ile elde ettikleri ekstraktın yüksek oranlarda fenolik madde içeriklerine sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Retamal vd. (1987), *Opuntia ficus-indica*'nın meyveli, meyvesiz, genç ve olgun kladodlarının nem, kül, serbest indirgenmiş şeker, eter ekstraktı, ham protein, aminoasit, nişasta ve ısı enerjisi içeriklerini araştırmışlardır. Analizleri vejetatif büyüme (mart), tam vejetatif gelişme ve hasat başlangıcında (ekim) yapmışlardır. Gelişme aşamasında bağımsız olarak en yüksek değere, her zaman genç sürgünleri takip eden aylarda ulaşmışlardır. En yüksek nemi mart ve ekim aylarında, kül ve serbest indirgeyici şekeri mart ayında, nişasta ve eter ekstraktını eylül ve ekim aylarında, ham protein değerini temmuz ayında ölçmüşlerdir. Ham selüloz değeri ise, en yüksek eylül ayında tespit edilmiştir. Araştırmacılar, kladodların besleyici kalori değerinin yüksek olduğunu, çiftlik hayvanlarının beslenmesinde kullanılan diğer yemlerle karşılaştırılması gerektiğini öne sürmüşlerdir.

2.2. Kumkuat

Kumkuat (*Fortunella swingle*), *Rutaceae* familyasının *Fortunella* cinsine ait çalı tipi ağaç gruplarına ve bu ağaçların genel olarak meyvelerine verilen isim olmakla birlikte, genellikle bu ağacın küçük meyvelerini belirtmek amacıyla kullanılmaktadır. Bir asır öncesine kadar *Citrus* cinsine dahil edilen kumkuat türü, taksonomik araştırmalar sonucu *Fortunella* cinsine dahil edilmiştir. *Citrus japonica* olarak, *Citrus sensu lato* içinde de sınıflandırılmaktadır (Barreca vd., 2011).

Kumkuat meyvesi M.Ö. 118 yüzyıl kadar eski bir tarihte ilk kez Çince bir literatürde tanımlanmıştır. Kantonca'da; altın şans anlamına gelen, altın (kum) ve iyi şans (quat) kelimelerinin birleşimidir. Farklı ülkelerde kumkuat, kinkan, jinju ve kamkat olarak bilinen bu meyve altın portakal olarak da ülkemizde bilinmektedir. Çin'den sonra Japonya ve Tayvan'da da üretimi başlayan kumkuat, 1600'lü yılların başında Avrupa'da, 1825'ten sonra da Hawaii'de tanınmış ve üretimine başlanılmıştır (Peng vd., 2013; Love vd., 2017). Günümüzde; Güneydoğu Asya, Filipinler, Japonya, Çin, Şili, Kore, Nepal, Güney Pakistan, Tayvan, İran ve Yunanistan başta olmak üzere, özellikle Kaliforniya, Florida, Alabama, Louisiana gibi eyaletlerde de yetiştiriciliğinin yapıldığı bilinmektedir (Anonim, 2011).



Şekil 2. 2. Kumkuat (*Citrus fortuneella*) meyvesine ilişkin bir görsel

Fortunella margarita swingle başta olmak üzere: *Fortunella polyandra tanaka*, *Fortunella japonica*, *Fortunella crassifolia*, *Fortunella hindsii swingle* ve *Fortunella obovata* gibi birçok türüne rastlanılmaktadır (Wang vd., 2012; Peng vd., 2013). Turunçgil meyve yetiştiriciliğinin yaygın olduğu Akdeniz Bölgesi'nde son dönemlerde kumkuat yetiştiriciliği artma eğilimi göstermektedir.

Kumkuat, turunçgiller içerisinde en küçük meyveye sahip olan tür olarak bilinmektedir. Meyve; ortalama olarak 2 cm çapında, 10 g ağırlığında, yuvarlak-elips gibi farklı şekillerde olabilir, kabuk rengi ise turuncu-sarı olup, meyvenin et kısmı oldukça ekşidir (Jayaprakasha vd., 2012; Peng vd., 2013). Meyvenin kabuk kısmı ise uçucu yağ bileşiminde önemli yere sahip olan terpenoidler ve yine kabuk kısmında yer alan flavonoidler nedeniyle tipik aroma bileşenlerine sahiptir. Meyve, sahip olduğu bu özellikleri ile diğer turunçgil meyvelerinden farklı olarak genellikle kabuğu ile birlikte tüketilmektedir (Koyasako & Bernhard, 1983; Barreca vd., 2011; Peng vd., 2013; Yıldız & Gülükcü, 2015).

Kumkuat; pektin, Ca, P, Fe, vitaminler, karotenoidler, flavonoidler ve uçucu yağlar açısından zengin, antioksidan kapasitesi ve fitokimyasal içeriği yüksek, C vitamini yönünden de oldukça zengin bir meyve türüdür. 100 gram meyvede 42.9 mg C vitamini bulunmaktadır (Wang vd., 2012; Liu vd., 2018; Gül E.N. vd., 2021). Uçucu yağlar ve flavonoid kaynakları kumkuat meyvesinin aynı zamanda antimikrobiyal aktivite göstermesini sağlamaktadır (Benelli vd., 2010; Khan vd., 2014). Kumkuat meyvesinin hasatı Kasım ayının başından, Nisan ayına kadar yapılmaktadır (Olçay, 2019). Kumkuatın depolanma sıcaklığı 2°C ile 4°C arası olup, ticari amaçlı kullanılan depolarda 1-2 ay, buzdolaplarında ise 2-3 hafta bozulmadan saklanabilmektedir. Oda sıcaklığında

bozulmadan 1-2 gün muhafaza edilebilirken, dondurularak daha uzun muhafaza edilebilmektedir (Barreca vd., 2011).

Bazı bitki türleri antimikrobiyal etkiye gösteren uçucu yağlara sahiptir. Portakal ve limon gibi turunçgillerin kabukları sahip oldukları fenolik bileşik grupları ile doğal birer flavonoid kaynağı olarak değerlendirilmektedir. Turunçgil meyvelerinde en yüksek çözünür flavonoid içeren kısmın, meyvenin yarısını oluşturan narenciye kabuklarında olduğu belirtilmiştir (Benelli vd., 2010). Narenciye kabukları özellikle naringin, narirutin, hesperidin ve neohesperidin dihidrokalkon başta olmak üzere karakteristik flavonon glikozitler açısından oldukça zengin olarak bildirilmektedir (Khan vd., 2014). Gorinstein vd. (2001) yapmış oldukları çalışmada, limon, portakal ve greyfurt meyvelerinin kabuklarındaki toplam fenolik madde içeriğinin (164 ± 10.3 ; 154 ± 10.2 ve 135 ± 10.1 mg) soyulmuş meyvelere kıyasla (190 ± 10.6 ; 179 ± 10.5 ve 155 ± 10.3 mg/100g) oldukça yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Literatürlere bakıldığında bitkilerin, meyve ve meyve kabuklarının antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi için yapılan çok sayıda ekstrakt çalışması bulunmaktadır. Schelz vd. (2006) yaptıkları çalışmada, portakal, sardunya, rezene, nane, biberiye, okaliptüs ve ardıç yağı gibi birçok bitkinin patojen bakteriler üzerindeki etkilerini araştırmışlardır.

Mathur vd. (2011), bazı narenciye meyvelerinin kabuğu ve posasının antioksidan ve antimikrobiyal etkileri üzerinde yaptıkları çalışmada, portakal kabuğu ve posanın sulu ekstraktının önemli bir antimikrobiyal etkiye sahip olduğunu belirlemişlerdir.

Olçay (2019) yaptıkları çalışmada, kurutup öğüttükleri kumkuat meyvesi tozu ile üretmiş oldukları bisküvilerde, en iyi duyu analizi değerlendirilmesinin %10 kumkuat tozu ilaveli bisküviler olduğu sonucuna varmışlardır. Kumkuatın, gıdaların besinsel özelliklerini ve duyu özelliklerini geliştirmek için doğal bir katkı maddesi olarak önemli bir potansiyele sahip olduğu sonucuna varmışlardır.

Turgut vd. (2019) kumkuat meyvesi ile yapmış oldukları çalışmada, meyveleri püre haline getirip, maltodekstrin ilave edilmiş ve ilave edilmemiş şekilde farklı kurutma yöntemlerini belirleyerek kurutup toz haline getirmişlerdir. Elde edilen kumkuat tozundaki toplam flavonoid miktarı (TFM), toplam karotenoid miktarı ve antioksidan aktivite bakımından kıyaslama yapıldığında; dondurularak kurutulan maltodekstrinsiz kumkuat tozunun diğerlerinden daha iyi özelliklere sahip olduğunu dondurularak kurutma ile elde edilen maltodekstrin ilaveli kumkuat tozunun ise C vitamini içeriğininin, sıcak havada kurutma yönteminde de TFM miktarının olumlu etkielmdğini belirlemişlerdir.

Bu sayede kumkuat meyvesinin tozlarının birçok üründe aroma verici ve fonksiyonel katkı maddesi olarak kullanılabilmesi gibi, gıdalara renk vermek amacıyla da kullanılacak bir hammadde olabileceğini açıklamışlardır.

Lou vd. (2016) yaptıkları bir çalışmada, sıcak su ile elde edilen kumkuat (*F. margarita*) ekstraktının diğer çözücülerle (metanol, etanol) elde edilenlere kıyasla daha yüksek oranda temizleme potansiyeline sahip olduğunu bulmuşlardır. En yüksek oranda temizleme aktivite değeri 90°C'deki sıcak su ile ekstrakte edilen olgunlaşmamış kumkuat kabuğunda görülürken, sudaki sıcaklık artışıyla antioksidan aktivitenin azaldığını bildirmişlerdir. Kumkuatın radikal fenolik bileşik içeriği ile yakalama aktivitesi arasında doğrusal bir ilişki olduğunu belirtmişlerdir. Elde edilen kumkuat ekstraksiyonundan izole edilen fenolik bileşiklerin, DPPH potansiyeli üzerine etkilerini incelediklerinde en etkili iki bileşiğin DGPP (3',5'-Di-C-β-glukopiranozilfloretilin) ve margariten (acacetin 8-C-neohesperidoside) olduğu bilgisini saptamışlardır.

Dai (2015) tarafından, olgunlaşmamış kumkuat meyvesinin sıcak su ile elde ettiği ekstraktın antimikrobiyal etkisi araştırılmıştır. Kumkuat ekstraktının G(+) bakterilerin, G(-) bakterilerden daha iyi inhibitör etkiye sahip olduklarını belirlemiştir. *Bacillus cereus*'a karşı en etkili inhibisyon derişiminin minimum 25 mg/mL olduğunu açıklamışlar ve C-18 kolonla ekstraktları 6 farklı fraksiyona ayırarak antimikrobiyal aktiviteleri incelemiştir. Fraksiyonların, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* ve *B. cereus*'a karşı antimikrobiyal aktivite gösterdiğini belirlemiştir. 100 g kuru fraksiyonun 41.1g DGPP (3', 5' -di-C-β-glukopiranosilfloretilin), 1.5 g fortunellin, 22.3 g margariten, 0.5 g rhoifolin, 1.4 g isomargariten ve 0.2 g ponsirin içerdiğini tespit etmiştir.

Güney vd. (2015) yaptıkları çalışmada, farklı türdeki kumkuat meyvelerinde bulunan çoklu doymamış yağ asitlerinin, doymuş ve tekli doymamış yağ asitlerinden daha yüksek miktarlarda olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Toplam içerik bakımından ise; diğerlerine oranla daha yüksek miktarda bulunan bileşiklerin oleik asidin ve linoleik asidin metil esterleri olduğunu belirtmişlerdir. Kumkuat meyvesinin uçucu yağındaki çoklu doymamış yağ asidi oranlarının yüksek olması, meyvenin besin içeriğinin yüksek olması ve çeşitli hastalıklara karşı faydalı olması bu meyveyi değerli kıldığını belirtmişlerdir.

Güney vd. (2015), kumkuat meyvesinin 5 farklı türünde (*F. margarita*, *F. crassifolia*, *F. bbovata hort. ex tanaka*, *F. hindsii*ve *limequat (Citrus aurantifolia × F. japonica)*) yaptığı GC-MS/ tepe boşluğu analizi ile toplam 39 adet olmak üzere uçucu aroma bileşeni belirlemiştir. Bunlar; 20 adet terpen, 8 adet alkol, 5 adet aldehit, 5 adet

ester, 1 adet keton ve aminlerdir. Elde edilen en yüksek değere sahip bileşenin % 67.78-88.72 ile D-limonen olduğunu belirlemişlerdir.

Shafaghatlonbar & Nouri (2015) yaptıkları çalışmada, kumkuat (*F. japonica*) meyvesinin kabuk ve çekirdeğindeki uçucu yağların radikal temizleme aktivitesini araştırmışlardır. Kabuğun IC50 (enzim aktivitesini yarıya düşüren inhibitör konsantrasyonu) değerini 112 µg/mL olarak, çekirdeğin IC50 değerini 165 µg/mL olarak belirlemişlerdir. Sonuç olarak her iki yağın da önemli antioksidan aktiviteye sahip olduğunu belirtmişler, kumkuat meyvesinin gıda ve ilaç sektöründe kullanımının önemine de dikkat çekmişlerdir.

Barreca vd. (2014) tarafından yapılan çalışmada, kumkuat meyvesinde bulunan dihidrokalkonların özellikle *S. aureus*, *L. monocytogenes* ve *metisiline* bakterilerine karşı direnç gösterdiğini, *S.aureus* gibi bakterilerin gelişimini önlediğini belirlemişlerdir.

Wang vd. (2012) tarafından yapılan çalışmada ise, kumkuat meyvesinin *F.crassifolia* çeşidinin kabuğundan hidrodistilasyon yöntemiyle elde ettikleri uçucu yağların G(-) bakterilere (*E. coli*, *S. typhimurium*), G(+) bakterilere (*B. subtilis*, *S. aureus*, *B. Cereus*, *L. bulgaricus*, *B. Laterosporus*) karşı antimikrobiyal etki gösterdiğini, *Candida albicans*'a karşı ise antifungal etki gösterdiğini belirlemişlerdir. Ayrıca, kumkuatın *F. Crassifolia* çeşidinin kabuğundan hidrodistilasyon yöntemiyle elde ettikleri uçucu yağdan GC-MS analizleri ile toplam 25 bileşen olduğunu tespit etmişlerdir.

Ramful vd. (2010) yaptıkları çalışmada, narenciye meyvelerinden elde edilen ekstraktların antioksidan ve flavonoid kapasitelerini incelemişler ve fenolik içeriği en yüksek bulunan meyvenin antioksidan kapasitesinin de en yüksek değere sahip olduğu sonucuna varmışlardır. Çeşitli yöntemler kullanarak meyvelerin antioksidan özelliklerini inceledikleri bu çalışmada, kumkuatın (*Fortunella swingle*) flavedo fraksiyonunun ve antioksidan kapasitesinin, tüm yöntemlerde portakal ve limon gibi sıklıkla tüketilen bir narenciye türü olmadığı sonucuna ulaşmışlardır.

Ancak Kondo vd. (2005)'nin yaptıkları çalışmada, kumkuat meyvesinin kabuğu ile birlikte tüketilebiliyor olmasından dolayı diğer turunçgillere kıyasla antioksidan kapasitesi bakımından avantajlı olduğunu belirtmişlerdir.

Choi (2005), kumkuatın Kore'de yetişen *F. japonica* çeşidinin kabuklarından soğuk pres yöntemiyle elde edilen yağlarından GC ve GC-MS (Gaz kromatografisi-Kütle spektrometresi) yöntemleri kullanılarak toplamda 82 tane uçucu yağ bileşeni belirlemiştir. Yapılan analizler sonucunda; kumkuat kabuk yağında başlıca uçucu bileşenlerin limonen (%93.73), mirisen (%1.84) ve etil asetat'tan (%1.13) oluştuğunu

bulmuştur. Kumkuat kabuğunda bulunan limonen oranının diğer turunçgil (mandalina, misket limonu, limon ve portakal gibi) kabuğunda bulunan limonen oranından çok daha fazla olduğunu ve kumkuat kabuk yağının karakteristik aromasının sitronellil asetatın kaynaklı olduğunu belirtmiştir.

Guo vd. (2003) yaptıkları çalışmada, 28 farklı meyve grubundan aldıkları pulp, kabuk ve çekirdek örneklerinde FRAP (Demir İyonu İndirgeyici Antioksidan Gücü) yöntemiyle antioksidan aktivitelerini tespit etmişlerdir. Kumkuat meyvesinin bölümlerinin antioksidan aktivitelerinin sırasıyla 0.50 mmol/100 g pulp, 0.25 mmol/100 g kabuk ve 0.66 mmol/100 g çekirdek olduğunu belirlemişlerdir.

2.3. Pomelo

Turunçgil meyveleri dünya çapında yetiştiriciliği yapılan ve üretim miktarı sürekli olarak artan önemli meyve gruplarından birisidir. İçerdiği vitamin, mineraller ve diğer bitkisel kökenli kimyasalları (flavonoidler, amino asitler, organik asitler, karotenoidler vb.) içermesi nedeniyle tüm dünyada üretim ve tüketim hacmi hızla artan bir meyve grubudur. Dünyada yoğun turunçgil üretimi yapılan ülkeleri sıralayacak olursak listenin ilk sırasında Çin olup sırasıyla Brezilya, Japonya, Hindistan, Meksika ve ABD yer almaktadır (Bayram, 2021).

Pomelo (*Citrus grandis* (L.) osbeck); pummelo veya şadok olarak bilinir, *Rutaceae* familyasına aittir ve greyfurtun atası olarak bilinmektedir (Obok vd., 2014; Kumar vd., 2019;). Çin ve Güneydoğu Asya'nın farklı bölgelerine özgü olan pomelo meyvesi turunçgiller arasında en iri meyveye sahip olan bir türdür. Webber, 1696 yılında pomelo meyvesinin Jamaika'da şadok adıyla bulunduğunu ve 1707 yıllarda şadok meyvesinin tohumlarının Batı Hindistan gemisiyle 'Barbados Adasına, Kaptan Şadok tarafından getirildiğini söylemiştir (Çimen vd., 2014).

Bangladeş, Hindistan ve Doğu Asya'da yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan pomelo meyvesinin tedavi edici özelliğe sahip olduğu, geleneksel olarak sindirim bozukluğu, kalp hastalığı gibi hastalıklarda işlevsel bir gıda olarak kullanıldığı bilinmektedir (Caengprasath vd., 2013; Shah vd., 2015;). Meyvenin posasının antioksidan, antihiperlipidemik, antitoksin, iştahsızlığa ve hazımsızlığa iyi geldiği belirtilmiştir (Quynh vd., 2010; Caengprasath vd., 2013; Shah vd., 2015).



Şekil 2. 3. Pomelo (*Citrus maxima*) meyvesine ilişkin bir görsel

Ticari yetiştiriciliği yapılan turunçgil meyvelerinden başta, *C. medica* L. (ağaç kavunu), *C. grandis* (L.) Osb. (pomelo) ve *C. reticulata* blanco (mandalina) olmak üzere gerçek üst soy olarak bilinen üç tane tür olduğu ve bunların dışında kalan diğer türlerin bu üç ana tür arasındaki döllenmenin gerçekleşmesi ile meydana geldiği belirtilmektedir (Abkenar vd., 2004; Pang vd., 2007).

Turunçgil meyvelerinin sistematüğinde, cins ve akrabalar arasındaki melezlemelerin ve yaygın bir şekilde göz mutasyonunun oluşması, poliembriyoni, evrimlerini tamamlamamış olmaları, uzun seneler yetiştiriciliğın yapılması, cinsler arası hibridizasyonlar ve nuseller (aseksüel) embriyoni nedenleriyle karmaşık ve tartışmaya açık bir yapı göstermektedir (Gülşen & Roose, 2001).

Turunçgiller, antioksidanlarca oldukça zengin meyvelerdir. Yapılan çalışmalarda kırmızı renk meyve etine sahip olan pomelo meyveleri karatenoid, C vitamini ve toplam fenolik madde açısından oldukça zengindirler ayrıca hidrojen peroksit, superoksit anyon ve DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) benzeri serbest radikal maddeleri yok etme konusunda oldukça başarılı olduğunu sonucu bulunmuştur (Tsai vd., 2007).

Pomelo kabuğu albedo ve flavedo olmak üzere iki kısma ayrılmaktadır (Şekil 2.3). Albedo kısmı meyvenin toplam ağırlığının yaklaşık %30'unu oluşturan, süngerimsi ve gözenekli dokudur. Pomelo pektin, flavonoidler ve antioksidan gibi bazı fonksiyonel özelliklerinin yanı sıra diyet lifi ve düşük kalorili içeriğe sahip iyi gıda kaynağı olarak ta bilinmektedir (Tuncer vd., 2020).

Pomelo meyvesi tatlı greyfurt meyvesi ile benzer tada sahiptir. Greyfurt, portakal ve pomelo meyvelerinin doğal bir melezidir. Aynı zamanda pomelo meyvesi, sadece greyfurtun değil portakalın da üst soylarından biridir. Pomelonun asit

değeri diğer turunçgillerin aksine en az değere sahip turunçgil meyvesidir. Pomelo meyvesi soğuğa karşı greylfurdan daha duyarlıdır ve bazı çeşitleri greylfurt çeşitlerinden daha önce olgunlaşmaktadır (Reuther vd., 1967).

Pomelo olarak bilinen *Citrus maxima* diğer narenciye meyvelerine kıyasla şekil itibarıyla oldukça büyük, basık, küre ya da armut biçiminde olan meyvedir. Pomelonun kabuk rengi, olgunluğa erişme dönemi ile bağlantılı olarak açık pembe-sarı veya sarı-yeşil tonlar arası değişiklik gösterebilmektedir. Meyvenin kabuğu ile meyvesinin arasında albedo olarak bilinen kalın ve beyaz renkli bir tabaka bulunmaktadır. Meyvenin eti, kabuğundan kolayca ayrılabilen, koyu renge sahip, sulu ve lifli bir yapıdadır. Çapı 30 santimetreye kadar ulaşip ağırlığı 10 kg kadar olabilen en büyük narenciye meyvesi olarak kabul edilmektedir (Shah vd., 2019; Buran, 2022).

Pomelo meyvesinin genellikle taze veya meyve suyu olarak tüketildiği gibi kabuğundan şeker üzerilebildiği gibi, reçel, uçucu yağlara eklenerek ve şarap olarak da kullanılmaktadır (Chen vd., 2023). Bu sayede; uçucu yağlar, pektin, polifenoller, kumarinler vb. dahil olmak üzere pomelo kabuklarından çeşitli işlevsel bileşenlerin verimli bir şekilde geri kazanılması mümkün hale gelmektedir (Liu vd., 2017; Qin vd., 2017; Zhao, Yan vd., 2019). Aynı zamanda pomelo kabukları; reçel, çay ve yüksek diyet lifli gıda bileşenleri üretiminde hammadde olarakda kullanılmaktadır. Pomelo meyvesi özellikli bir lezzete sahip olup, coğrafyaya ve iklime bağlı olarak Kasımdan Hazirana kadar hasatı yapılmaktadır (Li vd., 2021; Anonim, 2024).

Pomelo kabuğu esansiyel yağlarının potansiyel biyoaktiviteleri üzerine çok sayıda çalışma yürütülmüştür. Sonuçlar, antimikrobiyal, antioksidan ve anti-melanojenik aktiviteler de dahil olmak üzere çeşitli biyoaktivitelerini bildirilmiştir.

Pomelo kabuğu esansiyel yağları için geniş bir antimikrobiyal spektrum kanıtlanmıştır. *P. chrysogenum*, *B. subtilis*, *S. aureus*, *E. coli*, *L. monocytogenes*, *Candida albicans*, *Salmonella paratyphi b*, *Aspergillus flavus*, *Streptococcus iniae*, *Mucor hiemalis*, *Penicillium expansum* ve *Fusarium proliferatum*'a karşı etkili inhibisyonlar göstermiştir (Tao & Liu, 2012; Van Hung vd., 2013; Lan-Phi & Vy, 2015; Guo vd., 2018).

Ülkemizde ve dünyada son zamanlarda turunçgil meyvelerindeki çeşitliliğin artması araştırmacıların da ilgisini çekmiş ve bu meyvelerin morfolojik karakterizasyonları konusunda yapılan çalışmalar da zaman içerisinde önem kazanmaya başlamıştır. Bazı araştırmacılar, mandarin (Koehler-Santoz vd., 2003), şadok (Yahata vd., 2005), portakal ve mandalina (Gökçe, 2011) gibi turunçgillerde morfolojik

karakterizasyon analizleri yaparak tip, tür ve çeşitlerin birbiri arasındaki ortak ve ayrışan özelliklerini belirlemişlerdir.

Yahata vd. (2005) yapmış oldukları çalışmada, *Banpeiyu şadok* x *Ruby red* meyvelerinin melezlenmesiyle elde edilen diploid ve haploid yapıdaki bitkilerin yaprak ve kanat parametrelerinden yararlanarak morfolojik karakterizasyonunu yapmışlardır. Araştırmacılar aynı zamanda bitkinin stoma özellikleri incelemişler ve diploid ve haploid yapıları bitkiler arasında farklılıkları oluştuğunu belirtmişlerdir.

Çimen vd. (2016) yaptığı çalışmada, *Rio Red* x *Red Şadok* Altıntoplarının melezlenmesiyle elde ettikleri 100 farklı bitkinin 17 adet morfolojik özelliğini incelemişlerdir. İncelenen özellikler sonucunda bitkilerin diken yoğunluğunu az, yaprak ayası şeklini oval, genişliğini 2.91 mm, boyunu 5.23 mm ve kalınlığını 0.22 mm bulmuşlardır. Elde edilen bütün bitkilerde kanatçık bulunmakla birlikte, ters yumurta şeklinde, eni 0.84 mm, boyu 1.63 mm olarak bulmuşlardır. Bütün bitkilerin yaprak kenarlarını dişli olarak gözlemişler; incelenen 100 bitki arasında benzerlik indeksinin %66 ile %95.32 arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Ontengco vd. (1995) Şadok meyvesine ait uçucu yağların, *S.aureus* ve *E. coli* bakterilerine karşı *in vitro* aktiviteye sahip olduğunu ve galenik preparatlarda geniş spektrumlu antibakteriyel hammadde olan büyük potansiyele sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Ding vd. (2013) yaptıkları çalışmada, pomelo meyve kabuğundan elde edilen ekstrakttaki toplam fenolik madde, flavonoid ile flavonoid içeriklerinin ve toplam fenolik madde içeriğinin konsantrasyonunu 42.79 mg ve 54.56 mg (gallik asit eşdeğeri/g) değerleri aralığında, toplam flavonoid içerik değerini ise 26.70 mg ve 13.43 mg (quercetin eşdeğeri/g) aralığında bulmuşlardır.

Abirami vd. (2014)'nin yapmış oldukları çalışmada, *C. hystrix* (Kırmızı) ve *C. maxima* (Beyaz) meyvelerinden alınan meyve suyu örneklerinin, sadece antioksidan ve radikal temizleyici aktivitelere sahip olmadığını, aynı zamanda *in vitro* α -amilaz, α -glukozidaz, asetilkolinesteraz, tirozinaz ve β -glukuronidaza karşı inhibitör potansiyeline sahip olduklarını belirlemişlerdir. En yüksek ABTS temizleme aktivitesini *C. hystrix* (kırmızı)'de 34.65 mmol TE/L ve *C. maxima*'da (beyaz) 31.34 mmol TE/L olarak bulmuşlardır. Antioksidan aktivite tayininin yapıldığı başka bir araştırmada, *C. maxima* cinsine ait antioksidan aktivite, TPC ve DPPH değerlerinin sonucunu sırası ile 7.92 ± 0.04 mM L⁻¹ Trolox ile 10.74 ± 0.32 mM L⁻¹ Trolox olarak bulmuşlardır (Kumar vd., 2019).

C. maxima türünün kabuğundan elde edilen sulu etanolik özütün; antiaterojenik, antioksidan ve anti-inflamatuar içeren biyolojik aktiviteleri sağlamada büyük role sahip olan flavonoidler, Vitamin C ve karotenoidlerden oluştuğunu belirtmişlerdir (Vijayalakshmi & Radha, 2016; Abudayeh vd., 2019).

Becerra-Rodríguez vd. (2008) yaptıkları çalışmada, Henderson altıntopunda yaptıkları suda çözünür kuru madde analizinde madde/asit oranını 7.4 olarak belirlemişlerdir. Çimen vd. (2014) ise yaptığı çalışmada; Henderson altıntopunun Adana ekolojik koşullarındaki meyve verimini, kalitesini ve morfolojik özelliklerini incelemişlerdir. Çalışmanın sonunda aynı dönem içerisinde hasat edilen diğer genotip değerler içerisinde en fazla SÇKM/asit değerinin Şadok W.N.'de olduğunu, en az değer ise Pink şadokta olduğunu belirlemişlerdir.

3.YÖNTEM

3.1. Materyal

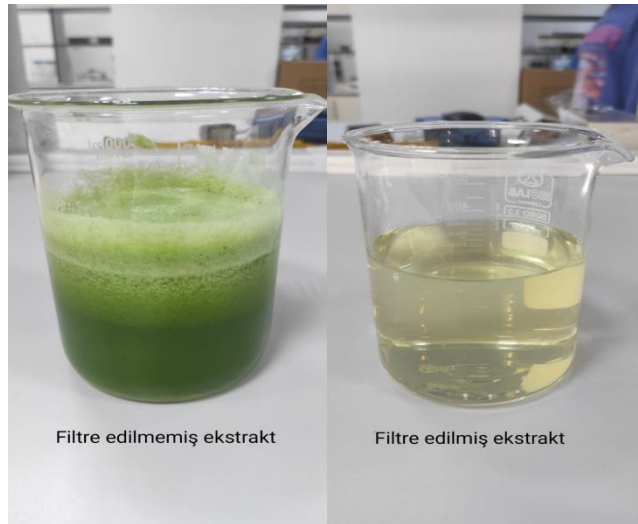
Araştırmada kullanılan kaktüs yaprağı (*Opuntia ficus-indica*), kumkuat (*Citrus japonica*) ve pomelo (*Citrus maxima*) Alanya’da bu ürünlerin yetiştiriciliğini yapan yerel bir işletmeciden, çilek (*Fragaria*) meyvesi ise yerel bir manavdan temin edilmiştir.

3.2. Metot

3.2.1. Ekstraksiyon

3.2.1.1. Dikenli incir yaprağı ekstraksiyonu

Müsilajın ekstraksiyonu için Alanya bölgesinde kendiliğinden yetişen dikenli incir yaprağı kullanılmıştır. Yaklaşık ağırlığı 300 gr olan kaktüs yaprağı yıkayıp 2 cm büyüklüğünde küpler halinde doğranarak 300 ml distile su (1:1 w/v) ile öğütücü yardımı ile homojen hale getirilmiştir. Daha sonra, 85°C’de 20 dakika boyunca su banyosunda ısıtma işlemi uygulanmıştır. Karışım Whatman No:1 filtre kağıdı kullanılarak süzümüştür. Ekstrakt 4000x g, 18 dakika, 25°C’de santrifüj edilmiştir. Elde edilen filtrat 800 ml’lik otoklav şişesinde 4°C buzdolabında saklanmıştır (Goycoolea & Cardenas, 2003; Sepulveda vd., 2007). Ekstrakt, daha sonra çilek meyvesinin kaplanması işleminde kullanılmıştır. Bu ekstrakt CAC olarak kodlanmıştır.

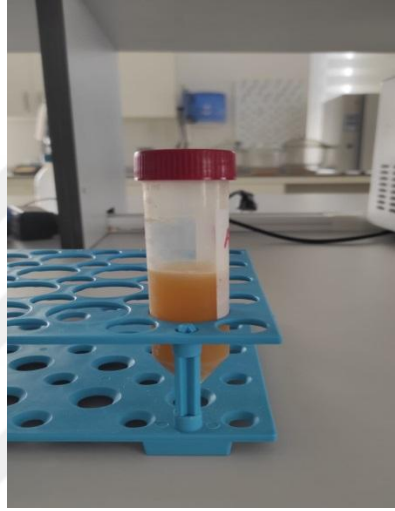


Şekil 3. 1. Dikenli incir yaprağından elde edilen kaktüs suyu ekstraktına ilişkin bir görsel

3.2.1.2. Kumkuat kabuğu ekstraksiyonu

Kumkuat kabuğu ekstraksiyonu için; kumkuat meyveleri öncelikle yıkayıp sonrasında kabuklar meyve etinden ayrılmıştır. Kabuk (144 g) daha sonra 1:1,67 (w/v)

oranında saf su (2400 ml) ile karıştırılmıştır. Bu karışım, çalkalamalı su banyosunda 80°C’de 1 saat boyunca 100 rpm’ de çalkalanarak ısıtılmıştır. Ekstrakt daha sonra Whatman No.1 filtre kağıdı kullanılarak süzölmüştür. Bu ekstraksiyon işleminde verimi en üst düzeye çıkarabilmek için aynı işlem iki kere daha tekrarlanmıştır. Sonrasında 77°C’de 60 rpm’de 250 millibarda vakum altında 6 saat süre ile rötariide evaporasyon işlemi uygulanmıştır. Elde edilen filtrat 250 ml’lik falkon tüplerde toplanıp buzdolabında 4°C saklanmıştır (Lou vd., 2016). Elde edilen ekstrakt, çilek meyvesinin daldırılarak kaplanması işleminde kullanılan 90 ml dikenli incir yaprağı ekstraktına 1 ml ilave edilmiştir. Bu ekstrakt A1B1 olarak kodlanmıştır.



Şekil 3. 2. Kumkuat meyvesinden elde edilen kumkuat ekstraktına ilişkin bir görsel

3.2.1.3. Pomelo albedo ekstraksiyonu

Öncelikle pomelo meyvesi iyice yıkanıp kabuğu ince tabaka halinde soyulmuştur. Pomelo’nun albedo (beyaz iç kabuk) kısmı ince dilimler halinde kesilmiş ve 60°C’lik etüvde 24 saat kadar kurumaya bırakılmıştır. Albedolar kuruduktan sonra öğütücü yardımı ile toz haline getirilmiştir. Ekstraktı elde etmek için, 30 gram toz albedo, 1:10 (w/v) oranında 300 ml %50 sulu etanol çözeltisiyle karıştırılmıştır. Bu karışım daha sonra su banyosunda 2 saat boyunca çalkalanmıştır. Soğutulmuş bir santrifüjde 4500x g’de 15 dakika süreyle yapılan santrifüjleme işlemi ile süpernatant katısından ayrılmıştır. Elde edilen süpernatant sıvıyı mikrofiltrasyon işlemi için 0.45 µm politetrafloroetilen şırınga filtreden geçirilmiştir. Sonrasında 77°C’de 60 rpm’de 250 millibarda vakum altında 6 saat süre ile rötariide evaporasyon işlemi uygulanmıştır. Daha sonra ekstrakt çilek meyvesinin daldırılarak kaplanması işleminde kullanılan 90 ml’lik dikenli incir yaprağı ekstraktına 1 ml ilave edilmiştir. Bu ekstrakt PA1 olarak kodlanmıştır. Geri kalan albedo ekstraktı ise 250 ml’lik falkon tüplerde 4°C’de muhafaza edilmiştir (Inthachat vd., 2023).



Şekil 3. 3. Pomelo albedodan ekstraktına ilişkin bir görsel

3.2.2. Daldırarak kaplama ile kaplanmış çileklerde yapılan periyodik analizler

3 kg taze ve bozulmamış çilek numuneleri aseptik koşullarda laboratuvara getirilmiştir. Getirilen çilek numuneleri kaktüs suyu ekstraktı ile hazırlanan 90'ar militrelik deneme gruplarına (CAC, PA1, A1B1) onar saniye daldırılmıştır. Farklı depolama günlerinde (0., 3., 7., 10., 14.) çalışılmak üzere her bir örnek grubu (Kontrol, CAC, PA1, A1B1) için ikişer adet paralelli olacak şekilde ambalajlara meyve ilave edilmiştir. Bu amaçla, ağzı kapaklı üst ve alttan delikleri bulunan şeffaf plastik ambalajlara üçer adet meyveler yerleştirilmiştir. Kaplanan numuneler ile kontrol grubu örnekleri 14 gün boyunca 4°C'de, %56 bağıl nemde depolanmış ve depolamanın 0., 3., 7., 10., 14. günlerinde fizikokimyasal ve mikrobiyolojik analizleri yapılmıştır.



Şekil 3. 4. Çilek meyvelerinin kaplanmasında kullanılan kaktüs suyu ile hazırlanan deneme gruplarına ilişkin bir görsel (sırasıyla soldan sağa A1B1, PA1, CAC)

3.2.2.1. Fizikokimyasal analizler

3.2.2.1.1. pH tayini

Kaktüs suyu ile kaplanmış çilek meyvelerinden 10'ar gram tartılarak 90 ml'lik saf suda öğütülmüş ve pH değeri Thermo Scientific Orion 2 Star model masaüstü pH metre (Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, MA, ABD) kullanılarak 3 ölçümün ortalaması alınmıştır.

3.2.2.1.2. Renk analizi

Depolama süresinde çilek örneklerinin renk değerleri (CIE L^* , a^* ve b^*) CR-A33a ışık koruma başlıklı CR-400 Konica Minolta renk ölçüm cihazı (kromametre) (Konica Minolta Inc. Tokyo, Japonya) kullanılarak belirlenmiştir. 4-5°C sıcaklıktaki örneklerin renk ölçümü, cihaza ait renk ölçüm küvetinde gerçekleştirilmiştir. Cihaz koruma başlığı (CR-A33a) takılı bir şekilde örneğin yüzeyine boşluk kalmayacak şekilde temas ettirilerek ölçüm yapılmıştır. Her ölçüm öncesi standart beyaz seramik kalibrasyon plakası ile cihaz kalibrasyonu yapılmıştır. ($Y=84.3$, $x=0.3176$ ve $y=0.3246$). Renk parametreleri: açıklık-koyuluğu (L^*), kırmızıdan-yeşile (a^*), sarıdan-maviye (b^*) kadar olan rengi temsil etmektedir. Her örnek için 3 kez ölçüm yapılmıştır (Naibaho vd., 2022). Toplam renk değişimi aşağıdaki gibi hesaplanmıştır (Nsonzi & Ramaswamy, 1998).

$$\Delta e = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

(3.1)

3.2.2.1.3. Ağırlık

Bireysel meyve ağırlığı, muameleden hemen sonra (0. gün) ve farklı depolama günlerinde (3., 7., 10., ve 14. gün) kaydedilmiştir. Ağırlık kaybı ise, aşağıdaki denklem kullanılarak başlangıç zamanına göre yüzde azalma olarak ifade edilmiştir (Allegra vd., 2016).

$$\% \text{ Ağırlık Kaybı} = \frac{\text{İlk Meyve Ağırlığı} - \text{Son Meyve Ağırlığı}}{\text{Toplam Ağırlık}} \times 100$$

(3.2)

3.2.2.2. Mikrobiyolojik analizler

Meyve örneklerinin her birisi steril stomacher torbasına 10'ar gram tartılarak üzerine 90'ar ml MRD (Maksimum Recovery Diluent) (Merck, Almanya) seyreltme sıvısı ilave edilmiştir. CLS CLPM - 400 model Stomacher (CLS Scientific Co. Ltd,

Ankara, Türkiye) karıştırıcıda homojen hale getirildikten sonra besiyerlerine ikişer paralel olacak şekilde ekim yapılmıştır.

Maya/Küf sayımı için YGC'ye (Yeast Extract Glucose Chloramphenicol) (Merck, Darmstadt, Almanya) ekim yapılmıştır. Petriler 25°C'de 4-5 gün aerobik şartlarda inkübasyona bırakılmıştır. Sonuçlar kob/g olarak verilmiştir.

Toplam aerobik mezofilik bakteri sayımı için PCA'ya (Plate Count Agar) (Merck, Darmstadt, Almanya) ekim yapılmıştır. Petriler 30°C'de 48 saat aerobik şartlarda inkübasyona bırakılmıştır (Halkman, 2019).

3.2.3. Dikenli incir yaprağından yenilebilir film hazırlanması

Ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen kaktüs suyundan film oluşturucu dispersiyon için, öncelikle kaktüs suyu (x ml) ile %65'lik (v/v) etanolü ($\frac{3x}{2}$ ml) 4°C'de 24 saat kadar beklettikten sonra %95'lik etanol (v/v) ile iki kere yıkama işlemi yapılmış ve 50°C etüvde 24 saat kadar bekletilmiştir. Sırasıyla 2:1:50 oranında müsilaj, gliserol ve damıtılmış su manyetik karıştırıcıda 10 saat tutulmuş ve gece boyunca oda sıcaklığında (25°C) saklanmıştır. Daha sonra karışım 10 gün boyunca 50°C etüvde etanolün evapore olması beklenmiştir. Elde edilen ürüne %5'i kadar 240 bloom değerli jelatin eklenip yarım saat ile 1 saat kadar 50°C'de manyetik karıştırıcıda çözündürülmüştür. Ürün standart petri kutularına dökülüp katılaşıncaya kadar oda sıcaklığında bekletilmiştir (Espino-Diaz vd., 2010).

FİLM OLUŞUM ŞEMASI



Şekil 3. 5. Film oluşturma şeması

3.2.3.1. Yenilebilir filmde su temas açısının belirlenmesi

Su temas açısı, yüzeyin hidrofobikliğini yansıtır. Kaktüs müsülajından elde edilen plastikleştirilmiş filmde su temas açısı testi Red Mi Note 8 Pro marka kamera kullanılarak yapılmıştır. Film yüzeyine 5 µL distile su damlatılmıştır. Derece olarak ifade edilen su temas açısı, Mshot Image Analysis System yazılımı tarafından sağlanmış ve su damlası ile film yüzeyi arasındaki temas noktasında taban çizgisi ile teğet çizgisi arasındaki açı olarak tanımlanmıştır (Ojagh vd., 2010). Film yüzeyinde farklı konumlarda 3 ölçüm yapılarak ortalama değer verilmiştir.

3.2.3.2. Yenilebilir film ile kaplanmış çilek meyvesinde yürütülen periyodik analizler

150 gram taze ve bozulmamış çilek numuneleri aseptik koşullarda laboratuvara getirilmiştir. Getirilen çilek numuneleri farklı depolama günlerinde (1., 7., 14., 18., ve 21.) analiz yapılacak şekilde kaktüs suyu ekstraktından (CAC) hazırlanan film ile kaplanmıştır. Kaplanan numuneler 21 gün boyunca 4°C’de depolanmış ve depolamanın 1., 7., 14., 18., ve 21. günlerinde fizikokimyasal ve mikrobiyolojik analizleri yapılmıştır.

3.2.3.2.1. Fizikokimyasal analizler

3.2.3.2.1.1. pH tayini

Kaktüs suyu hazırlanan film ile kaplanan çilek meyvesi 10’ar gram tartılarak 90 ml’lik saf suda öğütülmüş ve pH değeri, Thermo Scientific Orion 2 Star model masaüstü pH metre (Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, MA, ABD) kullanılarak 3 ölçümün ortalaması alınarak ifade edilmiştir.

3.2.3.2.1.2. Renk analizi

Depolama süresinde çilek örneklerinin renk değerleri (CIE L^* , a^* ve b^*) CR-A33a ışık koruma başlıklı CR-400 Konica Minolta renk ölçüm cihazı (kromametre) (Konica Minolta Inc. Tokyo, Japonya) kullanılarak belirlenmiştir. 4-5°C sıcaklıktaki örneklerin renk ölçümü, cihaza ait renk ölçüm küvetinde gerçekleştirilmiştir. Cihaz koruma başlığı (CR-A33a) takılı bir şekilde örneğin yüzeyine boşluk kalmayacak şekilde temas ettirilerek ölçüm yapılmıştır. Her ölçüm öncesi standart beyaz seramik kalibrasyon plakası ile cihaz kalibrasyonu yapılmıştır. ($Y=84.3$, $x=0.3176$ ve $y=0.3246$). Renk parametreleri: açıklık-koyuluğu (L^*), kırmızıdan-yeşile (a^*), sarıdan-maviye (b^*) kadar olan rengi temsil etmektedir (Naibaho vd., 2022).

3.2.3.2.1.3. Ağırlık

Bireysel meyve ağırlığı, muamele edildikten sonra farklı depolama günlerinde (1., 7., 14., 18. ve 21. gün) kaydedilmiştir. Ağırlık kaybı, aşağıdaki denklem kullanılarak başlangıç zamanına göre yüzde azalma olarak ifade etmektedir (Allegra vd., 2016).

$$\% \text{ Ağırlık Kaybı} = \frac{\text{İlk Meyve Ağırlığı} - \text{Son Meyve Ağırlığı}}{\text{Toplam Ağırlık}} \times 100$$

(3.3)

3.2.3.2.2. Mikrobiyolojik analizler

Meyve örneklerinin her birisi steril stomacher torbasına 10'ar gram tartılarak üzerine 90'ar ml MRD (Maksimum Recover Diluent) (Merck, Almanya) seyreltme sıvısı ilave edilmiştir. CLS CLPM - 400 model Stomacher (CLS Scientific Co. Ltd, Ankara, Türkiye) karıştırıcıda homojen hale getirildikten sonra besiyerlerine ikişer paralel olacak şekilde ekim yapılmıştır.

Maya/ Küf sayımı için YGC'ye (Yeast Extract Glucose Chloramphenicol) (Merck, Darmstadt, Almanya) ekim yapılmıştır. Petriler 25°C'de 4-5 gün aerobik şartlarda inkübasyona bırakılmıştır

Toplam aerobik mezofilik bakteri sayımı için PCA'ya (Plate Count Agar) (Merck, Darmstadt, Almanya) ekim yapılmıştır. Petriler 30°C'de 48 saat aerobik şartlarda inkübasyona bırakılmıştır (Halkman, 2019).

3.2.3.3. İstatistiksel analizler

Çalışmada 2 tekerrür, 2 paralelden elde edilen sonuçlar, SPSS 21.0 istatistik paket programı (IBM, U.S.) kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş ve farklı kaplama yöntemleri ile depolama sürecinin etkisi Duncan çoklu karşılaştırma testi ile %5 önem düzeyinde belirlenmiştir (Steel & Torrie, 1980).

4. BULGULAR

4.1. Daldırarak Kaplama ile Kaplanmış Çileklerde Yapılan Periyodik Analiz Sonuçları

4.1.1. Fizikokimyasal analiz sonuçları

4.1.1.1. Renk tayini

CIE L^* değerleri farklı kaktüs suyu gruplarıyla (Kontrol, CAC, PA1, A1B1) daldırarak kaplanmış çilek meyvelerinde (Şekil 4.1.) şu şekilde tespit edilmiştir. Kontrol grubu örnekleri CIE L^* değerleri açısından farklı depolama günlerinde istatistiksel olarak önemli ($p>0.05$) derecede farklılık göstermemiştir. CAC grubu örneklerinin ise; depolamanın ilk 10 gününde almış olduğu değerler önemli derecede farklılık göstermemiş olup ($p>0.05$), 14. günde önemli derecede ($p<0.05$) azalma kaydetmiştir. A1B1 açısından ise başlangıçtaki değer son depolama gününde azalma kaydetmiştir. Bu azalmanın istatistiksel açıdan önemli ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir. PA1’de ise başlangıç ve son depolama günleri arasında farklılık bulunmazken ($p>0.05$), 10. günden 14. güne bir azalma söz konusu olup, bu azalma önemli ($p<0.05$) derecede farklıdır. Örnek grupları birbirleri arasında kıyaslandığında, örnek gruplarının 0., 3., 7., 10. ve 14. depolama günlerindeki L^* değerine bakıldığında, 0. günde Kontrol grubu diğer grup örnekler arasında önemsiz ($p>0.05$) derecede farklılık göstermiştir. 3. günde CAC grubu ile A1B1 grubu arasında önemsiz ($p>0.05$) derecede bir farklılık görülmüştür. 7. ve 10. günlerde herhangi bir farklılık gözlemlenmezken 14. günde CAC grubu örnekte önemli ($p<0.05$) derecede azalma görülmüştür (Tablo 4.1).

CIE a^* değerleri farklı kaktüs suyu gruplarıyla (Kontrol, CAC, PA1, A1B1) daldırarak kaplanmış çilek meyvelerinde şu şekilde tespit edilmiştir. Kontrol grubu örnekleri CIE a^* değerleri açısından farklı depolama günlerinde istatistiksel olarak önemli ($p>0.05$) derecede farklılık göstermemiştir. CAC grubu açısından bakıldığında depolamanın 0., 3., 7. ve 10. günlerinde önemli derecede ($p>0.05$) bir farklılık görülmezken 14. günde diğer depolama günleri ile arasında önemli ($p<0.05$) derecede azalma görülmüştür. A1B1 örneği açısından bakıldığında depolama günleri arasında önemli ($p>0.05$) derecede bir farklılık görülmemektedir. PA1 örneğinde ise; depolamanın ilk on gününde önemli ($p>0.05$) derecede farklılık görünmez iken 14. günde önemli ($p<0.05$) derecede azalma kaydedilmiştir. Örnek grupları birbirleri arasında kıyaslandığında; örnek gruplarının 0., 3., 7., 10. ve 14. depolama günlerindeki a^* değerine bakıldığında, 0. ve 10. depolama günlerinde istatistiksel olarak önemli ($p>0.05$) derecede

farklılık göstermemiştir. 14. gün kontrol grubu ile CAC, A1B1, PA1 grupları arasında önemsiz derecede bir azalma durumu gözlemlenmiştir (Tablo 4.1).

CIE b^* değerleri farklı kaktüs suyu gruplarıyla (Kontrol, CAC, PA1, A1B1) daldırarak kaplanmış çilek meyvelerinde şu şekilde tespit edilmiştir. Kontrol grubu örnekleri; CIE b^* değerleri açısından değerlendirildiğinde önemli ($p>0.05$) derecede bir farklılık görülmemektedir. CAC grubu örneklerinin başlangıç ve son depolama günlerinde önemli ($p>0.05$) bir farklılık görünmezken, 3. gün ile 7. gün arasında önemli ($p<0.05$) derecede azalma olduğu görülmektedir. A1B1 grubu örneğin başlangıç ve son gün değerlerinde önemli derecede ($p>0.05$) farklılık görülmezken, 0. ve 3. günleri arasında önemli ($p<0.05$) derecede artış olduğu kaydedilmiştir. PA1 grubu örneklerinin başlangıç ve son depolama günlerinde önemli ($p>0.05$) bir farklılık görünmezken, 0. gün ile 3. gün arasında önemli ($p<0.05$) derecede artış olduğu görülmektedir. Örnek grupları birbirleri arasında kıyaslandığında, örnek gruplarının 0., 3., 7., 10. ve 14. depolama günlerindeki b^* değerine bakıldığında; 0., 3., ve 7., depolama günlerinde istatistiksel olarak önemli ($p>0.05$) derecede farklılık göstermemiştir. 10. ve 14. günlerde CAC, A1B1 ve PA1 örneklerinde önemsiz derecede azalma olduğu kaydedilmiştir (Tablo 4.1).



Şekil 4.1. Daldırarak kaplanan ve depolanan çilek meyvelerine ilişkin bir görsel

4.1.1.2. Ağırlık

Kaktüs suyundan hazırlanmış deneme gruplarına (Kontrol, CAC, PA1, A1B1) daldırılarak kaplanan çilek meyvelerinin 0., 3., 7., 10. ve 14. günlerdeki ağırlık değişimleri gözlemlendiğinde, Kontrol, A1B1 ve PA1 grubu örneklerinin başlangıç ve son depolama günlerinde önemli ($p>0.05$) bir ağırlık kaybının görülmediği tespit edilmiştir. CAC grubu örneklerinin ise 0. Gün ile 14. günler arasında önemli ($p<0.05$) derecede ağırlık kaybına uğradığı kaydedilmiştir. Örnek grupları birbirleri arasında

kıyaslandığında, örneklerde 0., 3. ve 7. depolama günlerinde önemli ($p>0.05$) derecede bir ağırlık kaybının görülmediği tespit edilmiştir. 10. günde kontrol grubunda önemsiz ($p>0.05$) derecede bir azalma görülürken, 14. depolama gününde Kontrol ve CAC grubu örneklerinin önemli ($p<0.05$) derece de ağırlık kaybına uğradığı kaydedilmiştir (Tablo 4.1).

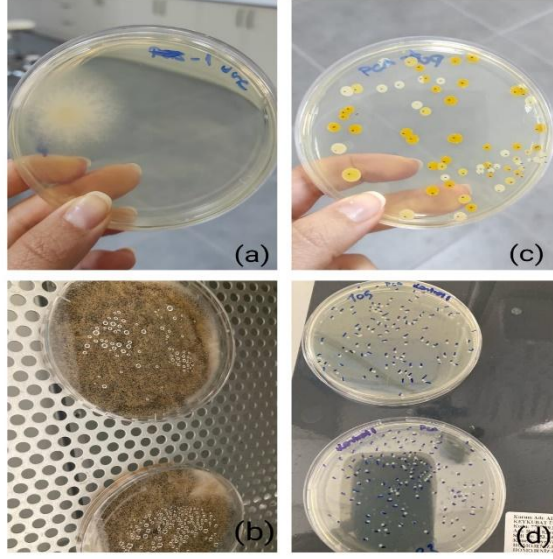
4.1.1.3. pH tayini

Çalışmamızda farklı kaktüs suyu gruplarına (Kontrol, CAC, PA1, A1B1) daldırarak kaplanan çilek meyvelerinin pH değeri, depolamanın 1., 3., 7., 10. ve 14. günlerde takip edilmiş olup, tüm örneklerin depolama süresince pH değerinde azalma gözlemlenmiştir. Kontrol ve CAC örneklerinin başlangıç ve son gündeki pH değerlerinde önemli ($p<0.05$) derecede azalma görülürken, A1B1 ve PA1 örneklerindeki başlangıç ve son gündeki pH değerindeki azalma önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Örnek grupları birbirleri arasında kıyaslandığında, tüm örneklerin depolamanın 7. gününde pH değerinde önemsiz ($p>0.05$) derecede bir artış gözlemlenmiştir. 10. ve 14. günlerde bütün örnek grupların pH değerinde önemsiz ($p>0.05$) derecede azalma görülürken, 14. günde kontrol ve CAC örneklerindeki pH değerlerinde azalmanın diğer örneklere göre daha fazla olduğu gözlemlenmiştir (Tablo 4.1).

4.1.2. Mikrobiyolojik analiz sonuçları

4.1.2.1. Toplam aerobik mezofilik bakteri analiz sonuçları

Kaktüs suyu ile hazırlanmış farklı deneme grubu (Kontrol, CAC, A1B1, PA1) örnekleri ile kaplanmış olduğumuz çilek örneklerindeki mikrobiyal üremeyi gözlemlemek adına 14 gün boyunca 4°C'de saklanan çilek örneklerine depolamanın 0., 3., 7., 10. ve 14. günlerinde toplam aerobik canlı analizi yapılmıştır. 0. Gün ile 14. depolama günleri süresince kaydedilen sayılar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) olduğu tespit edilmiş olsa da PA1 ve A1B1 örneklerinde koruyuculuğun Kontrol ve CAC gurubuna kıyasla daha fazla olduğu görülmüştür. Örnek grupları birbirleri arasında kıyaslandığında; depolamanın 0., 3., 7., 10. ve 14. günlerinde toplam aerobik analizi yapılmış, depolama süresince kaydedilen sayılar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.1).



Şekil 4. 2. Daldırarak kaplanan çilek meyvelerinde depolama sırasında gözlemlenen mikrobiyal üremelere ilişkin görseller a-b) Maya/Küf gelişimine ait görsel c-d) Toplam mezofilik bakteri gelişimine ait görsel

4.1.2.2. Maya/küf analiz sonuçları

Kaktüs suyu ile hazırlanmış farklı (Kontrol, CAC, A1B1, PA1) örnekleri ile kaplanmış olduğumuz çilek örneklerindeki mikrobiyal üremeyi gözlemlemek adına 14 gün boyunca 4°C'de saklanan çilek örneklerinde depolamanın 0., 3., 7., 10. ve 14. günlerinde maya/küf analizi yapılmıştır. 0. Gün ile 14. depolama süresince kaydedilen sayılar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) olduğu tespit edilmiş olsa da PA1 ve A1B1 örneklerinde koruyucunun Kontrol ve CAC gurubuna kıyasla daha fazla olduğu görülmüştür. Örnek grupları birbirleri arasında kıyaslandığında; depolamanın 0., 3., 7., 10. ve 14. günlerinde maya/küf analiz yapılmış, depolama süresince kaydedilen sayılar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.1).

Tablo 4. 1. 4°C’de daldırarak kaplanan çilek meyvesinin 14 günlük ve film ile kaplanan çilek meyvesinde 21 günlük depolama süresince pH, ağırlık, renk ve mikrobiyal değişimler

		Depolama günleri				
		0	3	7	10	14
Daldırarak kaplama	Parametreler					
	pH					
	Kontrol	4.79±0.32 ^{xya}	4.30±0.18 ^{ya}	5.05±0.49 ^{xa}	5.14±0.01 ^{xa}	3.51±0.16 ^{za}
	CAC	4.40±0.49 ^{ya}	4.18±0.07 ^{zya}	5.27±0.24 ^{xa}	4.50±0.08 ^{ya}	3.75±0.1 ^{za}
	A1B1	4.49±0.56 ^{zya}	4.15±0.12 ^{za}	5.36±0.44 ^{xa}	5.08±0.08 ^{xya}	4.27±0.63 ^{za}
	PA1	4.87±0.27 ^{xya}	4.16±0.21 ^{za}	5.39±0.38 ^{xa}	4.98±0.26 ^{xya}	4.48±0.85 ^{zya}
	Ağırlık (g)					
	Kontrol	19.57±4.03 ^{xa}	18.16±5.80 ^{xa}	18.24±3.03 ^{xa}	18.21±4.00 ^{xa}	14.15±0.18 ^{xa}
	CAC	20.63±3.97 ^{xya}	24.16±6.09 ^{ya}	17.01±3.22 ^{xa}	19.46±5.82 ^{zya}	10.91±2.46 ^{za}
	A1B1	20.42±9.52 ^{xa}	21.45±2.36 ^{xa}	20.44±3.08 ^{xa}	19.25±3.30 ^{xa}	17.85±3.68 ^{xb}
	PA1	20.25±6.32 ^{xa}	20.75±5.36 ^{xa}	19.21±3.56 ^{xa}	19.05±4.53 ^{xa}	16.76±3.65 ^{xb}
	L*					
	Kontrol	27.73±1.71 ^{xb}	24.62±1.44 ^{xab}	25.46±3.05 ^{xa}	23.97±7.96 ^{xa}	27.64±2.62 ^{xc}
	CAC	24.59±3.21 ^{xa}	26.50±2.40 ^{xb}	22.46±5.30 ^{xa}	25.80±1.66 ^{xa}	10.75±1.69 ^{ya}
	A1B1	24.00±1.29 ^{xa}	22.50±4.44 ^{xya}	24.15±1.42 ^{xa}	24.74±1.57 ^{xa}	17.82±6.24 ^{yb}
	PA1	23.61±2.26 ^{xya}	24.65±1.40 ^{xyab}	24.05±1.32 ^{xya}	26.85±1.51 ^{xa}	21.98±4.63 ^{yb}
	a*					
	Kontrol	23.32±3.83 ^{xa}	21.31±3.49 ^{xa}	22.02±3.25 ^{xa}	22.00±4.03 ^{xa}	24.77±2.70 ^{xb}
	CAC	23.09±2.98 ^{xa}	20.31±1.42 ^{xya}	21.97±3.28 ^{xa}	21.61±4.63 ^{xa}	16.34±5.32 ^{ya}
	A1B1	20.76±3.14 ^{xa}	22.48±3.01 ^{xa}	21.20±2.22 ^{xa}	20.80±4.88 ^{xa}	19.07±4.45 ^{ya}
	PA1	22.55±3.19 ^{xa}	21.54±2.47 ^{xya}	19.40±2.96 ^{xya}	19.97±2.68 ^{xya}	18.39±2.59 ^{ya}
b*						
Kontrol	10.84±1.42 ^{xa}	16.53±7.22 ^{xa}	12.15±6.13 ^{xa}	12.00±2.39 ^{xb}	11.13±1.15 ^{xb}	
CAC	10.65±2.23 ^{xya}	14.59±5.79 ^{xa}	9.06±1.81 ^{ya}	10.28±1.92 ^{yab}	8.91±1.71 ^{yab}	
A1B1	10.25±1.29 ^{ya}	17.01±8.43 ^{xa}	8.08±1.59 ^{ya}	9.05±1.91 ^{ya}	8.70±1.85 ^{ya}	
PA1	9.71±0.90 ^{ya}	16.09±7.72 ^{xa}	10.49±5.07 ^{xya}	10.40±1.48 ^{xyab}	8.81±1.91 ^{yab}	
Δe						
Kontrol	69.18	71.05	70.49	69.26	71.12	
CAC	71.85	69.46	71.49	69.88	73.75	
A1B1	71.17	65.84	71.44	70.83	71.11	
PA1	72.4	71.16	71.02	68.00	70.73	
Tamb.(log CFU/g)						
Kontrol	2.07±1.97 ^{xa}	1.84±1.74 ^{xa}	2.07±1.97 ^{xa}	3.55±0.1 ^{xa}	3.55±3.45 ^{xa}	
CAC	0.1±1.66 ^{xa}	1.94±1.84 ^{xa}	1.82±1.72 ^{xa}	3.22±3.12 ^{xa}	3.55±3.45 ^{xa}	
A1B1	0.1 ^{xa}	0.1 ^{xa}	2.21±2.11 ^{xa}	1.58±1.48 ^{xa}	2.66±2.56 ^{xa}	
PA1	0.1 ^{xa}	2.08±1.98 ^{xa}	2.10±2.00 ^{xa}	2.41±2.31 ^{xa}	2.69±2.59 ^{xa}	
Maya / Küf (log CFU/g)						
Kontrol	1.87±1.77 ^{xa}	1,87±1,77 ^{xa}	2.01±1.91 ^{xa}	3.55±3.45 ^{xa}	5.56±3.45 ^{xa}	
CAC	1.84±0.08 ^{xa}	1,95±1,85 ^{xa}	2.08±1.98 ^{xa}	2.44±2.34 ^{xa}	5.46±1.94 ^{xa}	
A1B1	1.89±1.79 ^{xa}	1,98±1,88 ^{xa}	2.2±2.1 ^{xa}	3.00±2.90 ^{xa}	4.32±2.34 ^{xa}	
PA1	1.94±1.84 ^{xa}	2,38±2,28 ^{xa}	2.24±2.14 ^{xa}	2.10±2.00 ^{xa}	3.76±0.16 ^{xa}	
		1	7	14	18	21
Film ile kaplama	Parametreler					
	Ph					
	CAC	4.98 ^{xa}	4.06 ^{xa}	3.94 ^{xa}	-	-
	Ağırlık (g)					
	CAC	11.03 ^{xa}	10.2 ^{xa}	8.7 ^{xa}	5.6 ^{xa}	5.2 ^{xa}
	L*					
	CAC	29.14 ^{xa}	29.29 ^{xa}	23.95 ^{xa}	24.55 ^{xa}	22.35 ^{xa}
	a*					
	CAC	24.97 ^{xa}	27.57 ^{xa}	19.49 ^{xa}	24.45 ^{xa}	23.35 ^{xa}
	b*					
	CAC	11.73 ^{xa}	13.85 ^{xa}	7.39 ^{xa}	8.49 ^{xa}	8.03 ^{xa}
	Δe					
	CAC	68.05	69.19	70.84	74.1	73.55
	Tamb.(log CFU/g)					
CAC	0.1 ^{xa}	5.0 ^{xa}	7.0 ^{xa}	7.0 ^{xa}	7.0 ^{xa}	
Maya/Küf (log CFU/g)						
CAC	0.1 ^{xa}	3.0 ^{xa}	7.0 ^{xa}	7.0 ^{xa}	7.0 ^{xa}	

* Aynı satırdaki farklı harfler (x,y,z) istatistiksel olarak önem derecesini (p<0.05) göstermektedir.

* Aynı sütundaki farklı harfler (a,b,c) istatistiksel olarak önem derecesini (p<0.05) göstermektedir.

* Tabloda yer alan (-) işareti, ürünün bozulduğu ve ileri analizlere geçilemediğini ifade etmektedir.

4.2. Yenilebilir Film ile Kaplanan Çilek Meyvelerinde Yürütülen Periyodik Analiz Sonuçları

4.2.1. Fizikokimyasal analiz sonuçları

4.2.1.1. Renk tayini

CIE L^* değerleri; kaktüs suyu (CAC) ile üretilen film ile kaplanan çilek örneklerinde, 4°C'deki 21 günlük CIE L^* değerindeki değişime bakıldığında depolamanın ilk günü ölçülen değer 29.14 iken son günü ölçülen değer 22.35 olarak bulunmuştur (Tablo 4.1).

CIE a^* değerleri; kaktüs suyu (CAC) ile üretilen film ile kaplanan çilek örneklerinde, 4°C'deki 21 günlük CIE a^* değerindeki değişime bakıldığında depolamanın ilk günü ölçülen değer 24.97 iken son günü ölçülen değer 23.35 olarak bulunmuştur (Tablo 4.1).

CIE b^* değerleri; kaktüs suyu (CAC) ile üretilen film ile kaplanan çilek örneklerinde, 4°C'deki 21 günlük CIE b^* değerindeki değişime bakıldığında depolamanın ilk günü ölçülen değer 11.73 iken son günü ölçülen değer 8.03 olarak bulunmuştur (Tablo 4.1).

4.2.1.2. Ağırlık

Kaktüs suyu ekstraktından yapılan film ile kaplanan çilek meyvelerinin 1., 7., 14., 18. ve 21. depolama günlerindeki ağırlık değişimlerine bakıldığında; depolamanın başlangıcından son depolama gününe kadar % 35 ağırlık kaybı görülmüştür (Tablo 4.1).

4.2.1.3. pH tayini

Çalışmamızda kaktüs suyundan üretilen film ile kaplanan çilek meyvelerinde; depolamanın 1., 7. ve 14. günlerinde pH değerinde azalma görülürken, depolamanın 18. ve 21. günlerinde çilek meyvesi çok fazla su ve hacim kaybı yaşadığı için ölçüm yapılamamıştır (Tablo 4.1).

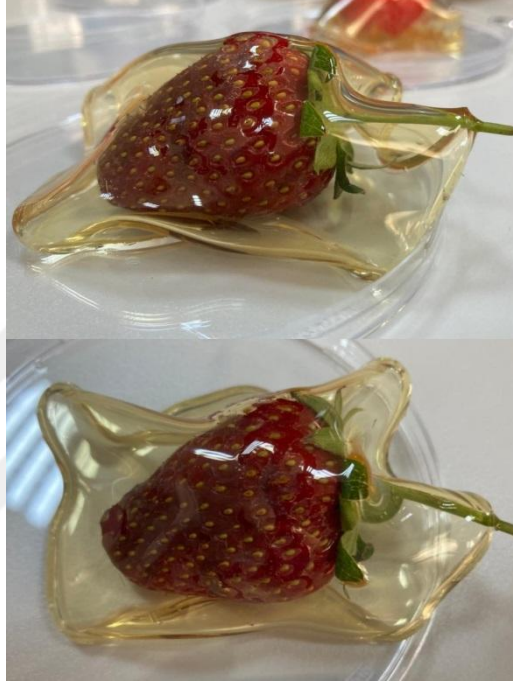
4.2.2. Mikrobiyolojik analiz sonuçları

4.2.2.1. Toplam aerobik mezofilik bakteri analizi

Kaktüs suyu ekstraktı ile hazırlanan film ile kaplanmış olduğumuz çilek örneklerindeki mikrobiyal üremeyi gözlemlemek adına 21 gün boyunca 4°C'de saklanan çilek örneklerinde depolamanın 1., 7. ve 14. günlerinde analiz yapılmış, depolamanın 7. gününde değerlendirilen petri plaklarında yirmiden az koloni tespit edilmiştir. Takip eden 14. günde ise 10^2 seyreltme yapılan petri plaklarında sayılamayacak derecede (>200) çok koloni tespi edilmiştir (Tablo 4.1).

4.2.2.2. Maya/küf analiz sonuçları

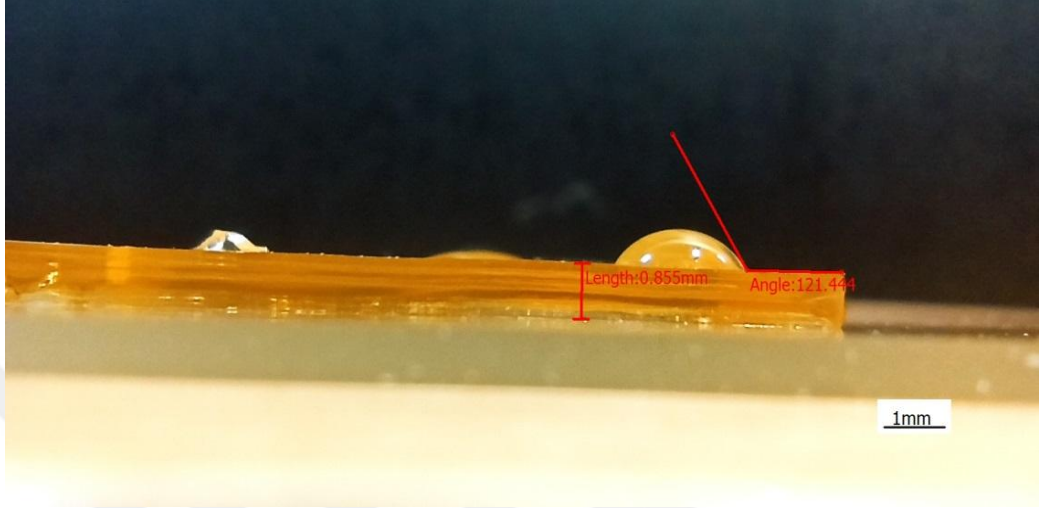
Kaktüs suyu ekstraktı ile hazırlanan film ile kaplanmış olduğumuz çilek örneklerindeki mikrobiyal büyümeyi gözlemlemek adına 21 gün boyunca 4°C'de saklanan çilek örneklerinde depolamanın 1., 7. ve 14. günlerinde maya/küf analizi yapılmış, depolamanın 7. gününde değerlendirilen petri plaklarında yirmiden az koloni tespit edilmiştir. Takip eden 14. günde ise 10^2 seyreltme yapılan petri plaklarında sayılamayacak derecede (>200) çok koloni tespiti edilmiştir (Tablo 4.1).



Şekil 4. 3. Yenilebilir film ile kaplanan çilek meyvesine ilişkin bir görsel

4.3. Elde Edilen Filmde Su Temas Açısı Sonucu

Opuntia ficus-indica kladodlarından elde ettiğimiz plastikleştirilmiş filmin su temas açısı belirlenmiş olup, su damlasının film ile yaptığı açı 120° olarak ölçülmüştür. Su damlasının film ile yaptığı açının 90° 'den büyük bir açı olması filmin hidrofobik karaktere sahip olduğunu göstermektedir.



Şekil 4. 4. Kaktüs suyu ekstraktı ile hazırlanan filmde su temas açısına ilişkin bir görsel

5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Daldırarak Kaplama Yöntemi ile Elde Edilen Sonuçlar

Bu çalışmada, ülkemizde dikenli incir olarak bilinen *Opuntia ficus-indica*'nın yapraklarından ekstraksiyon ile müsilajlı su elde edilmiş ve bu ekstraktan üç farklı deneme grubu oluşturulmuştur.

Bu gruplar sırasıyla;

- %1 kumkuat ekstraktı eklenen kaktüs suyu (A1B1),
- %1 pomelo albedo eklenen kaktüs suyu (PA1)
- Kaktüs suyu (CAC)

Yukarıda belirtilen farklı kaktüs sularına çilek meyvelerinin daldırılması suretiyle meyvelerin kontrol grubuna (işlem yapılmamış taze çilek) kıyasla 4°C'de 14 günlük depolama sürecindeki değişimleri incelenmiştir.

5.1.1. Fizikokimyasal analizler

5.1.1.1. Renk tayini

Tüketicilerin çilek satın alırken dikkat ettikleri en önemli faktörlerden birisi tartışmasız meyvenin görsel nitelikleridir. Ölçülebilir görsel niteliklerden biri de yüzey rengidir.

Depolamanın 0., 3., 7., 10. ve 14. günlerinde, farklı deneme grupları (Kontrol, CAC, A1B1, PA1) ile kaplanan çilek örneklerinin CIE L^* değeri 14. gün sonunda kontrol grubuna kıyasla diğer deneme gruplarının tamamında (CAC, A1B1, PA1) azalmış olup, en yüksek değer kaybının CAC grubunda olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.1).

CIE L^* değerinin bir gıda örneğinin renk parametreleri açısından önemi gıdanın aydınlık derecesi hakkında fikir vermektir. Örneğin; Dimitrios vd. (2022), kaktüs kladodlarından hazırlamış oldukları yenilebilir filmle kaplamış oldukları Regina (*Prunus avium L.*) kirazının 28 günlük depolama süresince kalitesi üzerindeki etkisini ticari formülasyon olan kitosanla karşılaştırmışlardır. L^* değerinin depolamanın 14. günü en yüksek değere çıktığını, 21. günden sonra ise azaldığını bulmuşlardır.

Liguori vd. (2021), kaktüs suyuna askorbik asit eklenmesi ve çilek meyvelerinin daldırılarak kaplanması çalışmalarında 4°C'de 12 günlük depolama sürecinde şeffaflık değerinin 3. güne kadar azaldığı, sonraki süreçte ise stabil kaldığı sonucunu bulmuşlardır.

Yaribeigi (2020), kaktüs suyu ile kapladıkları çilek meyvesinde CIE L^* değerinin, 15 günlük depolama sürecinde kontrol ve kaplanmış örnek gruplarında önemli derecede

değişmeden stabil kaldıklarını bulmuşlardır. Araştırmacının çilek meyvesinde ölçtüğü ilk gün CIE L^* değeri (28.63), elde ettiğimiz değer (27.73) ile uyum içerisinde.

Gheribi vd. (2018), yaptıkları çalışmada kaktüs kladodlarından elde ettikleri müsilaja %40 oranında gliserol, sorbitol, PEG200 ve PEG400 gibi farklı plastikleştiricileri ekleyerek ürettikleri film formülasyonları'nın CIE L^* değerlerini 88 ile 90 arasında bulmuşlardır.

Allegra vd. (2017), kaktüs suyu ile kapladıkları Dottato (*Ficus carica L.*) incirinin CIE L^* değerinin, 14 günlük depolama süresinde kontrol ve kaplanmış meyvelerdeki değişimlerini incelemiştir. Kontrol grubu örneklerinde depolamanın 3., 5. ve 7. günlerinde meyvenin parlaklığı sürekli olarak azalma gösterirken, kaktüs suyu ile kaplanan incir meyvesinin L^* değeri depolamanın 7 günü boyunca sabit kalmış, sonrasında azalmıştır. Kontrol ve kaplanmış meyve arasında depolamanın son beş gününde önemli bir fark oluşmadığını bulmuşlardır.

Espino-Diaz vd. (2010) kaktüs müsilajı ile yapmış oldukları çalışmada, farklı pH'larda (3, 4, 5, 6, 7 ve 8), farklı oranda kalsiyum içeren (%0 ve %30 CaCl₂, müsilajın ağırlığına göre) ve kalsiyumsuz film hazırlamışlardır. Hazırlamış oldukları filmlerde kalsiyum ve pH'nın varlığının filmin CIE L^* değerini etkilemediği sonucunu bulmuşlardır.

Del-Valle vd. (2005), kontrol grubu ve kaktüs suyu ile hazırladığı çözeltiler ile kaplanmış oldukları çilek meyvelerinin 9 günlük depolama süresince CIE L^* değerlerindeki değişimleri gözlemlemiş ve açıklık-koyuluk değerlerinde önemli ($p>0.05$) derecede değişikliklerin olmadığını, verilerin 33 ± 5 dolaylarında bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Bu tez çalışmasında, kaktüs suyu ile kaplama işlemi uygulanan çilek örneklerinin CIE L^* değerlerinde depolamanın ilk 10 gününde önemsiz derecede ($p>0.05$) azalma görülürken, kaktüs suyu ekstraktı ve %1'lik kumkuat ekstraktı ile kaplanan çilek meyvelerinde depolamanın 10. gününden sonra önemli derecede ($p<0.05$) azalma kaydedilmiştir. Kontrol grubu ve % 1'lik pomelo albedo ekstraktı ile kaplanan çilek meyveleri ise depolamanın 14. gününde başlangıç CIE L^* değerlerini korumuştur.

Sonuç olarak, kaktüs suyu ekstraktının koruyuculuğunun tek başına yeterli olmadığı ve çilek meyvelerinde şeffaflık kaybına yol açması sebebi ile meyvenin pazarlanabilir niteliğini kaybettiği görülmüştür. Kaktüs suyu ile kaplanan %1'lik pomelo albedo ekstraktı'nın çilek meyvesinin depolama süresinin uzamasında olumlu etki gösterdiği, en yüksek görsel ve pazarlanabilir değere sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

CIE a^* değeri çileğin kırmızılığı hakkında bilgi veren önemli parametrelerden biridir.

Liguori vd. (2021), çalışmamızla benzer şekilde kaktüs suyuna %5 oranında askorbik asit ekleyip, bu karışımı çilek meyvelerinin püskürterek kaplamışlardır. Çalışmanın sonuçlarında, 4°C 12 günlük depolama sürecinde çilek meyvesinde, Chroma ($\sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$) ve renk açısı (hue angle ($h^\circ = \arctan(b^*/a^*)$)) değerlerinin depolama süresince ciddi ölçüde azaldığını ve meyvenin canlı renginin çok azalarak koyu kırmızı renge (34.2 h) büründüğünü tespit etmişlerdir.

Yaribeği (2020)'de depolama sürecinde çilek meyvesinin kaktüs suyu ile kaplanmasında kırmızılık değerinin korunarak arttığını belirlemiştir. Elde ettiğimiz değerler bu durumun aksi yönünde azalma göstermiştir.

Gheribi vd. (2018) yaptıkları çalışmada, kaktüs kladodlarından elde ettikleri müsilağa %40 oranında gliserol, sorbitol, PEG200 ve PEG400 farklı plastikleştiricileri ekleyerek ürettikleri film formülasyonlarının renk tonu açısının (h) 86 ile 88 arasında sarı-yeşil renkte olduğu sonucunu bulmuşlardır.

Espino-Diaz vd. (2010) yapmış oldukları çalışmada, müsilağ filmine kalsiyum ilavesinin renk açısını etkilemediğini, ancak filmin düşük pH'da daha açık sarı iken, yüksek pH'da sarı-yeşil renkte ve daha opak görüldüğü sonucunu bulmuşlardır.

Del-Valle vd. (2005), kontrol grubu ve kaktüs suyu ile kaplamış oldukları çilek meyvelerinde a^* değerinin depolamanın 5. gününden itibaren %40 oranında azaldığını ve 9. güne kadarki süreç içerisinde değerini koruduğu sonucunu bulmuşlardır. Araştırmacıların elde ettikleri değerler ile bulgularımız benzer olup CIE a^* değeri açısından birbiri ile örtüşmektedir.

Bu çalışmada depolama boyunca, kontrol ve %1'lik kumkuat ekstraktı ile kaplanan çileklerin CIE a^* değerlerinde önemli bir değişim olmamış ($p > 0.05$), kırmızı rengini muhafaza etmiştir. Ancak kaktüs suyu ekstraktı ile kaplanan çilek meyvelerinde depolamanın 10. gününden itibaren CIE a^* değerinde azalma olduğu görülmüştür. Bu azalmaya solunum hızındaki artış ve depolama sırasında kahverengileşmeye neden olan enzimatik esmerleşmenin de neden olabileceği bildirilmiştir (Del-Valle vd., 2005).

CIE b^* değeri yönünden ise örneklerimizde başlangıç değerleri ile bitiş değerleri açısından önemli derecede farklılık bulunmamıştır ($p > 0.05$).

Liguori vd. (2021), kaktüs suyuna eklediği askorbik asitin, çilek meyvelerinin chroma ($\arctan=b/a$) değerinde olumsuz bir değişime neden olmadığını, canlı rengini korumaya devam ettiği sonucunu bulmuşlardır.

Benzer olarak, Yaribeigi (2020) de kaktüs suyu ile kapladığı çilek meyvelerinin chroma değerinde önemli bir değişim tespit etmemiştir.

Espino-Diaz vd. (2010) yapmış oldukları çalışmada, farklı pH değerlerinde (3, 4, 5, 6, 7 ve 8), farklı oranda kalsiyum içeren (%0 ve %30 CaCl₂, müsilajın ağırlığına göre) ve kalsiyumsuz film hazırlamışlardır. Hazırlamış oldukları filmlerde kalsiyum ve pH'nın varlığının filmin yapısını etkilemediğini bulmuşlardır. Kalsiyumlu ve kalsiyumsuz filmlerde kroma değeri pH 8'de yüksek değere sahipken (MFCa: 13.8, MF:16.3), pH 4'de daha düşük değerlere (MFCa:7.9, MF:9.7) sahip olduğunu bulmuşlardır. Kalsiyum içermeyen filmlerdeki kroma değerinin yüksek olmasının, moleküller arası bağ oluşumunun daha sıkı olabileceğinden kaynaklandığını ifade etmişlerdir.

Del-Valle vd. (2005) yapmış oldukları çalışmada, kaktüs suyu ile kaplanan ve kaplanmayan çilek meyvelerinin 9 günlük depolama süresince CIE *b** değerini koruduğunu gözlemlemişlerdir.

Bu çalışmada, depolama boyunca kaplanmış ve kaplanmamış çilek örnekleri CIE *b** değerini korumuştur. Bir diğer deyişle, CIE *b** sarılık-kahverengilik indeksi negatif yönde seyretmemiştir. Dolayısı ile, kaplama işlemi çileğin rengini değiştirmeden kahverengileşme sürecini uzatmayacağına ilişkin çalışmamızla da benzer şekilde literatür (Del-Valle vd., 2005) sonuçlarına ulaşılmıştır.

Sonuç olarak; kaktüs suyu ekstraktı (CAC) ve bu ekstraktan oluşturulan iki farklı deneme grubunu (A1B1, PA1) renk parametreleri üzerinden değerlendirecek olursak, kaplama işlemi uygulanan meyvelerin CIE *L**, *a** ve *b** değerlerine bakıldığında en iyi sonucu % 1'lik kumkuat (A1B1) ve pomelo albedo (PA1) ekstraktları ile kaplanan çilek meyveleri verirken, sadece kaktüs suyu ekstraktı (CAC) ile kaplama işlemi çilek meyvelerinin rengini muhafaza etme konusunda yetersiz kalmıştır. Çilek meyvesinin 14 günlük depolamanın başlangıç ve depolama süresi sonundaki *L**, *a** ve *b** değerleri arasındaki farklardan yararlanarak toplam renk farklı (Δe) değeri hesaplandığından çilek meyvesinde en iyi sonucu %1'lik kumkuat ekstraktı ile kaplanan çilek örnekleri vermiştir.



Şekil 5. 1. Kaktüs suyu ile hazırlanan farklı deneme grupları ile kaplanan çilek meyvelerinin ve farklı depolama günlerine ilişkin görsel

5.1.1.2. Ağırlık

Kaktüs suyu ile kaplanmış (CAC, A1B1, PA1) ve kaplanmamış (Kontrol) çilek örneklerinin 14. günlük depolama süresince ağırlık kayıplarına bakıldığında;

A1B1, PA1 ve Kontrol gruplarının ağırlıklarındaki azalma önemsiz ($P>0.05$) bulunurken, CAC ile kaplanan çilek grubunda ağırlık kaybı, diğer kaplama gruplarına kıyasla önemli ($P<0.05$) derecede az olmuştur (Tablo 4.1).

Liguori (2021) yapmış olduğu çalışmada, kaplanmış ve kaplanmamış çilek meyvelerinin 4°C 'de 12 günlük depolama süresi ile ağırlık kaybında doğrusal bir artış görmüş, bu ağırlık artışının kaplanmamış çileklerde daha fazla olduğu (ortalama %11.3) sonucuna ulaşmıştır. Yaribeigi (2020), dikenli incir ile kaplamış olduğu çilek meyvesinin 15. günündeki ağırlık kaybını 0.45 ± 0.11 , kaplanmamış meyvelerde ise 0.20 ± 0.02 olduğu sonucunu bulmuştur.

Yukarıda da görüldüğü gibi araştırmacıların elde etmiş olduğu ağırlık kayıpları çalışmamız bulguları ile (ortalama %47.11) örtüşmektedir.

Christopoulos vd. (2022), *Opuntia ficus-indica* kladod ekstraktına kitosan karıştırılarak hazırladıkları yenilebilir kaplama Regina (*Prunus avium L.*) kirazlarının ağırlık kaybında kademeli artış olduğu depolanın 28. gününde ağırlık %4,86'lara kadar çıktığı sonucunu bulmuşlardır.

Morais vd. (2019), kaktüs suyu ile hazırlanan formülasyonlarla kaplanmış minimal işlenmiş tatlı patatesi 10 gün boyunca $5\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de depolamış, kaplamalı ve kaplamasız dilimlerde soğuk depolama süresi boyunca ağırlığın kademeli olarak azaldığını bildirmişlerdir.

Allegra (2017) yapmış olduğu çalışmada, kaktüs suyu ile kaplanmış ve kaplanmamış Dottato (*Ficus carica L.*) incirlerinin 14 günlük depolama boyunca ağırlık değişimlerini incelemiştir. İncirlerin ağırlıklarında depolamanın 10. gününden itibaren önemli ($p<0.05$) derecede azalma olduğunu, kaplanmamış incir meyvesindeki ağırlık kaybı kaplanmış incir meyvesinin üç katı olduğu sonucunu bulmuştur.

Allegra (2016), çalışmamıza benzer şekilde kaktüs suyu ile hazırlanan farklı kaplama sıvıları (müsilaj+gliserol, müsilaj+gliserol+Tween 20) ile kaplanmış ve kaplanmamış Hayward (*Actinidia deliciosa P.*) kivi dilimlerinin 12 günlük depolama boyunca ağırlıklarında azalma görülmüş, depolama sonunda kaplanmış ve kaplanmamış kivi dilimlerinin ağırlıkları kayıpları arasında fark olmadığı sonucunu bulmuştur.

Opuntia ficus-Índica kladodlarının ekstraksiyonu ve farklı çözelti grupları ile kapladığımız çilek meyvelerinin 4°C'de 14 günlük depolama süresi boyunca çileklerin tamamında ağırlık kaybı yaşanmış, ağırlık kaybı en az CAC ile kaplanan çilek meyvesinde olmuştur.

Yapmış olduğumuz çalışma ile benzerlik gösteren diğer çalışmalarda da kaktüs müsilajı ile kaplanmış, dilimlenmiş veya bütün ürünlerin (kivi, incir, çilek, vb.) ağırlıklarında azalma olduğu görülmüştür.

Meyve ağırlığının azalmasında; hücre içi ve hücre dışı su kaybı, hücre solunumu ve hücre duvarının parçalanmasıyla oluşan şeker tüketimi ve bunun sonucunda hücre parçalanmasıyla oluşan su kaybı da dahil olmak üzere kaktüs müsilajının hidrofilik karakter göstermesi, terleme ve solunumun azalması gibi çeşitli faktörlerin de su kaybına sebep olması önemli düzeyde etkili faktörler olarak bildirilmektedir (Lufu vd., 2019).

5.1.1.3. pH tayini

Kaktüs suyu ile kaplanmış (CAC, A1B1, PA1) ve kaplanmamış (kontrol) çilek örneklerinin depolama boyunca pH değerlerindeki değişime bakıldığında tüm örnek gruplarının değerlerinde azalma görülmüştür. Ancak, bu azalma eğilimi kontrol ve CAC gruplarında daha fazla seyrederek istatistik açıdan önemli ($p<0.05$) (Tablo 4.1).

Yaribeigi (2020), çalışmasında kaktüs suyu ile kaplanmış ve kaplanmamış çileklerin pH değerlerinin depolama boyunca arttığını, ancak kaplanmış ve kaplanmamış örnekler arasında önemli ($p>0.05$) bir farkın oluşmadığı sonucunu bulmuştur. pH, kaplanmış çileklerde 3.45'ten yaklaşık 3.60'a çıkmıştır. Kaplanmamış örnek pH'sı ise depolama sürecinde bir miktar düşme eğilimi gösterse de 3.45'te stabil kalmıştır. Benzer şekilde çilek meyvesinde yürütülen yenilebilir kaplama çalışmalarında pH artış eğilimi,

Han vd. (2004), Sogvar vd. (2016), Shao vd. (2018) ve Khodaei & Hamidi-Esfahani (2019) tarafından da kaplanmış ve kontrol örnekleri için tespit edilmiştir. pH'nın meyvelerde solunumu esnasında organik asitlerin kullanımı ile oksijen seviyesinin artışına bağlı olarak artış göstereceği (Shao vd., 2018; Khodaei & Hamidi-Esfahani 2019) ile meyvenin tazeliğinin kaybına dair bir gösterge olacağı da belirtilmiştir (Han vd., 2004).

Gheribi vd. (2018) yapmış oldukları çalışmada, müsilajlı filmlerin yapısında bulunan başlıca şekerlerin galaktoz (%40.81), arabinoz (%30.60) ve düşük içeriklerde ksiloz, ramnoz ve glikoz gibi basit şekerler olduğunu bulmuştur. Müsilajda doğal olarak bulunan bu şekerlerin varlığı su aktivitesinin düşmesine ve gıdanın pH dengesini korumada etkili olabileceği düşünülmektedir. Bu sonuçlar; Habibi, Mahrouz vd. (2004), Espino-Diaz vd. (2010) ve Petera vd. (2015)'nin *opuntia ficus* ile yapmış olduğu çalışmalarda bulgularla benzerlik göstermektedir.

Espino-Diaz vd. (2010) kaktüs müsilajı ile yapmış oldukları çalışmada, farklı pH'larda (3, 4, 5, 6, 7 ve 8), farklı oranlarda kalsiyum içeren (%0 ve %30 CaCl₂, müsilajın ağırlığına göre) ve kalsiyumsuz film hazırlamışlardır. Filmlerin farklı pH ve kalsiyum oranlarında hazırlanması filmin renk açısı ve parlaklık parametreleri üzerinde herhangi bir etkisi olmadığı sonucunu bulmuşlardır.

Yukarıda vermiş olduğumuz benzer çalışmalar ile yapmış olduğumuz çalışmanın sonuçları birbiri ile örtüşmese de kaktüs suyu ile hazırlamış olduğumuz %1'lik A1B1 ve PA1 çözelti ile kaplanmış olduğumuz çilek meyvelerinin depolama sürecindeki pH değerlerindeki değişimi (pH>4), kontrol ve CAC gruplarına göre daha olumlu sonuç vermiştir.

5.1.2. Mikrobiyolojik analizler

Çilek, hasat sonrası uzun süre dayanmadığı için raf ömrü kısa, hassas ve çabuk bozulan bir meyvedir. Genellikle bozulmasında bakteri, maya ve küf gibi farklı mikrobiyal gruplar etkilidir.

5.1.2.1. Toplam aerobik mezofilik bakteri sonuçları

Toplam aerobik canlı sayısı; incelenen tüm örnek grupları için depolama boyunca kaplanmış ve kaplanmamış çilek örnekleri arasında depolamanın ilk günü ve son günü arasında istatistiksel anlamda önemli bir artış göstermemiştir (p>0.05). PA1 ve A1B1 örneklerindeki artış diğer örnek gruplarına kıyasla daha düşüktür. Yapmış olduğumuz çalışmalarla benzer olarak kurgulanan çalışmalarda;

Liguori vd. (2021) yapmış olduğu çalışmada, kaktüs suyu ve %5'lik askorbik asit ile elde ettikleri çözelti ile kapladıkları çilek meyvelerinde 12 günlük depolama sonunda kaplama işleminin mikrobiyal büyümeyi engellemediğini ancak gelişimini önemli ölçüde yavaşlattığı sonucunu bulmuşlardır. Toplam aerobik mezofilik mikroorganizma analizinde; kontrol grubu 3.04 log CFU/g'dan 4.08'e artmışken, kaplanmış örneklerde bu değişim 2.99 log CFU/g'dan 3.49 log CFU/g'a artış şeklinde tespit etmişlerdir.

Allegra (2017) yaptığı çalışmada, kaplama işleminin istenmeyen mikrobiyal grupların gelişimini engelleyemese de müsilaj ile kaplama uygulamasının meyvelerdeki mikrobiyal gelişimi önemli ölçüde sınırladığını, müsilaj ile muamele edilen incirlerde depolamanın 6. gününden itibaren kontrol denemesinin meyvelerinden daha düşük mikrobiyal hücre yoğunluğu olduğunu bulmuştur. Depolamanın beşinci gününde her iki grubun toplam aerobik mezofilik yükü 6 log CFU/g'a çıkmış olup, kaplama yapılan örnekler 14. gün sonunda 4 log CFU/g'a gerilerken kontrol örnekleri 6 ile 7 log CFU/g arasında kalmıştır.

Sogvar vd. (2016) yapmış olduğu çalışmada, askorbik asit ve aloe-vera jel bazlı yenilebilir kaplama ile kaplanan çilek meyvelerinin 18 günlük depolama sonunda toplam aerobik mezofilik gelişimini yavaşlattığı sonucunu bulmuşlardır. Başlangıçta 2.9 log CFU/g olan yük, kontrol grubunda 3.63'e çıkmış, diğer deneme gruplarında ise 3.13 ile 3.31 arasında tespit edilmiştir.

5.1.2.2. Maya/küf analiz sonuçları

Mikrobiyolojik analizlere göre; maya-küf sayısında, incelenen tüm örnek grupları için depolama boyunca kaplanmış ve kaplanmamış çilek örnekleri arasında depolamanın ilk günü ve son günü arasında istatistiksel öneme sahip bir artış görülmemiştir. Ancak örnek grupları incelendiğinde; PA1 ve A1B1 örneklerindeki mikrobiyolojik üreme Kontrol ve CAC gruplarına kıyasla daha azdır (Tablo 4.1). Çalışmamızla benzerlik gösteren literatür bulgularında ise;

Liguori (2021), kaktüs suyu ile kaplanmış ve kaplanmamış çilek meyveleri arasında TMM (Toplam mezofilik mikroorganizma), TPM (Toplam psikrotrofik mikroorganizma) ve küf seviyeleri için istatistiksel anlamda farklılık tespit etmiştir. Çilek meyveleri buzdolabında muhafaza edilmesine rağmen depolama boyunca mikrobiyal artış göstermiş ancak kaplanmış meyvelerin kaplanmamış meyvelere kıyasla daha düşük mikrobiyal yoğunluk gösterdiğini bulmuştur. Başlangıçta kontrol grubunda 3.34 log

CFU/g olan yük, 12. gün sonunda 4.23 log CFU/g'e çıkmış, kaplanmış çileklerde ise değişim 3.26'dan 3.59 log CFU/g'a gerçekleşmiştir.

Yaribeigi (2020) çalışmasında, kaplanmış ve kaplanmamış ahududu meyvelerinin 15 günlük depolama boyunca değişimlerini incelemiştir. Kaplanmamış ahududu örnekleri depolamanın 9. gününde itibaren bozulmaya başlamış, depolamanın son gününde örneklerin %17.28'si bozulmuştur. Kaplanmış meyvelerde ise depolama boyunca herhangi bir bozulma olmadığını, *Opuntia ficus-indica* müsilağı ile kaplama işleminin çürüme yüzdesini önemli ($p<0.05$) ölçüde azalttığı sonucunu bulmuştur.

Yaribeigi (2020), kaktüs suyu ile kaplanan ve kaplanmayan çilek örneklerini 4°C'de 15 gün boyunca depolamıştır. Depolama işlemi sonunda hiçbir örnekte küf gelişimi tespit edilememiştir.

Allegra (2016) yapmış olduğu çalışmada, kaktüs suyu ile hazırlanmış farklı kombinasyonlardaki sıvılar ile kaplanan Hayward (*Actinidia deliciosa P.*) kivi örneklerinin maya-küf gelişimlerinde artış olduğunu, ancak bu artış oranının önemsiz ($p>0.05$) olduğunu bulmuştur.

Sogvar vd. (2016) yapmış olduğu çalışmada, askorbik asit ve aloe-vera jel bazlı yenilebilir kaplama ile kaplanan çilek meyvelerinin 18 günlük depolama sonunda toplam maya/küf gelişimini yavaşlattığı sonucunu bulmuşlardır.

Mikrobiyolojik açıdan bakıldığında *Opuntia ficus-indica* ekstraktı ile hazırlanmış olduğumuz farklı kombinasyonlardan (CAC, A1B1, PA1) oluşan yenilebilir kaplamaların depolama boyunca toplam aerobik mezofilik canlı ve maya-küf oluşumunu engellenmediğini, ancak aerobik canlılar ve maya-küfler için kritik sınır olan 5 log CFU/g dikkate alındığında, A1B1 ve PA1 örneklerinin maya-küf değeri açısından 5 log CFU/g'nin altında kalmış, kontrol ve CAC değeri açısından ise sırası ile 5.55 log CFU/g ve 5.46 log CFU/g olarak bulunmuştur. Toplam canlı sayısı ise tüm örneklerde 4 log CFU/g'nin altında bulunmuştur (Tablo 4.1).

Kaktüs kladod özleri, fonksiyonel gıda olarak kullanılan yüksek polifenolik içeriğe ve antioksidan kapasiteye sahiplerdir. Gıda kaynaklı patojen gelişimini engelleme ve gıdaların raf ömrünü uzatma gibi antimikrobiyal özellik gösterirler ve gıda güvenliğinde koruyucu katkı maddesi olarak kullanılırlar (Blando vd., 2019). Meyve ve gıda muhafazası için yüksek nurtasötik değere ve hidrokolloid özelliğe sahip olmaları tercih edilme nedenleridir (Messina vd., 2021).

Sonuç olarak yapmış olduğumuz çalışmada; kaktüs suyu (CAC) ekstraktı ve bu ekstraktan hazırladığımız iki farklı deneme grubu (A1B1, PA1) ile kaplanan çilek

meyvelerine bakıldığında, kaplama işlemi çilek meyvesinde toplam canlı ve maya-küf gelişimini engellememiş ancak önemli ölçüde yavaşlatmıştır. Farklı kaplama deneme grupları ile kaplanan örnekleri kendi içinde karşılaştırdığımızda ise, toplam canlı gelişimini yavaşlatmada en etkili ve koruyuculuğu en yüksek olanlar, %1'lik pomelo albedo (PA1) ve %1'lik kumkuat (A1B1) ekstraksiyonu ile kaplanan çilekler olurken, maya-küf gelişiminde ise, %1'lik pomelo albedo (PA1) ekstraktı ile kaplanan çilek örnekleri olmuştur.

5.2. Elde Edilen Filmde Su Temas Açısının Belirlenmesi

Filmlerde yüzey hidrofobisite, plastikleştirilmiş filmlerin üstüne damlatılan suyun film ile yaptığı temas açısının ölçülmesiyle değerlendirilmekte ve açısının artmasıyla artış göstermektedir (Jouki vd., 2013).

Kaktüs müsilajından elde edilen filmlerin yüksek su buharı geçirgenliği göstermesi, müsilajın hidrofilik özelliğinden kaynaklıdır. Müsilaj, çoğunlukla üronik asitlerle ilişkilidir ve daha fazla monosakkaritin polimerizasyonu sonucu oluşur. Bazı kaktüs bitkilerinde ve bitki tohumlarının yapısında doğal olarak bulunan bu kompleks hidrokoloid ve suyu tutmaktan sorumlu viskoz bir maddedir (Simões vd., 2007; Deogade vd., 2012).

Yapılan çalışmalar neticesinde kaktüs bitkisinde doğal olarak bulunan fenolik bileşikler ve müsilaj polisakkaritinin reaktif grupları, filmin serbest hacmini azaltmakta ve daha yüksek su bariyer oluşturma özelliklerini ortaya çıkarmaktadır (Jakobek, 2015).

Gheribi vd. (2018), kaktüs müsilajına %40 (w/w) oranında gliserol, sorbitol, PEG 200 veya PEG 400 ekleyerek elde edilen filmlerin temas açılarını sırası ile 86.54, 84.46, 86.80 ve 85.00 olarak bulmuşlardır.

Jouki vd. (2013), ayva çekirdeği mukusuna farklı konsantrasyonlarda eklemiş olduğu gliserol ile yapmış olduğu yenilebilir filmde, filme eklenen gliserol oranı arttıkça filmin hidrofobisitesinin önemli ölçüde azaldığı sonucuna varmışlardır.

Elde ettiğimiz sonuçlara göre, filmin su temas açısı derecesi ortalama 120° olarak bulunmuştur. Bu değer Gheribi ve ark. (2018)'in elde ettiği değerden yüksek olup filmimizin hidrofobik karakterde olduğunu göstermektedir. Hidrofobik karakterli film yüzeylerinin taze meyve sebze gibi hasat sonrasında solunum ve terleme reaksiyonlarını gözetince depolama sürecinde avantaj yaratacağı düşünülmektedir.

5.2.1. Daldırarak kaplanmış ve film ile kaplanmış çilek meyvelerinin mukayese edilmesi

Bu başlık altında, *Opuntia ficus-indica* kladodlarından elde edilen müsülaj ekstraktı kullanılarak daldırarak kaplanmış ve müsülaj ekstraktından elde ettiğimiz film ile kapladığımız çilek meyvelerinin depolama boyunca kalite parametrelerindeki değişimler izlenmiştir. Bu yöntemler;

1. Kaktüs suyu ekstraktı ve bu ekstraktan hazırlanan deneme gruplarına (CAC, A1B1, PA1) daldırarak kaplama,
2. Kaktüs suyu ekstraktı (CAC) ile film oluşturarak kaplamadır.

Yukarıda belirtmiş olduğumuz kaplamalardan biri daldırarak kaplama olan kaktüs suyu ekstraktı ve bundan hazırlanan deneme gruplarına daldırılarak kaplanan çileklerin 4°C’de 14 günlük depolanması, bir diğeri kaplama olan film ile kaplama da ise, çilek meyvelerinin 4°C’de 21 günlük depolama sürecindeki kalite değişimleri incelenmiştir. Bu sonuçlar neticesinde kaplama yöntemlerinden hangisinin daha iyi sonuç verdiği değerlendirilmiştir.



Şekil 5. 2. Kaktüs suyu ile hazırlanan farklı deneme grupları ile kaplanan çilek meyvelerine ilişkin görsel (Yukarıdan aşağıya doğru Kontrol, CAC, A1B1, PA1)

5.2.1.1. Fizikokimyasal analizler

5.2.1.1.1. Renk tayini

Daldırarak kaplanan çilek örneklerinin CIE L^* değerlerinde 14 günlük depolama boyunca azalma olmuştur. Bu azalma en az %6.90 oranında %1’lik pomelo albedo ekstraktı ile kaplanan çilek örneklerinde görülmüştür. Film ile kaplanan çilek meyvelerinde ise 14 günlük depolama boyunca bu azalma %17.81 olarak bulunmuştur.

CIE a^* değeri açısından değerlendirdiğimizde, en iyi sonucu film ile kaplanan çilek örnekleri vermiştir. Film ile kaplanan çilek meyvelerinin 21 gün boyunca CIE a^* değerindeki azalma %6.48 oranında olurken, daldırarak kaplamada ise bu oran 14. günde %8.14'lük azalma ile %1'lik kumkuat ekstraktı ile kaplanan çilek örnekleri olmuştur.

CIE b^* değeri açısından değerlendirildiğinde, 14 günlük depolama sonucunda en iyi sonucu %9.26'lük azalma ile %1'lik pomelo albedo ekstratı ile daldırarak kaplanan çilek örnekleri vermiştir. Film ile kaplanan çilek meyvelerinde 14 günlük depolama boyunca CIE b^* değerinde %36.99'lük azalma olduğu görülmüştür.

Toplam renk farkı değeri (Δe) açısından değerlendirildiğinde, 14 günlük depolama sonucunda en iyi sonucu film ile kaplanan çilek örnekleri vermiştir. Daldırılarak kaplanan çilek meyvelerinde, 14 günlük depolama boyunca en iyi sonucu ise %1'lik kumkuat ekstraktı ile daldırılarak kaplanan çilek örnekleri vermiştir.

Sonuç olarak, daldırarak ve film ile kaplanan çilek meyvelerinin depolama boyunca CIE L^* , a^* , b^* değerlerindeki değişime baktığımızda, çilek meyvesinde CIE a^* değeri tüketicinin tercihini etkileyen en önemli kalite parametresidir. Bu anlamda değerlendirildiğinde, film ile kaplamanın meyvenin kırmızılık değerini korumada daha etkili olduğu, filmin yapısına %1'lik kumkuat ekstraktının eklenmesi çileğin rengini muhafaza etmede daha etkili olabileceği düşünülmektedir.



Şekil 5.3. Yenilebilir film ile kaplanan çilek meyvesine ilişkin bir görsel

5.2.1.1.2. Ağırlık

Daldırarak ve film ile kaplanan meyvelerin depolama boyunca ağırlıklarında azalma görülmüştür. Film ile kaplanan çileklerde depolamanın 14. gününde %21.12 oranında azalma görülürken, daldırılarak kaplanan çileklerde ise 14 günlük depolama sonunda %12.58'lik azalma ile %1'lik kumkuat ekstraktı ile kaplanan meyveler olmuştur.

Sonuç olarak daldırarak kaplama işleminin meyvenin ağırlığını korumada daha etkili olduğu görülmüştür.

5.2.1.1.3. pH tayini

Daldırma ve film ile kaplanan meyvelerin depolama boyunca pH değerlerinde azalma olmuştur. Daldırarak kaplamada %1'lik kumkuat ekstraktı ile kaplanan meyvenin 14 günlük depolama sonunda pH değerinde %4.88 oranında azalma olurken, film ile kaplanan örneklerde depolamanın 14. gününde bu azalma %20.88 olmuştur. Sonuç olarak daldırma ile kaplama meyvenin asitlik değerini korumada daha etkili olmuştur.

5.2.1.2. Mikrobiyolojik analizler

5.2.1.2.1. Toplam aerobik mezofilik bakteri analiz

Daldırarak kapladığımız çilek meyvelerinde 14 günlük depolama sonunda mikrobiyal gelişim en fazla kaktüs suyu (CAC) ile kaplanan çilek örneklerinde görülmüştür. Bu değer 3.55 log CFU/g'dır. Film ile kapladığımız çilek örneklerinde ise depolamanın 14. gününde gıdalarda bozulma göstergesi olarak kabul edilen 7 log CFU/g'a ulaşmıştır. Elde etmiş olduğumuz sonuçlar doğrultusunda daldırarak kaplama yönteminin film ile kaplama yöntemine göre daha olumlu sonuçlar verdiğini göstermektedir.

5.2.1.2.2. Maya/küf analizi

Daldırarak kaplama ile kapladığımız çilek örneklerinin depolamanın 14. gününde ulaştığımız en yüksek değer sadece kaktüs suyu (CAC) ile kaplanan çilek örneklerinde gözlenmiştir. Bu değer 5.46 log CFU/g'dır. Film ile kapladığımız çilek örneklerinde ise depolamanın 14. gününde gıdalarda bozulma göstergesi olarak kabul edilen 5 log CFU/g'a ulaşılmıştır. Elde ettiğimiz sonuçlar, daldırarak kaplama yönteminin film ile kaplama yöntemine kıyasla daha olumlu sonuç verdiğini göstermektedir.

Sonuç olarak daldırarak kaplanan çilek örneklerinin 14 günlük depolaması sonunda, mikrobiyal gelişim tam olarak engellenememiş ancak kritik sınır olarak kabul edilen değerin (<7 log) altında kalmıştır. Film ile kaplanan çilek örnekleri ise, 21 günlük depolamanın 14. gününden itibaren gıdalarda bozulma, sınır olarak kabul edilen kritik sınırın (<7 log) üstüne çıkmıştır. Bu anlamda daldırarak kaplama işlemi çileğin mikrobiyal gelişimini engelleme konusunda daha başarılı olduğu görülmüştür.

5.3. Sonuçlar ve neriler

Gıda sanayiinde meyve ve sebzelerin hasat edilip tüketicinin sofrasına ulaşınca kadar geçen zaman diliminde ürünlerin taşıma ve nakliye gibi dış faktörlere karşı duyarlı olması, ürünlerin görünümünün ve dokularının zarar görmesine neden olmaktadır. Meyve ve sebzelerde meydana gelen bu hasarlar; ürünlerde rengin değişmesine, tekstürün bozulmasına, vitamin kaybına uğramasına ve mikrobiyolojik gelişim gibi problemlerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Son yıllarda oluşan bu problemler sonucunda yenilebilir film ve kaplamalar gıdaların raf ömrünü uzatmak amacıyla kullanılan potansiyel birer muhafaza yöntemi olarak kabul görmeye başlamıştır.

Bu çalışmada *Opuntia ficus-indica* kladodlarından ekstrakte ettiğimiz müsilaj maddesinin depolama sırasında ilek meyvesinin raf ömrü üzerinde nasıl bir etki göstereceği incelenmiştir.

Bu amaçla farklı kaplama yöntemleri (daldırma ve film) kullanılarak, uygun kaplama materyalleri hazırlanmış ve ilek meyvelerine kaplama işlemi yapılmıştır. Daldırarak kaplamada kaktüs kladodlarından elde edilen ekstrakt ile üç farklı kaplama deneme grubu hazırlanmıştır. Bunlar, CAC (kaktüs suyu ekstraktı), %1'lik A1B1 (kumkuat suyu ekstaktı) ve %1'lik PA1 (pomelo albedo ekstraktı) ile hazırlanan kaplama deneme gruplarıdır.

Hazırlanmış olduğumuz deneme gruplarına ilek meyveleri daldırılarak kaplanmış ve şeffaf ağzı kapaklı kap içerisinde 4°C'de 14 gün boyunca depolanmıştır. Film ile kaplamada ise, kaktüs suyu ekstraktı ile hazırladığımız film ile kaplanan ilek meyveleri 4°C'de 21 gün depolanmış ve depolama boyunca çileklerde meydana gelen fizikokimyasal ve mikrobiyolojik değişimleri görmek için analizleri yapılmıştır.

Elde ettiğimiz bütün sonuçlar doğrultusunda;

1. Yöntem optimizasyonu açısından aşağıdaki bulgular sonraki araştırmalar için ışık tutacaktır:
 - Film yapımında müsilaj, gliserol ve saf su karışımının manyetik karıştırıcıda 10 saat karıştırdıktan sonra karışımındaki saf suyun uzaklaştırma süreci, 50°C'de 10 gün sürmektedir.
 - Filmin oluşması için kullanılması gereken jelatin miktarı karışımın %5'i kadar olmalı ve film için kullanılacak jelatinin 240 bloom değerinde olması gerekmektedir.
 - Müsilaj ekstraktından daldırma kaplamada kullanılacak deneme grubunu hazırlamak için 24 saatlik süre yeterlidir.

- Müsilaj ekstraktından yenilebilir film eldesi için 15 gün süre gerekmektedir.
 - Bir adet kladod (yaprak)'tan 800 ml müsilaj solüsyonu ile takribi olarak 25 adet film elde edilmektedir.
2. Çilek meyvesinin daldırarak kaplanması ve film ile sarılması sonucunda elde ettiğimiz nihai sonuçlar ve öneriler aşağıdaki gibidir.:
- Çilek meyvesinde tüketici tercihinde en önemli parametre olan kırmızılık rengini korumada film ile kaplama daha iyi sonuç vermiştir. Daldırarak kaplama da ise %1'lik kumkuat ekstraktı, %1'lik pomelo albedo ile kaplanan çileğe göre daha iyi sonuç vermiştir.
 - Δe değeri açısından en iyi sonucu %1'lik kumkuat ekstraktı ile kaplanan çilek meyvesi vermiştir.
 - Her iki kaplama yönteminin de çilek meyvesinin ağırlık kaybı üzerinde olumlu bir etkisi gözlenmemiştir. Ancak %'1 kumkuat ekstraktı ile hazırlanan kaplamada ağırlık kaybı, %1'lik pomelo albedo ekstraktı ile hazırlanan kaplama ve film ile yapılan kaplamaya kıyasla daha az olmuştur. Bu azalma en fazla %12.58 olarak tespit edilmiştir.
 - Daldırarak kaplama yöntemi, film ile kaplama yöntemine kıyasla çilek meyvesini mikrobiyolojik açıdan daha güvenli sınırlarda kalmasını sağlamış olup film ile kaplanan meyveler 14. günde bozulma göstergesi olan 7 log KOB/g'a ulaşmıştır.
 - Filmin su temas açısı yüzeyin hidrofobik karakterde olduğunu göstermiştir. Endüstriyel açıdan, bu özelliğin yaş meyve sebzelerin dayanıklılığının artırılmasında planlanabileceği öngörülmektedir.

Dolayısıyla elde ettiğimiz sonuçlar doğrultusunda; doğrudan gıda olarak tüketilmeyen dikenli incir yaprağı, kumkuat kabuğu ve pomelo albedo'nun gıdaların muhafazasında ve ekonomik olarak değerinin artırılmasında kullanılabileceği düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Anonim, (2011). Kumquats And Kumquat Hybrids Citrus Japonica Thunb. (*Formerly Fortunella Swingle*), <Http://Citruspages.Free.Fr/Kumquats.Html#Nagami> Erişim Tarihi: 27.10.2017.
- Anonim, (2024). <https://www.sfgate.com/homeandgarden/article/pomelo-growing-the-granddaddy-of-grapefruit-2627497.php>. 04.05.2024.
- Abirami, A., Nagarani, G. & Siddhuraju, P. (2014). In vitro antioxidant, anti-diabetic, cholinesterase and tyrosinase inhibitory potential of fresh juice from *Citrus hystrix* and *C.maxima* fruits. *Food Sci. and Hum. Well.*, 3(1):16-25. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2014.02.001>.
- Abkenar, A.A., Isshiki, S. & Tashiro, Y. (2004). Phylogenetic relationships in the “true citrus fruit trees” revealed by PCR-RFLP analysis of cp DNA. *Scientia Horticulturae*, 102:233-242. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2004.01.003>.
- Abudayah, Z.H., Al Khalifa, I.I., Mohammed, S.M. & Ahmad, AA. (2019). Phytochemical content and antioxidant activities of pomelo peel extract. *Pharmacog Research*, 11(3):244. Doi:[10.4103/pr.pr.180.18](https://doi.org/10.4103/pr.pr.180.18).
- Addai, Z.R., Abood, M.S. & Hilal, S.H. (2022). GC-MS profiling, antioxidants and antimicrobial activity of prickly pear (*Opuntia ficus-indica*) pulp extract. *Pharmacognosy Journal*, 12(2):262-267. Doi:[10.5530/pj.2022.14.32](https://doi.org/10.5530/pj.2022.14.32).
- Ahvenainen, R. (1996). “New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables”. *Trends in Food Science & Technology*, 7:179-187. Doi:[10.1016/0924-2244\(96\)10022-4](https://doi.org/10.1016/0924-2244(96)10022-4).
- Akbal, N. & Aydın, V. (2018). “Kurutulmuş meyve örneklerinde mikrobiyolojik kalite özelliklerinin araştırılması”. *Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 11(2):93-97.
- Aksay, S., Coşkun, Y., Karababa, E. & Ekiz, H.I. (1998). Physical, chemical and technological properties of prickly pear (*Opuntia spp.*) fruits. *Gıda Mühendisliği Kongre ve Sergisi Abstr Book*, pp 281-289.
- Aksoy, U. (1995). Present status and future prospects of underutilized fruit production in Turkey. In: Llácer G. (ed.), Aksoy U. (ed.), Mars M. (ed.) Underutilized Fruit Crops In The Mediterranean Region Zaragoza a: CIHEAM, 1995. p.97-107. *Cahiers Options Méditerranéennes*; n.13.
- Aldemir, Ö. (2013). Balık filetoalarının kaplanmasında salça üretim atıklarının kullanımı. *Yüksek Lisans Tezi*. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli.
- Al-Hayalı, J. (2022). Developmen of nanocomposite biodegradable film containing iron nanoparticles biosynthesized by *Saccharomyces cerevisiae*. *International Journal of Food Science and Technology*, 57(6):3616–3623, <https://doi.org/10.1111/ijfs.15685>.
- Allegra, A., Inglese, P., Sortino, G., Settanni, L., Todaro A. & Liguori, G. (2016). The influence of *Opuntia ficus-indica* mucilage edible coating on the quality of ‘Hayward’ kiwifruit slices. *Postharvest Biology and Technology* 120:45-51. <http://Dx.Doi.Org/10.1016/J.Postharvbio.2016.05.011>.
- Allegra, A., Sortino, G., Inglese, P., Settanni, L., Todaro, A. & Gallotta, A. (2017). The effectiveness of *Opuntia ficus-indica* mucilage edible coating on postharvest maintenance

of 'Dottato' fig (*Opuntia ficus carica* L.) fruit. *Food Packaging And Shelf Life* 12:135-141. <http://Dx.Doi.Org/10.1016/J.Fpsl.2017.04.010>.

Allegra, A., Gallotta, A., Carimi, F., Mercati, F., Inglese, P. & Martinelli, F. (2018). Metabolic profiling and post-harvest behavior of "Dottato" fig (*Opuntia ficus carica* L.) fruit covered with an edible coating from *O.ficus-indica*. *Frontiers in Plant Science*, 9:1321. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01321>.

Al-Qurashi, A.D. & Awad, M.A. (2012). Postharvest salicylic acid treatment reduces chilling injury of 'Taify' cactus pear fruit during cold storage. *Journal Of Food, Agriculture and Environment*, 10(2):120-124.

Appendini, P. & Hotchkiss, J.H. (2002). Review of antimicrobial food packaging. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 3(2):113-126. Doi:[10.1016/S1466-8564\(02\)00012-7](https://doi.org/10.1016/S1466-8564(02)00012-7).

Ariga, K., Ji, Q. & Hill, J.P. (2010). Enzyme-Encapsulated Layer-By-Layer Assemblies: Current Status And Challenges Toward Ultimate Nanodevices. *Advances in Polymer Science*, 229(1):51-87. Doi:[10.1007/12_2009_42](https://doi.org/10.1007/12_2009_42).

Astello-García, M.G., Cervantes, I., Nair, V., Del Socorro Santos-Díaz, M., Reyesagüero, A., Guéraud, F., Negre-Salvayre, A., Rossignol, M., Cisneros Zevallos, L. & Rosa, A.P.B. (2015). Chemical composition and phenolic compounds profile of cladodes from *Opuntia spp.* cultivars with different domestication gradient. *Journal Of Food Composition and Analysis*, 43:119-130. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2015.04.016>.

Baldwin, E.A., Hagenmaier, R. & Bai, J. (2011). Edible coatings and films to improve food quality second edition. *CRC press*, 13:978-1-4200-5966-3 (eBook - PDF).

Barbera, G., Carimi, C. & Inglese, P. (1992). Past and present role of the *indian-fig*, prickly-pear, (*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller, *cactaceae*), in the agriculture of sicily. *Economic Botany*, 46(1):10–20. Doi:[10.1007/BF02985249](https://doi.org/10.1007/BF02985249).

Barreca, D., Bellocco, E., Caristi, C., Leuzzi, U. & Gattuso, G. (2011). Kumquat (*Fortunella japonica swingle*) juice: Flavonoid distribution and antioxidant properties. *Food Research International*, 44(7): 2190-2197. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.11.031>.

Barreca, D., Bellocco, E., Laganà, G., Ginestra, G. & Bisignano, C. (2014). Biochemical and antimicrobial activity of phloretin and its glycosilated derivatives present in apple and kumquat. *Food Chemistry*, 160(1):292-297. [https://Doi.Org/10.1016/J.Foodchem.2014.03.118](https://doi.org/10.1016/J.Foodchem.2014.03.118).

Bayram, N. (2021). "Klemantin mandarini-22D x Red şadok" ve "Klemantin mandarini-22D x Rio red altıntopu" melezlemelerinden elde edilmiş turunçgil bitkilerinin morfolojik karakterizasyonu ve ploidi seviyelerinin belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı. Adana.

Becerra-Rodríguez, S., Medina-Urrutia, V.M., Robles-González, M.M. & Williams, T. (2008). Performance of various grapefruit (*Citrus paradisi macf.*) and pummelo (*C. maxima merr.*) cultivars under the dry tropic conditions of mexico. *Euphytica*, 164(1):27-36. Doi:[10.1007/s10681-007-9627-8](https://doi.org/10.1007/s10681-007-9627-8).

Bekir, E.A. (2006). Cactus pear (*Opuntia Ficus-İndica* Mill.) in Turkey: growing regions and pomological traits of cactus pear fruits. V International on Cactus Pear and Cochineal, 728p. Doi:[10.17660/ActaHortic.2006.728.5](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2006.728.5).

- Belviranlı, B. (2016). Hint inciri (*Opuntia ficus-indica* L.) meyvesi ve tohumlarının bazı fiziko-kimyasal özellikleri üzerine lokasyonun etkisi. *Doktora Tezi*, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Konya.
- Benelli, P., C.A.S., Smania Jr. A., Smania, E.F.A. & Ferreira, S.R.S. (2010). Bioactive extracts of orange (*Citrus sinensis* L. osbeck) pomace obtained by sfe and low pressure techniques: mathematical modeling and extract composition. *The Journal Of Supercritical Fluids*, 55(1):132-140. <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2010.08.015>.
- Bico, S.L.S., Raposo, M.F.J., Morais, R.M.S.C. & Morias, A.M.M.B. (2009). Combined effect of chemical dip and/or carrageenan coating and/or controlled atmosphere on quality of fresh-cut banana. *Food Control* 20: 508-514, doi: 10.1016/j.foodcont.2008.07.017.
- Blando, F., Russo, R., Negro, C., De Bellis, L. & Frassinetti, S. (2019). Antimicrobial And Antibiofilm Activity Against *Staphylococcus aureus* of *Opuntia ficus-indica* (L.) mill. cladode polyphenolic extracts. *Antioxidants*, 8(5), 117. doi: 10.3390/antiox8050117.
- Buran, A. (2022). Türkiye’de yetiştirilen *Citrus maxıma* (şadok) meyvesinin atık kısımlarındaki antioksidan, fenolik, flavonoid madde miktarının belirlenmesi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimler Dergisi*, 21(42):396-408. <https://Doi.Org/10.55071/Ticaretfbid.1087234>.
- Caengprasath, N., Ngamukote, S., Makynen, K. & Adisakwattana, S. (2013). The protective effects of pomelo extract (*Citrus grandis* L. osbeck) against fructose-mediated protein oxidation and glycation. *Excli Journal*. 12: 491-502.
- Campos, C.A., Gerschenson, L.N. & Flores, S.K. (2011). Development of edible films and coatings with antimicrobial activity. *Food And Bioprocess Technology*, 4(6):849-875. Doi:10.1007/s11947-010-0434-1.
- Cardenas, A., Arguelles, W.M. & Goycoolea, F.M. (1998). On the possible role of *Opuntia ficus indica* mucilage in lime mortar performance in the production of historical buildings, *Journal of the Professional Association for Cactus Development*, 3: 64-71.
- Caruso, F. & Mohwald, H. (1999). Protein multilayer formation on colloids through a stepwise self-assembly technique. *Journal Of American Chemical Society*, 121:6039-6046. <https://doi.org/10.1021/ja990441m>.
- Chen, J., Luo, W., Cheng, L., Wu, J., Yu, Y., Li, L. & Xu, Y. (2023). Influence of cultivar and turbidity on physicochemical properties, functional characteristics and volatile flavor substance of pomelo juices. *Foods*, 12(5):1028. <https://doi.org/10.3390/foods12051028>.
- Chien, P.J., Sheu, F. & Yang, F.H. (2007). Effects of edible chitosan coating on quality and shelf life of sliced mango fruit. *Journal of Food Engineering* 78: 225-229. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.09.022>
- Choi, H.S. (2005). Characteristic odor components of kumquat (*Fortunella japonica swingle*) peel oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53:1642-1647. Doi: 10.1021/Jf040324x.
- Christopoulos, M.V., Gkatzos, D., Kafkaletou, M., Bia, J., Fanourakis, D., Tsaniklidis, G. & Tsantili, E. (2022). "Edible coating from *Opuntia ficus-indica* cladodes alongside chitosan on quality and antioxidants in cherries during storage. *Food*, 11,699. <https://Doi.Org/10.3390/Foods11050699>.
- Çimen, B., İncesu, M., Yeşiloğlu, T. & Yılmaz, B. (2014). Henderson altıntopu ve bazı şadok çeşitlerinin adana ekolojik koşullarında verim ve meyve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Türk Tarım- Gıda Bilim Ve Teknoloji Dergisi*, 2(1): 38-41.

- Çimen, B., Yeşiloğlu, T., İncesu, M., & Yılmaz, B. (2016). Red Şadok X Rio Red altıntop melezlemesinden elde edilmiş turunçgil melezlerinin morfolojik karakterizasyonu. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53(4):491-497.
- Çopur, Ö.U., İncedayı, B. & Doğan, N. (2016). The usage of cactus pear fruit (*Opuntia ficus-indica*) in food formulations. 27th International Scientific-Expert Congress of Agriculture and Food Industry, 26-28s. Bursa, Turkey.
- Dai, J.S. (2015). Antibacterial activity and effective components in peel of kumquat and calamondin. Master Thesis. Taiwan: Department of Food Science. National Ilan University.
- Debeaufort, F., Quezada-Gallo, J.A. & Voilley, A. (1998). Edible films and coatings: tomorrow's packagings: A Review. *Critical Reviews Food Science and Nutrition*. 38(4): 299-313. doi: 10.1080/10408699891274219.
- Del-Valle, V., Hernandez Munoz, G.A. & Galatto, M.J. (2005). Development of a cactus-mucilage edible coating (*Opuntia ficus-indica*) and its application to extend strawberry (*Fragaria ananassa*) shelf-life. *Food Chemistry*, 91:751-756. Doi: 10.1016/J.Foodchem.2004.07.002.
- Dengiz, T.N. & Zengin, H. (2016). Hint inciri (*Opuntia ficus-indica*) meyve suyunun kimyasal ve antiosidant özelliklerinin incelenmesi, *İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi*, 30:125-150.
- de Wit, M., Nel, P., Osthoff, G. & Labuschagne, M.T. (2010). The effect of variety and location on cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) fruit quality. *Plant Foods Human Nutrition*, 65: 136-145.
- Deogade, U.M., Deshmukh, V.N. & Sakarkar, D.M. (2012). Natural gums and mucilage's in ndds: applications and recent approaches, *Int. J. Pharmtech. Res.* 4:799–814.
- Dhanapal, A., Sasikala, P., Rajamani, L., Kavitha, V., Yazhini, G. & Banu, M.S. (2012). "Edible films from polysaccharides", *Food Science And Quality Management*, Vol.3.
- Diab, T., Biliaderis, C.G., Gerasopoulos, D. & Sfakiotakis, E. (2001). Physicochemical properties and application of pullulan edible films and coatings in fruit preservation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81(10): 988-1000. <https://doi.org/10.1002/jsfa.883>.
- Dimitrios G., Miltiadis V.C., Mina K., Giorgos T., Eleni T., Jinhe B. & Dimitrios F. (2022). Edible coatings from *Opuntia ficus-indica* cladodes alongside chitosan on quality and antioxidants in cherries during storage. *Foods*, 11:699. <https://doi.org/10.3390/Foods11050699>.
- Ding, X., Guo, L., Zhang, Y., Fan, S., Gu, M., Lu, Y., Jiang, D., Li, Y., Huang, C. & Zhou, Z. (2013). Extracts of pomelo peels prevent high-fat diet-induced metabolic disorders in C57bl/6 mice through activating the ppar α and GLUT4 pathway. *Plos One*, 8(10):77915. Doi:10.1371/dergi.pone.0077915.
- Dok-Go, H., Lee, K.H., Kim, H.J., Lee, E.H., Lee, J., Song, Y.S., Lee, Y.-H., Jin, C., Lee, Y.S. & Cho, J. (2003). Neuroprotective effects of antioxidative flavonoids, quercetin,(+)-dihydroquercetin and quercetin 3-methyl ether, isolated from *Opuntia ficus-indica* var. saboten. *Brain Research*, 965(1-2), 130- 136. [https://doi.org/10.1016/S0006-8993\(02\)04150-1](https://doi.org/10.1016/S0006-8993(02)04150-1).

- Duru, B. & Türker, N. (2005). Changes in physical properties and chemical composition of cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) during maturation. *Journal of the Professional Association for Cactus Development*, (7): 22-33. <https://doi.org/10.56890/jpacd.v7i.285>
- Dziezak, J.D. (1991). A focus on gum, *Food Technol.* 45: 116–132.
- El-Beltagi, H.S., Mohamed, H. & Elmelegy, A.A. (2019). Phytochemical screening, antimicrobial, antioxidant, anticancer activities and nutritional values of cactus (*Opuntia ficus indica*) pulp and peel. *Fresenius Environmental Bulletin*. Volume 28(2A):1534-1551.
- El-Etre, A.Y. (2003). Inhibition of aluminum corrosion using *opuntia* extract. *Corrosion Science*, 45(11):2485-2495. [https://doi.org/10.1016/S0010-938X\(03\)00066-0](https://doi.org/10.1016/S0010-938X(03)00066-0).
- El-Mostafa, K., El Kharrassi, Y., Badreddine, A., Andreoletti, P., Vamecq, J., El Kebbaj, M., Latruffe, N., Lizard, G., Nasser, B. & Cherkaoui-Malki, M. (2014). Nopal cactus (*Opuntia ficus-indica*) as a source of bioactive compounds for nutrition, health and disease. *Molecules*. 17;19(9):14879-901. Doi:[10.3390/molecules190914879](https://doi.org/10.3390/molecules190914879).
- El-Razek, F.H.A. & Hassan, A.A. (2011). Nutritional value and hypoglycemic effect of prickly cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) fruit juice in alloxan-induced diabetic rats. *Australian Journal Of Basic And Applied Sciences*, 5(10):356-377.
- Emamifar, A., Ghaderi, Z. & Ghaderi, N. (2019). Effect of salep-based edible coating enriched with grape seed extract on postharvest shelf life of fresh strawberries. *Journal of Food Safety* 39(6): e12710. Doi: [10.1111/jfs.12710](https://doi.org/10.1111/jfs.12710).
- Espino-Diaz, M., Ornelas-Paz, J.J., Martinez-Tellez, M.A., Santillan, C., Barbosa-Canovas, G.V., Zamudio-Flores, P.B. & Olivaz G.I. (2010). Development and characterization of edible films based on mucilage of *Opuntia ficus-indica* (L.). *Journal Of Food Science*, 75(6):E347-E352. Doi: [10.1111/J.1750-3841.2010.01661](https://doi.org/10.1111/J.1750-3841.2010.01661).
- Fernández-López, J.A., Almela, L., Obón, J.M. & Castellar, R. (2010). Determination of antioxidant constituents in cactus pear fruits. *Plant Foods Hum. Nutr.*, (65:253– 259). doi: [10.1007/s11130-010-0189-x](https://doi.org/10.1007/s11130-010-0189-x).
- Feugang, J.M., Konarski, P., Zou, D. Stintzing, F.C. & Zou, C.P. (2006). Nutritional and medicinal use of cactus pear (*Opuntia spp.*) cladodes and fruits. *Frontiers In Bioscienc.*, 11: 2574-2589. Doi:[10.2741/1992](https://doi.org/10.2741/1992).
- Galus, S., Mathieu, H., Lenart, A. & Debeaufort, F. (2012). Effect of modified starch or maltodextrin incorporation on the barrier and mechanical properties, moisture sensitivity and appearance of soy protein isolate-based edible films. *Innovative Food Science Emerging*, 16(2/3):148-154. Doi:[10.1016/j.ifset.2012.05.012](https://doi.org/10.1016/j.ifset.2012.05.012).
- Garti, N. & Leser, M.E. (2001). Emulsification properties of hydrocolloids. *Polymers for Advanced Technologies.*, 12(1-2):123–135. Doi:[10.1002/1099-1581\(200101/02\)12:1/23.0.CO;2-0](https://doi.org/10.1002/1099-1581(200101/02)12:1/23.0.CO;2-0).
- Gennadios A. & Weller C.L. (1991). Edible film and coatings from soymilk and soy protein. *Cereal Foods World*, 36 (1): 46-47.
- Ghazi, Z., Ramdani, M., Tahri, M., Rmili, R. & Elmsellem, H. (2015). Chemical composition and antioxidant activity of seeds oils and fruit juice of *Opuntia ficus indica* and *Opuntia dillenii* from morocco. *Journal Of Materials And Environmental Science*, 6 (8):2015, P:2338-2345.

- Gheribi, R., Puchotb, L., Vergeb, P., Jaoued-Grayaac, N., Meznic, M., Habibib, Y. & Khwaldiaa, K. (2018). Development of plasticized edible films from *Opuntia ficus-indica* mucilage: a comparative study of various polyol plasticizers. *Carbohydrate Polymers* 190:204-211. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.02.085>.
- Ginesta, G., Parker, M., Bennett, R., Robertson, J., Mandalari, G., Narbant, A. & Waldron, K. (2009). Anatomical, chemical and biochemical characterization of cladodes from prickly pear (*Opuntia ficus indica* (L.) Mill.). *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*, 57(21), 10323-10330. Doi:[10.1021/jf9022096](https://doi.org/10.1021/jf9022096).
- Gomes, C., Moreira, R.G. & Castell-Perez, E. (2011a). Poly (DL-lactide-co-glycolide) (PLGA) nanoparticles with entrapped trans-cinnamaldehyde and eugenol for antimicrobial delivery applications. *Journal Of Food Science*, 76(2), N16-24. Doi:[10.1111/j.1750-3841.2010.01985.x](https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01985.x).
- Gorinstein, S., Martín-Belloso, O., Park, Y.S., Haruenkit, R., Lojek, A., Cířz, M., Caspi, A., Libman, I. & Trakhtenberg, S. (2001). Comparison of some biochemical characteristics of different citrus fruits. *Food Chemistry*, 74(3):309-315. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(01\)00157-1](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(01)00157-1).
- Goycoolea, F.M. & Cárdenas, A. (2003). Pectins from *Opuntia* spp.: A short review. *Journal of the Professional Association for Cactus Development* 5: 17-29.
- Gökçe, M. (2011). Tuzcu turunçgil koleksiyonunda bulunan portakal ve mandarin genotiplerinin morfolojik karakterizasyonu. *Ç. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*, Adana, 161s.
- Grünwaldt, J.M., Guevara, J.C. & Grünwaldt, E.G. (2015). Review of scientific and technical bibliography on the use of *Opuntia* spp. as forage and its animal validation. *Journal of the Professional Association for Cactus Development*. 17:13-32.
- Guo, C., Yang, J., Wei, J., Li, Y., Xu, J. & Jiang, Y. (2003). Antioxidant activities of peel, pulp and seed fractions of common fruits as determined by frap assay. *Nutrition Research*, 23(12):1719-1726. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2003.08.005>.
- Guo, J.J., Gao, Z.P., Xia, J.L., Ritenour, M.A., Li, G.Y. & Shan, Y. (2018). Comparative analysis of chemical composition, antimicrobial and antioxidant activity of citrus essential oils from the main cultivated varieties in china. *LWT - Food Science And Technology*, 97:825–839. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.07.060>.
- Gül, E.N., Altuntaş, E., & Öcalan, O.N. (2021). Nagami çeşidi kamkat meyvelerinin fiziko-mekanik karakteristikleri ile biyoaktif özelliklerinin belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Degisi*, 1064-1072. doi: 10.30910/turkjans.953848.
- Gülşen, O. & Roose, M.L. (2001). Lemons: diversity and relationships with selected citrus genotypes as measured with nuclear genome markers. *Amer. Soc. Hort. Sci.* 126(3):309-317. Doi:[10.21273/JASHS.126.3.309](https://doi.org/10.21273/JASHS.126.3.309).
- Güney, M., Ayşe, T.Ö. & Kafkas, E. (2015). “Comparison of lipids, fatty acids and volatile compounds of various kumquat species using HS/GC/MS/FID techniques”. *Journal Of The Science Of Food And Agriculture*, 95(6):1268-1273. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6817>.
- Güven, C. (2017). Doğu Akdeniz bölgesi’nden selekte edilen bazı dikenli incir (*Opuntia ficus-indica* [L.] mill.) genotiplerine ait meyve sularının kimyasal özelliklerinin incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Eskişehir.

- Güzel, Ü. (2019). Mersin ve çevresinde yetişmekte olan bazı dikenli incirlerde (*Opuntia ficus-indica* L.) en uygun hasat dönemlerinin saptanması. *Yüksek Lisans Tezi*. Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı. Bingöl
- Habibi, Y., Mahrouz, M., Marais, M.F. & Vignon, M.R. (2004). An arabinogalactan from the skin of *Opuntia ficus-indica* prickly pear fruits, *Carbohydr. Res.* 339(6):1201-1205. <https://doi.org/10.1016/J.Carres.2004.02.004>.
- Halkman, A.K. (2019). *Mikroorganizma Analizleri. Gıda Mikrobiyolojisi*, Halkman, A.K. (Baş Ed.), Başak Matbaacılık Ve Tanıtım Hizmetleri Ltd., Ankara, Türkiye, S. 501-540.
- Han, C., Zhao, Y., Leonard, S.W. & Traber, M.G. (2004). Edible coatings to improve storability and enhance nutritional value of fresh and frozen strawberries (*Fragaria*×*Ananassa*) and raspberries (*Rubus ideaus*). *Postharvest Biology And Technology* 33(1): 67-78. Doi: 10.1016/J.Postharvbio.2004.01.008.
- Han, C., Lederer, C., Mcdaniel, M. & Zhao, Y. (2005). Sensory evaluation of fresh strawberries (*Fragaria ananassa*) coated with chitosan-based edible coatings. *Journal Of Food Science*, 70:172-178.
- Inglese, P., Basile, F. & Schirra, M. (2002). *Cacti: Biology and Uses*, California-USA, University Of California Press, P.163-183.
- Inthachat, W., Temviriyankul, P., On-Nom, N., Kanoongon, P., Thangsiri, S., Chupeerach, C. & Suttisansanee, U. (2023). Optimization of phytochemical-rich *Citrus maxima* albedo extract using response surface methodology. *Molecules* 28(10):4121. Doi:10.3390/Molecules28104121.
- Işık H., Dağhan Ş. & Gökmen S. (2013). Gıda endüstrisinde kullanılan yenilebilir kaplamalar üzerine bir araştırma. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 8 (1): 26-35.
- Jakobek, L. (2015). Interactions of polyphenols with carbohydrates lipids and proteins. *Food Chemistry*, 175, 556–567.
- Jana, S. (2012). Nutraceutical and functional properties of cactus pear (*Opuntia Spp.*) and its utilization for food applications. *Journal Of Engineering Research And Studies*, 3(2): 60-66.
- Janjarasskul, T. & Krochta, J.M. (2010). “Edible packaging materials”, *Annual Review of Food Science and Technology* Vol. 1, Pp. 415-448.
- Jarvis, B.J. (2017). Get acquainted with kumquat. *Pasco County Cooperative Extension*, Florida.
- Jayaprakasha, G.K., Chidambara Murthy, K.N., Etlinger, M., Mantur S.M. & Patil, B.S. (2012). Radical scavenging capacities and inhibition of human prostate (LNCaP) cell proliferation by *Fortunella margarita*. *Food Chemistry*, 131(1):184-191. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.08.058>.
- Jouki, M., Yazdi, F.T., Mortazavi, S.A. & Koocheki, A. (2013). Physical, barrier and antioxidant properties of a novel plasticized edible film from quince seed mucilage, *Int. J. Biol. Macromol.* 62:500-507. <https://doi.org/10.1016/J.Ijbiomac.2013.09.031>.
- Karababa, E., Coşkuner, Y. & Aksay, S. (2004). Some physical fruit properties of cactus pear (*Opuntia spp*) that grow wild in the eastern mediterranean region of Turkey. *Journal Of The Professional Association For Cactus Development*, 6: 1-8.

- Khan, M.K., Huma, Z.E. & Dangles, O. (2014). A comprehensive review on flavanones, the major citrus polyphenols, *Journal Of Food Composition And Analysis*, 33:85-104. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2013.11.004>.
- Khodaei, D., Hamidi-Esfahani, Z. (2019). Influence of bioactive edible coatings loaded with *Lactobacillus plantarum* on physicochemical properties of fresh strawberries. *Postharvest Biology and Technology*, 156: 110944. [Doi:10.1016/j.postharvbio.2019.110944](https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2019.110944).
- Kılınççeker, O., Doğan, İ.S. & Küçüköner, E. (2009). Effect of edible coatings on the quality of frozen fish fillet. *Lwt-Food Science and Technol*, 42:868-873. [Doi:10.1016/j.lwt.2008.11.003](https://doi.org/10.1016/j.lwt.2008.11.003).
- Koehler-Santos, P., Cunha Dornelles, A.L. & De Freitas, L.B. (2003). Characterization of mandarin citrus germplasm from southern brazil by morphological and molecular analyses. *Pesq. Agropec. Bras.* Vol.38 No.7. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2003000700003>.
- Kondo, S., Katayama, R. & Uchino, K. (2005). Antioxidant activity in meiwa kumquat as affected by environmental and growing factors. *Environmental And Experimental Botany*, 54(1), 60-68. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2004.06.001>.
- Koyasako, A. & Bernhard, R.A. (1983). Volatile constituents of essential oils of kumquat. *Journal Of Food Science*, 48:1807–1810. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1983.tb05090.x>.
- Krochta, J.M. & De Mulder-Johnston, C. (1997). Edible and biodegradable polymer films. challenges and opportunities. *Food Technol* 51(2):61–74.
- Krumpel, J., George, T., Gasston, B., Francis, G. & Lemmer, A. (2020). Suitability of *Opuntia ficus-indica* (L) Mill. and *Euphorbia tirucalli* L. as energy crops for anaerobic digestion, *Journal Of Arid Environments* 174;104047. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2019.104047>.
- Kumar, D., Ladaniya, M.S. & Gurjar M. (2019). Underutilized citrus sp. pomelo (*Citrus grandis*) and kachai lemon (*Citrus jambhiri*) exhale in phytochemicals and antioxidant potential. *J Food Sci Technol.* 56(1), 217–223. [https://Doi.Org/10.1007/S13197-018-3477-3](https://doi.org/10.1007/S13197-018-3477-3).
- Kuti, J.O. (2004). Antioxidant Compounds From Four Opuntia Cactus Pear Fruit Varieties. *Food Chemistry*, 85: 527–533. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(03\)00184-5](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00184-5).
- Lan-Phi, N. & Vy, T.T. (2015). Chemical composition, antioxidant and antibacterial activities of peels' essential oils of different pomelo varieties in the south of vietnam. *International Food Research Journal*, 22, 2426–2431.
- Le Houérou, H.N. (1996). The role of cacti (*Opuntia Spp.*) in erosion control, lan reclamation, rehabilitation and agricultural development in the mediterranean basin. *Journal of Arid Environments*, 33 (2); P:135–159. <https://doi.org/10.1006/jare.1996.0053>.
- Lee, H. & Min, S.C. (2014). Development of antimicrobial defatted soybean meal-based edible films incorporating the lactoperoxidase system by heat pressing. *Journal Of Food Engineerin*, 120:183-190. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.07.035>.

- Lee, J.C., Kim, H.R., Kim, J. & Jang, Y.S. (2002). Antioxidant property of an ethanol extract of the stem of *Opuntia ficus-indica* var. saboten. *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*, 50(22), 6490-6496. <https://doi.org/10.1021/jf020388c>.
- Li, H., Yu, T. (2001). Effect of chitosan on incidence of brown rot, quality and physiological attributes of postharvest peach fruit. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 81(2): 269–274.
- Liguori, G., Gaglio, R., Settanni, L., Inglese, P., D’Anna, F. & Miceli, A. (2021). Effect of *Opuntia ficus-indica* mucilage edible coating in combination with ascorbic acid, on strawberry fruit quality during cold storage. *Journal of Food Quality*, 9976052. Doi:10.1155/2021/9976052.
- Lira-Vargas, A.A., Corrales-Garcia, J.J.E., Valle-Guadarrama, S., Beatriz Peña-Valdivia C. & Maria Andrea Trejo-Marquez M.A. (2014). Biopolymeric films based on cactus (*Opuntia ficus-indica*) mucilage incorporated with gelatin and beeswax. 16:51-70.
- Liu, Y., Liu, Y., Liu, Y., Liu, H. & Shang, Y. (2018). Evaluating effects of ellagic acid on the quality of kumquat fruits during storage. *Scientia Horticulturae*, 227:244-254.
- Liu, Z., Qiao, L., Gu, H., Yang, F., & Yang, L. (2017). Development of Br onsted acidic ionic liquid based microwave assisted method for simultaneous extraction of pectin and naringin from pomelo peels. *Separation and Purification Technology*, 172:326-337. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2016.08.026>.
- Lou, S.N., Lai, Y.C., Hsu, Y.S. & Ho, C.T. (2016). Phenolic content, antioxidant activity and effective compounds of kumquat extracted by different solvents, *Food Chemistry*, 197:1-6. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.10.096>.
- Love, K., Richard, B. & Kent, F. (2017). “Twelve fruits with potential value-added and culinary uses”. *University Of Hawaii College Of Tropical Agriculture and Human Resources*, 13-15.
- Li, X., Fayin, Y., Yun, Z. & Guohua Z. (2021). Utilization of pomelo peels to manufacture value-added products: A review. *Food Chemistry*, 351:129247.
- Lufu, R., Ambaw, A. & Opara, U.L. (2019). The Contribution Of Transpiration And Respiration Processes In The Mass Loss Of Pomegranate Fruit (Cv. Wonderful). *Postharvest Biology And Technology* 157: 110982. Doi:10.1016/J.Postharvbio.2019.110982.
- Maringgal, B., Hashim, N., Tawakkal, I.S.M.A., Mohamed, M.T.M., Hamzah, M.H., Shukor, N.I.A. (2019). The causal agent of anthracnose in papaya fruit and control by three different Malaysian stingless bee honeys, and the chemical profile. *Scientia Horticulturae*, 257: 108590. Doi: 10.1016/j.scienta.2019.108590.
- Mathur, A., Verma, S.K., Purohit, R., Gupta, V., Dua, V.K., Prasad, G.B.K.S., Mathur, D., Singh, S.K. & Singh, S. (2011). Evaluation of in vitro antimicrobial and antioxidant activities of peel and pulp of some *Citrus* fruits. *IJPI’s Journal Of Biotechnolgy And Biotherapeutics*. 1(2):1-17.
- Matsuhiro, B., Lillo, L.E., Sáenz, C., Urzúa, C.C. & Zárata, O. (2006). Chemical characterization of the mucilage from fruits of *Opuntia ficus-indica*. *Carbohydr. Polym.* 63(2):263-267. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.09.027>.
- Matthaus, B. & Özcan, M.M. (2011). Habitat effects on yield, fatty acid composition and tocopherol contents of prickly pear (*Opuntia ficus-indica* L.) seed oils. *Scientia Horticulturae Amsterdam*, 131: 95-8.

- Medina, E., Rodri'guez, E. & Romero, C. (2007). Chemical characterization of *Opuntia dilenii* and *Opuntia ficus indica* fruits. *Food Chemistry*, 103:38-45. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.06.064>.
- Medina-Torres, L., Brito-De La Fuente, E., Torrestiana-Sanchez, B. & Katthain, R. (2000). Rheological properties of the mucilage gum (*Opuntia ficus indica*). *Food Hydrocolloids*, 14(5): 417-424. [https://doi.org/10.1016/S0268-005X\(00\)00015-1](https://doi.org/10.1016/S0268-005X(00)00015-1).
- Messina, C.M., Arena, R. & Morghese, M. (2021). "Seasonal characterization of nutritional and antioxidant properties of *Opuntia ficus-indica* [(L.) mill. Mucilage]". *Food Hydrocolloids*, 111(7):106398. Doi:[10.1016/j.foodhyd.2020.106398](https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.106398).
- Miller, S.M., Fugate, E.J., Craver, V.O., Smith, J.A. & Zimmerman, J.B. (2008). Toward understanding the efficacy and mechanism of *Opuntia spp.* as a natural coagulant for potential application in water treatment, *Environ. Sci. Technol.* 42(12):4274–4279. <https://doi.org/10.1021/es7025054>.
- Morais, M.A.S., Foncesa, K.S., Viegas, E.K.D., Almeida, S.L., Maia, R.K.M., Silva, V.N.S. & Simoes, A.N. (2019). Mucilage of spineless cactus in the composition of an edible coating for minimally processed yam (*Dioscorea spp.*). *Journal Of Food Measurement and Characterization*. <https://doi.org/10.1007/S11694-019-00120-9>.
- Naibaho, J., Butula, N., Jonuzi, E., Korzeniowska, M., Laaksonen, O., Föske, M., Kütt, M.L. & Yang, B. (2022). Potential of brewers' spent grain in yogurt fermentation and evaluation of its impact in rheological behaviour, consistency, microstructural properties and acidity profile during the refrigerated storage. *Food Hydrocolloids*, 125:107412.
- Nsonzi, F. & Ramaswamy, H.S. (1998). Quality evaluation of osmo-convective dried blueberries. *Drying Technology* 16(3-5):705-23. Doi:[10.1080/07373939808917431](https://doi.org/10.1080/07373939808917431).
- Oboh, G., Bello, F.O. & Ademosun, A.O. (2014). Hypocholesterolemic properties of grapefruit (*Citrus paradisi*) and shaddock (*Citrus maxima*) juices and inhibition of angiotensin-1-converting enzyme activity. *J Food Drug Anal.* 2014;22(4):477–484. <https://doi.org/10.1016/J.Jfda.2014.06.005>.
- Ojagh, S.M., Rezaei, M., Razavi, S.H. & Hosseini, S.M.H. (2010). Development and evaluation of a novel biodegradable film made from chitosan and cinnamon essential oil with low affinity toward water. *Food Chemistry*, 122:161–166.
- Olcay, N. (2019). Farklı teknikler ile kurutulmuş kamkat meyvesinin bisküvi ve kek üretiminde kullanım imkanları. *Yüksek Lisans Tezi*. Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 109s.
- Egharevba, H.O., Kunle, O.F., Iliya, I., Orji, P.N., Abdullahi, M.S., Okwute, S.K. & Okogun, J.I. (2010). Phytochemical analysis and antimicrobial activity of *Punica granatum L.* (fruit bark and leaves), *New York Science Journal*, 3(12).
- Ontengco, D.C., Dayap, L.A. & Capal, T.V. (1995). Screening for the antibacterial activity of essential oils from some philippine plants. *Biological Sciences Department, United Laboratories, Inc., Philippines*. 43:19–23.
- Otálora, M.C., Carriazo, J.G., Iturriaga, L., Nazareno, M.A. & Osorio, C. (2015). Microencapsulation of betalains obtained from cactus fruit (*Opuntia ficus-indica*) by spray drying using cactus cladode mucilage and maltodextrin as encapsulating agents. *Food Chemistry*. 187: 174-181. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.04.090>.

- Paiva, P.M.G., Souza, I.F.A.C., Costa, M.C.V.V., Santos, A.D.F.S. & Coelho, L.C.B.B. (2016). *Opuntia sp.* cactus: biological characteristics, cultivation and applications. *Advances in Research*, 7(3):1-14.
- Pang, X.M., Hu, C.G. & Deng, X.X. (2007). Phylogenetic relationship within citrus and related genera as inferred from aflu markers. *Genetic Resources And Crop Evolution* 54: 429-436. <https://doi.org/10.1007/S10722-006-0005-5>.
- Pavlat, A.E. & Orts, W. (2009). Edible Films and coatings: Why, What, and How? In *Edible Films And Coatings For Food Applications*, 1-23.
- Peng, L.W., Sheu, M.J., Lin, L.Y., Wu, C.T., Chiang, H.M., Lin, W.H., Lee, M.C. & Chen, H.C. (2013). Effect of heat treatments on the essential oils of kumquat (*Fortunella margarita* swingle). *Food Chemistry*, 136, 532-537. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.08.014>.
- Petera, B., Delattre, C., Pierre, G., Wadouachi, A., Elboutachfai, R. & Engel, E. (2015). Characterization of arabinogalactan-rich mucilage from *Cereus triangularis* cladodes. *Carbohydr. Polym.* 127 372–380. <https://doi.org/10.1016/J.Carbpol.2015.04.001>.
- Pichler, T., Young, K. & Alcantar, N. (2012). Eliminating turbidity in drinking water using the mucilage of a common cactus. *Water Sci. Technol. Water Supply* 12;179. [Doi:10.2166/ws.2012.126](https://doi.org/10.2166/ws.2012.126).
- Piga, A. (2004). Cactus pear: a fruit of nutraceutical and functional importance. *Journal of the Professional Association for Cactus Development*, 6:9-22.
- Ponce, A.G., Roura, S.I., del-Valle, C.E., Moreira, M.R. (2008). Antimicrobial and antioxidant activities of edible coatings enriched with natural plant extracts: In vitro and in vivo studies. *Postharvest Biology and Technology*, 49(2):294-300. [Doi: 10.1016/j.postharvbio.2008.02.013](https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2008.02.013).
- Rojas-Grau, M.A., Raybaudi-Massilia, R.M., Soliva-Fortuny, R., Avena-Bustillos, R.J., McHugh, T.H., Martín-Belloso, O. (2007). Apple puree-alginate coating as carrier of antimicrobial agents to prolong shelf life of fresh-cut apples. *Postharvest Biology and Technology* 45: 254e264, [doi: 10.1016/j.postharvbio.2007.01.017](https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2007.01.017).
- Qin, L. S., Ngoh, G. C., Yusoff, R., & Teoh, W. H. (2017). Acid and deep eutectic solvent (DES) extraction of pectin from pomelo (*Citrus grandis* (L.) Osbeck) peels. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 13:1-11. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2017.11.001>.
- Quynh, N.T.T., Phong, V.C. & Huong, P.T. (2010). Effect of pomelo (*Citrus grandis* (L.) Osbeck) peel extract on lipid-carbohydrate metabolic enzymes and blood lipid, glucose parameters in experimental obese and diabetic mice. *VNU Journal of Science*, 26(4):224-232.
- Ramful, D., Baborun, T., Bourdon, E., Tarnus, E. & Aruoma, O.I. (2010), Bioactive phenolics and antioxidant propensity of flavonoid extracts of Mauritian citrus fruits: potential prophylactic ingredients for functional foods application. *Toxicology*, 278(1):75-87. <https://doi.org/10.1016/j.tox.2010.01.012>.
- Ramírez-Moreno, E., Córdoba-Díaz, D., Cortes Sánchez-Mata, M., Díezmarqués, C. & Goñi, I. (2013). Effect of boiling on nutritional, antioxidant and physicochemical characteristics in cladodes (*Opuntia ficus indica*). *LWT-Food Science And Technology*, 51(1):296-302. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.10.005>.

- Raybaudi-Massilia, R.M., Mosqueda-Melgar, J., Martín-Belloso, O. (2008). Edible alginate based coating as carrier of antimicrobials to improve shelf-life and safety of freshcut melon. *International Journal of Food Microbiology* 121: 313-327.
- Retamal, N., Duran, J. & Fernandez, J. (1987). Seasonal variations of chemical composition in prickly pear (*Opuntia ficus-indica* (L.) mill.). *Journal Of The Science Of Food And Agriculture*, 38(4), 303-311. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740380403>.
- Reuther, W., Batchelor, L.D. & Webber, J.H. (1967). Horticultural Varieties Of Citrus. In: The Citrus Industry (Ed. R.W. Hodgson), *Univ. Cal. Agr. Pub., Berkeley, California*, Vol:1 431-588.
- Robledo, N., López, L., Bungler, A. Tapia, C. & Abugoch, L. (2018). Effects of antimicrobial edible coating of thymol nanoemulsion/quinoa protein/chitosan on the safety, sensorial properties, and quality of refrigerated strawberries (*Fragaria × ananassa*) under commercial storage environment. *Food and Bioprocess Technology*, 11:1566-1574. Doi:10.1007/s11947-018-2124-3.
- Sáenz, C., Vásquez, M., Trumper, S. & Fluxá, C. (1992). Extracción y composición química del mucílago de tuna (*Opuntia ficus-indica*). *Proceedings II Congreso Internacional De Tuna Y Cochinilla*, Mancano Le Pagine, Pp. 93–96.
- Salık, Y. (2019). Alyssum Floribundum Boiss. & Balansa (*Brassicaceae*) Bitkisinden elde edilen ekstraktların antioksidan ve antimikrobiyal aktivitesinin araştırılması. *Yüksek Lisans Tez*. Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Ana Bilim Dalı.69s.
- Sawaya, W.N., Khatchadourian, H.A., Safi, W.M. & Al-Muhammad, H.M. (1983). Chemical characterization of prickly pear pulp, *Opuntia ficus-indica* and the manufacturing of prickly pear jam. *International Journal of Food Technology*, 18(2):183-193. Doi:10.1111/j.1365-2621.1983.tb00259.x.
- Scaffaro, R., Maio, A., Gulino, E.F. & Megna, B. (2019). Structure-property relationship of PLA-*Opuntia ficus indica* biocomposites. *Composites Part B: Engineering* 167(15):199–206. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2018.12.025>.
- Schelz, Z., Molnar, J. & Hohmann, J. (2006). Antimicrobial and antiplasmid activities of essential oils. *Fitoterapi*, 77 (4):279-285. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2006.03.013>.
- Sepulveda, E., Sáenz, C., Aliaga, E. & Aceituno, C. (2007). Extration and characterization of mucilage in *Opuntia spp.* *Journal of Arid Environments*. 68:534-545. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2006.08.001>.
- Shafaghatlonbar, A. & Nouri, A. (2015). Chemical constituents and antioxidant activity of essential oil and organic extract from the peel and kernel parts of citrus japonica thunb. (kumquat) from iran. *Formerly Natural Product Letters*, 30(9):1093-1097. <https://doi.org/10.1080/14786419.2015.1101692>.
- Shah, N., Supian, N.A.M. & Hussein, N.A. (2019). Disinfectant of pummelo (*Citrus grandis* L. *osbeck*) fruit juice using gaseous ozone. *J Food Sci Technol*. 56(1):262–272. <https://doi.org/10.1007/S13197-018-3486-2>.
- Shah, N.N., Rahman, R.A., Shamsuddin, R. & Adzahan, N.M. (2015). Effects of pectinase clarification treatment on phenolic compounds of pummelo (*Citrus grandis* L. *osbeck*) fruit juice. *J Food Sci Technol*. 52(8):5057–5065. <https://doi.org/10.1007/S13197-014-1554-9>.

- Shao, P., Zhang, H., Niu, B., Jiang L. (2018). Antibacterial activities of R-(+)-Limonene emulsion stabilized by *Ulva fasciata* polysaccharide for fruit preservation. *International Journal of Biological Macromolecules* 111: 1273-1280. [Doi:10.1016/j.ijbiomac.2018.01.126](https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.01.126).
- Simões, C.M.O., Schenkel, E.P., Gosmann, G., Mello, J.C.P., Mentz, L.A. & Petrovick, P.R. (2007). Farmacognosia da planta ao medicamento, 6th ed., UFRGS editora, Florianópolis: editora Da UFSC, Porto Alegre.1102p.
- Slimen, I.B., Najar, T. & Abderrabba, M. (2016). *Opuntia ficus-indica* as a source of bioactive and nutritional phytochemicals. *Journal Of Food And Nutritional Sciences*, 4(6): 162-169. Doi:10.11648/j.jfns.20160406.14.
- Sobral, P.J.A., Menegalli, F.C., Hubinger, M.D. & Roques, M.A. (2001). Mechanical, water vapor barrier and thermal properties of gelatin based edible films. *Food Hydrocolloids* 15(4/6)423-432. [https://doi.org/10.1016/S0268-005X\(01\)00061-3](https://doi.org/10.1016/S0268-005X(01)00061-3).
- Sogvar, O.B., Saba, M.K. & Emamifar, A. (2016). Aloe vera and ascorbic acid coatings maintain postharvest quality and reduce microbial load of strawberry fruit. *Postharvest Biology and Technology* 114: 29-35. Doi: 10.1016/J.Postharvbio.2015.11.019.
- Steel, R.G.D. & Torrie, J.H. (1980). Principles and procedures of statistics. *Mcgraw- Hill International Book Company, Tokyo*, 633p. ISBN: 978007-066-58-1-1., 0070665818.
- Stintzing, F.C. & Carle, R. (2005). Cactus stems (*Opuntia* Spp.): A review on their chemistry. *Molecular Nutrition & Food Research*, 49(2):175-194. <https://doi.org/10.1002/mnfr.200400071>.
- Stintzing, F.C., Schieber, A. & Carle, R. (2001). Phytochemical and nutritional significance of cactus pear. *European Food Research Technol*, 212:396-407.
- Tao, N.G. & Liu, Y.J. (2012). Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil from the peel of shatian pummelo (*Citrus grandis osbeck*). *International Journal Of Food Properties*, 15:709-716. [https://Doi.Org/10.1080/10942912.2010.500067](https://doi.org/10.1080/10942912.2010.500067).
- Temiz, A. & Ayhan, D.K. (2017). “Enzymes in minimally processed fruits and vegetables”, In: Minimally Processed Refrigerated Fruits And Vegetables. *Food Engineering Series*. Doi:10.1007/978-1-4939-7018-6_4.
- Temiz, H. & Yeşilsu, A.F. (2006). Bitkisel protein kaynaklı yenilebilir film ve kaplamalar. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, (2), 41-50.
- Tsai, H.L., Chang, S.K.C. & Chang, S.J. (2007). Antioxidant content and free radical scavenging ability of fresh red pummelo (*Citrus grandis* (L.) *osbeck*) juice and freeze-dried products. *J. Agric. Food Chem.*, 55: 2867-2872. <https://doi.org/10.1021/jf0633847>.
- Tuncer, A.D., Güler, H.Ö. & Usta, H. (2020). Modeling of drying characteristics of pomelo (*Citrus maxima*) peel. *El-Cezeri Journal Of Science And Engineering*. Cilt:7, No:1, 2020 (198-210). Doi:10.31202/Ecjse.616497.
- Tural, S., Sarıcaoğlu, F.T. & Turhan S. (2017). Yenilebilir film ve kaplamalar: üretimleri, uygulama yöntemleri, fonksiyonları ve kaslı gıdalarda kullanımları. *Akademik Gıda* 15(1) (2017) 84-94. <https://doi.org/10.24323/akademik-gida.306077>.
- Turgut, D.Y., Çınar, O. & Seçmen, T. (2019). Farkli yöntemlerle elde edilen kamkat (*Fortunella margarita swing*.) tozlarının fonksiyonel özelliklerinin belirlenmesi. *Gıda*, 44(4), 605-617. <https://doi.org/10.15237/gida.GD18118>.

- Uçan, F. & Mercimek, H.A. (2013). The importance of chitosan films in food industry. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 1(2):79–85. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v1i2.79-85.21>.
- Uzun, H.İ. & Şengül, S. (1994). Frenk inciri yetiştiriciliği. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(1):73-89.
- Üstünol, Z. (2009). Edible films and coatings for meat and poultry. In *Edible Films And Coatings For Food Applications*, 245-268. Doi:[10.1007/978-0-387-92824-1_8](https://doi.org/10.1007/978-0-387-92824-1_8)
- Valverde, J.M., Valero, D., Martinez-Romero, D., Guillen, F., Castillo, S. & Serrano, M. (2005). Novel edible coating based on Aloe vera gel to maintain table grape quality and safety. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53(20):7807-7813. doi: 10.1021/jf050962v.
- Van Hung, P., Chi, P.T.L. & Phi, N.T.L. (2013). Comparison of antifungal activities of vietnamese citrus essential oils. *Natural Product Research*, 27:506-508. [https://Doi.Org/10.1080/14786419.2012.706293](https://doi.org/10.1080/14786419.2012.706293).
- Varela, P. & Fiszman, S.M. (2011). Hydrocolloids in fried foods. a review. *Food Hydrocolloids*, 25(8):1801-1812. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2011.01.016>.
- Verma, K., Anoop, M. & Sharma, K. (2020). Importance of in vitro micropropagation techniques for *Opuntia ficus indica* for mass production. *International Journal of Botany Studies*, 5(6):501-503.
- Vijayalakshmi, P. & Radha, R. (2016). Pharmacognostical and phytochemical screening of the peels of *Citrus maxima* . *Research Journal Pharmacognosy and Phytochemistry*. 8(1):25-31. doi:10.5958/0975-4385.2016.00006.6.
- Wan, J., Chakraborty, T., Xu, C.C., & Madhumita B.R. (2019). Treatment train for tailings pond water using *Opuntia ficus-indica* as coagulant. *Separation And Purification Technology* 211:448-455. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2018.09.083>.
- Wang, Y.W., Zeng, W.C., Xu, P.Y., Lan, Y.J., Zhu, R.X., Zhong, K., Huang, Y.N. & Gao, H. (2012). Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of kumquat (*Fortunella crassifolia swingle*) peel. *International Journal Of Molecular Sciences*, 13:3382-3393. <https://doi.org/10.3390/ijms13033382>.
- Yahata, M., Kurogi, H., Kunitake, H., Nagano, K., Yabuya, T., Yamashita, K. & Komatsu, H. (2005). Evaluation of reproductive functions in a haploid pummelo by crossing with several diploid citrus cultivars. *Journal Of The Japanese Society For Horticultural Science*, 74(4):281-288.
- Yan, J., Luo, Z., Ban, Z., Lu, H., Li, D., Yang, D., Aghdam, M.S., Li, L. (2019). The effect of the layer-by-layer (LBL) edible coating on strawberry quality and metabolites during storage. *Postharvest Biology and Technology* 147: 29-38. doi:10.1016/j.postharvbio.2018.09.002.
- Yaribeigi, S. (2020). The use of *Opuntia ficus-indica* mucilage edible coating to extend the shelf-life of packaged strawberry and red raspberry. *Universitat Politècnica De Catalunya Barcelonatech Master's Thesis*, Barcelona, Spain, 34p.
- Yıldız, O.P. & Yangılar, F. (2016). Yenilebilir film ve kaplamaların gıda endüstrisinde kullanımı. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, cilt.5, sa.1, ss.27-35, 2016 (Hakemli Dergi)*. Doi:[10.17798/beufen.65308](https://doi.org/10.17798/beufen.65308).

- Yıldız, T. & Gölükcü, T. (2015). Kamkat (*Fortunella margarita swing*) meyvesi ve reçelinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. *Dergi Park Akademi*. Sayı: 32 (1), S: 71-80, Antalya. <https://doi.org/10.16882/derim.2015.00773>
- Yılmaz, C. (2013). Dikenli İncir (*Opuntia Ficus-İndica L.*). *Agromedya*, 52-55. File:///C:/Users/Acer/Downloads/Dikenlincir-Agromedya-2013.Pdf.
- Yılmaz, L., Akpınar, B.A. & Özcan, Y.T. (2007). Süt proteinlerinin yenilebilir film ve kaplamalarda kullanılması. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2(1): 59-64.
- Young, K.A. (2006). The mucilage of *Opuntia ficu- indica*: a natural, sustainable, and viable water treatment technology for use in rural mexico for reducing turbidity and arsenic contamination in drinking water, Kevin Andrew Young, *Güney Florida Üniversitesi J. Electrochem. Soc.* 129;178.
- Zhao, Y.L., Yang, X.W., Wu, B.F., Shang, J.H., Liu, Y.P., Zhi-Dai, & Luo, X.D. (2019). Anti-inflammatory effect of pomelo peel and its bioactive coumarins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67:8810-8818. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.9b02511>.
- Zoghلامي, N., Chrita, I., Bouamama, B., Gargouri, M., Paolo, I., Filadelfio, B. & Mario, S. (2002). Cacti: Biology And Uses. Ed: Nobel, P.S, University Of California Press, Ltd. Berkeley And Los Angeles, California, P. 163-183.

ÖZGEÇMİŞ

Adı-Soyadı : Zeynep SERTBAŞ

Eğitim ve Mesleki Geçmişi:

- 2014-2018, Kilis 7 Aralık Üniversitesi/ Mühendislik-Mimarlık Fakültesi/ Gıda Mühendisliği Bölümü
- 2022-2025, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi / Lisansüstü Eğitim Enstitüsü / Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı / Gıda Mühendisliği Bölümü
- 2022-2023, Kalite Kontrol Sorumlusu, Edizka Tur. İnş. Taah. Tar. Gıda. Tic. A.Ş.
- 2023-2024, Proje Müdürü, Sofra Yemek Üretim ve Hizmet A.Ş.
- 2025-Halen, Kalite Müdürü, Toros Residence İnş. Tur. San ve Tic. A.Ş.

Yabancı Dil Bilgisi:

- İngilizce