T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
DOKTORA PROGRAMI

DEFNE YAPRAĞINDA GENOM ÇAPLI İLİŞKİLİ HARİTALAMA (GWAS), DEFNE UÇUCU YAĞI KULLANILARAK ELDE EDİLEN YENİLEBİLİR FİLM KAPLAMANIN ÇERİ DOMATESLERİN RAF ÖMRÜ VE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

DOKTORA TEZİ

Gülşah KARATAŞ

Birinci Danışman: Prof. Dr. Cemal KAYA
İkinci Danışman: Prof. Dr. Faheem Shahzad BALOCH

TOKAT- 2024

ETİK SÖZLEŞME

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Prof. Dr. Cemal KAYA danışmanlığında hazırlamış olduğum “Defne Yaprağında Genom Çaplı İlişkili Haritalama (GWAS), Defne Uçucu Yağı Kullanılarak Elde Edilen Yenilebilir Film Kaplamanın Çeri Domateslerin Raf Ömrü ve Kalitesi Üzerine Etkisi” adlı doktora tezinin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımı kabul edeceğimi beyan ederim.

07/03/2024

Gülşah KARATAŞ

JÜRİ KABUL VE ONAY

Gülşah KARATAŞ tarafından hazırlanan "**Defne Yaprağında Genom Çaplı İlişkili Haritalama (GWAS), Defne Uçucu Yağı Kullanılarak Elde Edilen Yenilebilir Film Kaplamanın Çeri Domateslerin Raf Ömrü ve Kalitesi Üzerine Etkisi**" adlı tez çalışmasının savunma sınavı 31.01.2024 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri..... İmzası

Üye (Başkan) : Prof. Dr. Ahmet Doğan DUMAN

Üye : Prof. Dr. Cemal KAYA

Üye : Doç. Dr. Mustafa BAYRAM

Üye : Doç. Dr. Murat Reis AKKAYA

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Esra ESİN YÜCEL

ONAY

……./……/…….

Doç. Dr. Yusuf TEMÜR
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

Kızlarıma

ÖNSÖZ

Tez çalışmamın planlanması ve yürütülmesi süresince her anlamda yardımını ve desteğini esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Cemal KAYA ve ikinci danışmanım Prof. Dr. Faheem Shahzad BALOCH'a, tezimin değerlendirilmesine katkı sağlayan tez izleme komitesi üyeleri Sayın Doç. Dr. Mustafa BAYRAM ve Doç. Dr. Murat Reis AKKAYA'ya, diğer jüri üyeleri Sayın Prof. Dr. Ahmet Doğan DUMAN ve Dr. Öğr. Üyesi Esra ESİN YÜCEL'e, GWAS analizlerinde tüm değerli bilgilerini aktaran ve analizlemede büyük destek olan Sayın Doç. Dr. Muhammed Azhar NADEEM'e, istatistiksel analizlerin planlanmasında ve aynı zamanda Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi'ndeki kalite laboratuvarını bana açan ve her türlü imkanı sağlayan hocam sayın Doç. Dr. Asuman KAPLAN EVLİCE'ye, mikrobiyolojik analizlerde destek olan Sayın Ayşegül ŞAHİN AYDIN'a, Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi akademik personeline, defne yaprağı temininde benden tüm yardımlarını esirgemeyen sayın Doç. Dr. Ünal KARIK'a, laboratuvardaki analizlerde destek olan Araş. Gör.Semra TOPUZ'a, tez çalışmamın yürütülmesinde maddi destek sağlayan Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tüm akademik hayatım boyunca her zaman beni yüreklendiren, tüm zorlukları atlatmamda her zaman ve her türlü desteği ile yanımda olan eşim Dr. Safa KARATAŞ'a, tezimin laboratuvar çalışmaları süresince değerli zamanından çaldığım en değerli varlıklarım canım kızlarım Elif Didar ve Ayşe Nihan'a, beni bu yaşlara getiren, sevgisini hiç esirgemeyen ve doktora sürecimde de her zaman yanımda olan ve beni sabırla dinleyen değerli annem ve babam Şehnaz ve Salih KUŞCUOĞLU'na, 10 sene boyunca akademik ve aile yaşantımda her zaman destekçim olan annem ve babam Hanife ve Turan KARATAŞ'a, kardeşlerim Vefa ve Berat KARATAŞ'a teşekkürü bir borç bilir ve şükranlarımı sunarım.

ÖZET

DEFNE YAPRAĞINDA GENOM ÇAPLI İLİŞKİLİ HARİTALAMA (GWAS), DEFNE UÇUCU YAĞI KULLANILARAK ELDE EDİLEN YENİLEBİLİR FİLM KAPLAMANIN ÇERİ DOMATESLERİN RAF ÖMRÜ VE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Karataş, Gülşah
Doktora, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Tez Danışmanı: Prof. Dr. Cemal KAYA
İkinci Danışman: Prof. Dr. Faheem Shahzad BALOCH
Ocak 2024, xix + 265 sayfa

Bu tez çalışmasında 94 farklı genotipteki defne yapraklarında genetik çeşitliliğin tespiti ve antioksidan kapasitesi üzerinden genom çapındaki ilişkilendirme haritalamasının (GWAS) yapılması, en yüksek fenolik madde miktarına sahip olan defne yaprağının seçilip defne uçucu yağının eldesi, kitosan ve sodyum aljinatın yenilebilir film olarak kullanımları için uygun koşulların belirlenmesi ve çeri domateslerin bu yenilebilir film ve uçucu yağ ile kaplanarak domateslerin raf ömrüne etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, yüzey kaplama materyali olan kitosan ve sodyum aljinatın farklı dozlarının (kontrol, %1.0, %1.5 ve %2.0) soğukta depolama (4 °C) ve raf ömrü (25 °C) süresince kalite özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. 7 gün aralıklarla depolardan çıkartılan örneklerde; fiziksel ve biyokimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre kitosan, sodyum aljinat ve defne uçucu yağı ile hazırlanan yenilebilir filmlerin, çeri domateslerin raf ömrünü uzatmada ve stabilitesini artırmada başarılı sonuçlar gösterdiği görülmüştür. Defne uçucu yağı içeren kitosan ve sodyum aljinat, antibakteriyel özellik göstererek raf ömrü boyunca mikrobiyal gelişmenin azaltılmasında rol oynamıştır. Ağırlık kaybı artışı, meyve eti sertliğinin azalması ve kabuk rengindeki değişimin geciktirilmesini sağlamıştır. Antioksidan aktivitesi ve toplam fenolik madde miktarındaki azalma kontrol altında tutulmuştur. 4 °C ve 25 °C depolamada kontrol grubu çeri domatesler sırasıyla 14. ve 7.günden sonra bozulurken, sodyum aljinat ve kitosan ile kaplanmış çeri domateslerin 4 °C'de 21. güne kadar kalitesi korunmuştur.

Anahtar kelimeler: Defne, GWAS, Kitosan, Sodyum aljinat, Çeri domates, Raf ömrü

ABSTRACT

GENOME-WIDE ASSOCIATED MAPPING (GWAS) ON LAUREL LEAVES, THE EFFECT OF EDIBLE FILM COATING OBTAINED USING LAUREL ESSENTIAL OIL ON THE SHELF LIFE AND QUALITY OF CHERRY TOMATOES

Karataş, Gülşah
Doctorate Thesis, Deparment of Food Engineering
Advisor: Prof.Dr. Cemal KAYA
Second Advisor: Prof.Dr. Faheem Shahzad BALOCH
January 2024, xix + 265 pages

In this thesis study, determining the genetic diversity in bay leaves of 94 different genotypes and performing genome-wide association mapping (GWAS) based on antioxidant capacity, selecting the bay leaf with the highest amount of phenolic substances and extracting the bay essential oil, determining suitable conditions for the use of chitosan and sodium alginate as edible films were aimed. In the study, the effects of different doses of surface coating materials chitosan and sodium alginate (control, 1.0%, 1.5% and 2.0%) on quality characteristics during cold storage (4 °C) and shelf life (25 °C) were investigated. The physical, biochemical and microbiological properties of the samples taken from the warehouses at 7-day intervals were analyzed. According to the study results, edible films prepared with chitosan, sodium alginate and laurel essential oil showed successful results in extending the shelf life and increasing the stability of cherry tomatoes. Chitosan and sodium alginate containing laurel essential oil showed antibacterial properties and played a role in reducing the microbial load during shelf life. It delayed in increase of weight loss, decrease of fruit flesh hardness and change of skin color. Antioxidant activity and the decrease in the amount of total phenolic substances were kept under control. While control group cherry tomatoes deteriorated after the 14th and 7th days, respectively, in storage at 4 °C and 25 °C, the quality of cherry tomatoes coated with sodium alginate and chitosan was preserved until the 21st day at 4 °C.

Keywords: Bay leaf, GWAS, Chitosan, Sodium alginate, Cherry tomato, Shelf life

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ i
ÖZET ii
İÇİNDEKİLER iv
KISALTMALAR ix
SİMGELER xii
ŞEKİL LİSTESİ xiv
ÇİZELGE LİSTESİ xvii
1. GİRİŞ 1
2. KAYNAK ÖZETLERİ 3
2.1. Defne'nin botanik ve morfolojik özellikleri 3
2.2. Defne bitkisi kullanım alanları 4
2.3. Defne yaprağı uçucu yağı 5
2.3.1. Uçucu yağ bileşiklerinin yapısı 6
2.3.2. Defne uçucu yağının antimikrobiyal ve antifungal özellikleri 9
2.3.3. Defne uçucu yağının antioksidan özellikleri 10
2.3.4. Defne uçucu yağında bulunan fenolik bileşikler 13
2.3.5. Uçucu yağ elde edilme yöntemleri 15
2.4. Defne yaprağı iç ve dış ticareti 20
2.5. Defne ıslahı için yapılan genetik çalışmalar 22
2.6. Moleküler markör çeşitleri ve kullanım alanları 23
2.7. DarTseq genotiplemesi 25
2.8. QTL ve GWAS yaklaşımları 25
2.9. Domates 28
2.9.1. Domatesin bileşimi 33
2.10. Domateste kalite ve raf ömrü üzerine yapılan bazı çalışmalar 34
2.11. Yenilebilir film ve kaplamalar 36
2.11.1. Yenilebilir film ve kaplamaların özellikleri 37
2.11.2. Yenilebilir film ve kaplamaların sınıflandırılması 38

2.11.2. Yenilebilir film ve kaplamaları hazırlama ve gıdalara uygulama metotları 48
2.12. Kitin ve kitosan 50
2.12.1. Kitosanın endüstride kullanım alanları 54
2.12.2. Kitosanın yenilebilir film ve kaplama olarak kullanımı 56
2.12.3. Kitosan ile hazırlanan yenilebilir film ve kaplamayla ilgili çalışmalar 56
2.13. Yenilebilir film ve kaplamaların esansiyel/uçucu yağ ile birlikte kullanımı 58
2.13.1. Yenilebilir film ve kaplamaların esansiyel/uçucu yağ ile birlikte kullanımı ile ilgili çalışmalar 60
2.14. Domates/çeri domateste uçucu yağ ile birlikte kullanılan yenilebilir film ve kaplamaların raf ömrüne etkisi üzerine yapılan çalışmalar 62
3. MATERYAL VE YÖNTEM 66
3.1. Materyal 66
3.1.1. Bitkisel materyal 66
3.1.2. Kimyasal materyal 70
3.1.3. Test kültürleri 70
3.1.4. Kullanılan alet ve ekipmanlar 70
3.2. Yöntem 71
3.2.1. Morfolojik ölçümler 71
3.2.2. Ekstraktların hazırlanması 71
3.2.3. Serbest radikali giderme aktivitesi (DPPH) tayini 72
3.2.4. Katyon radikali giderme aktivitesi (ABTS) 73
3.2.5. Toplam fenolik madde tayini 74
3.2.6. Defne yaprağının fenotipik özelliklerinin genom çapı ilişkili çalışmalar (GWAS) ile tanımlanması 75
3.2.7. Uçucu yağ ekstraksiyonu 77
3.2.8. Uçucu yağ kompozisyonu 78
3.2.9. Yenilebilir kaplama malzemesinin hazırlanması 79
3.2.10. Çeri domateslerde yapılan analizler 84
3.3. İstatistiksel analiz 93
4. BULGULAR VE TARTIŞMA 94
4.1. Morfolojik Özellikler 94
4.2. Serbest radikali giderme kapasitesi (DPPH) 102

4.3. Katyon radikali giderme aktivitesi (ABTS) 106
4.4. Toplam fenolik madde miktarı 107
4.5. Defne yapraklarında genetik çeşitlilik ve popülasyon yapısının belirlenmesi 112
4.6. Moleküler varyans analizi 122
4.7. Temel koordinat analizi (PCoA) 124
4.8. GWAS analizi 126
4.8.1. Serbest radikali giderme aktivitesi (DPPH) için GWAS 126
4.8.2. Katyon radikali giderme aktivitesi (ABTS) için GWAS 128
4.9. Uçucu yağ miktarı 131
4.10. Uçucu yağ kompozisyonu 133
4.11. Yenilebilir kaplama malzemesinin hazırlanması 137
4.12. Defne uçucu yağı ve kaplama solüsyonlarının antioksidan aktiviteleri ve toplam fenolik madde miktarları 140
4.13. Çeri domateslerin özellikleri 142
4.13.1. pH değeri 142
4.13.2. Titre edilebilir asit miktarı (TA) 146
4.13.3. Ağırlık kaybı (%) 150
4.13.4. Suda çözünebilir kuru madde miktarı (°Briks) 154
4.13.5. Meyve eti sertliği 158
4.13.6. Likopen miktarı 163
4.13.7. Toplam fenolik madde (TPC) miktarı 166
4.13.8. Serbest radikali giderme aktivitesi (DPPH) 171
4.13.9. Katyon radikali giderme aktivitesi (ABTS) 177
4.13.10. Kabuk rengi değerleri 181
4.13.11. Mikrobiyolojik özellikler 201
4.13.13. Duyusal özellikler 212
5. SONUÇLAR 217
6. KAYNAKÇA 229
7. EKLER 246
EK 7.1. DPPH yönteminde kullanılan çözeltiler ve kalibrasyon eğrisi, analizden bir görüntü 246
EK 7.2. ABTS yönteminde kullanılan çözeltiler ve kalibrasyon eğrisi 247

EK 7.3. Toplam fenolik madde tayininde kullanılan çözeltiler ve kalibrasyon eğrisi 248
EK 7.4. 25 ºC'de 7.günde kontrol grubu domateslerin görüntüsü 249
EK 7.5. 25 ºC'de 7.günde kitosan kaplaması (sırasıyla %1, 1.5 ve 2) yapılmış domateslerin görüntüsü 249
EK 7.6. 25 º C'de 7.günde sodyum aljinat kaplaması (sırasıyla %1, 1.5 ve 2) yapılmış domateslerin görüntüsü 250
EK 7.7. 4 ºC'de 7.günde kontrol grubu domateslerin görüntüsü 250
EK 7.8. 4 ºC'de 7.günde kitosan kaplaması (sırasıyla %1, 1.5 ve 2) yapılmış domateslerin görüntüsü 251
EK 7.9. 4 º C'de 7.günde sodyum aljinat kaplaması (sırasıyla %1, 1.5 ve 2) yapılmış domateslerin görüntüsü 252
EK 7.10. 4 ºC'de 14.günde kontrol grubu domateslerin görüntüsü 252
EK 7.11. 25 ºC'de 14.günde kitosan kaplaması (sırasıyla %1, 1.5 ve 2) yapılmış domateslerin görüntüsü 253
EK 7.12. 25 º C'de 14.günde sodyum aljinat kaplaması yapılmış domateslerin görüntüsü 253
EK 7.13. 25 ºC'de 21.günde kitosan kaplaması (sırasıyla %1, 1.5 ve 2) yapılmış domateslerin görüntüsü 254
EK 7.14. 4 º C'de 21.günde kitosan kaplaması yapılmış domateslerin görüntüsü 255
EK 7.15. 4 º C'de 21.günde sodyum aljinat kaplaması yapılmış domateslerin görüntüsü 255
EK 7.16. *Salmonella* spp'nin kaplama solüsyonları ve defne uçucu yağındaki görüntüsü 256
EK 7.17. *E. coli*'nin kaplama solüsyonları ve defne uçucu yağındaki görüntüsü 256
EK 7.18. *S. aureus*'un'nin kaplama solüsyonları ve defne uçucu yağındaki görüntüsü 257
EK 7.19. *B. cereus*'un'nin kaplama solüsyonları ve defne uçucu yağındaki görüntüsü 257
EK 7.20. *E.coli*'nin kitosan. sodyum aljinat ve defne uçucu yağında MİK plaka görüntüsü ve antibakteriyel aktivite 259

EK 7.21. *S.aureus*'un kitosan. sodyum aljinat ve defne uçucu yağında MİK plaka görüntüsü ve antibakteriyel etkisi 260
EK 7.22. *B.cereus*'un kitosan. sodyum aljinat ve defne uçucu yağında MİK plaka görüntüsü ve antibakteriyel etkisi 263
EK 7.23 Çeri domateste yapılan DPPH yöntemiyle yapılan antioksidan aktivitesi için kalibrasyon eğrisi..... 264
EK 7.24 Çeri domateste yapılan ABTS yöntemiyle yapılan antioksidan aktivitesi için kalibrasyon eğrisi..... 264
EK 7.25 Çeri domateste toplam fenolik madde tayini için kalibrasyon eğrisi..... 265
..... 265
8. ÖZGEÇMİŞ 266

KISALTMALAR

A	: Absorbans
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ABTS	: 2,2-azinobis-3-etilbenzotiyazolin-6-sülfonik asit
AFLP	: Amplified Fragment Length Polymorphism
AMOVA	: Moleküler varyans analizi
ATCC	: American Type Culture Collection
CMC	: Karboksimetil selüloz
CNP	: Kitosan nanopartikülleri
dak	: dakika
DarT	: Diversity Array Technology
Df	: degrees of freedom
DNA	: Deoksiriboz Nükleik Asit
DPPH	: 2.2.-Difenil-1-pikrihidrazil
EC	: Avrupa Komisyonu
est.var	:estimated variance
ET	: Elektron transfer
ETAE	: Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü
FAO	: Food and Agriculture Organization
FC	: Folin-Ciocalteu
FRAP	: Demir (III) iyonu indirgeyici antioksidan kuvveti
g	: Gram
GAE	: Gallik Asit Eşdeğeri
GBS	: Genotyping By Sequencing
GC-MS	: Gas chromatography–Mass spectrometry
GHz	: Gigahertz
GRAS	: Generally Recognized As Safe
GSE	: Grapefruit seed extract
GWAS	: Genome-wide association studies
Ha	: hektar
HAT	: hidrojen atomu transfer

HCl : Hidroklorik asit
HPMC : Hidroksipropilmetilselüloz
ISSR : Inter Simple Sequence Repeats
KİT : Kitosan
KM : Kuru madde
KOAH : Kronik obstrüktif akciğer hastalığı
Kob : Koloni oluşturan birim
l : litre
log : logaritmik
Mak : maksimum
MAP : Modifiye Atmosfer Paketleme
MBC : Minimum Bakterisidal Konsantrasyon
mg : miligram
Mg : Magnezyum
MİK : Minimal İnhibisyon Konsantrasyonu
Min : minimum
ml : mililitre
MLM : Mixed Linear Model
mM :milimolar
MS : Median of squares
N : Newton
NA : Not available
NGS : Next Generation Sequencing
Nm : nanometre
OGM : Orman Genel Müdürlüğü
ORAC : Oxygen Radical Absorbance Capacity
PCoA : Principal Coordinates Analysis
PCR : Polymerase Chain Reaction
PGA : Propilen Glikol Aljinat
Ppm : Parts per million
Psi : Pounds Per Square Inch
PVA : polivinil alkol

PVDC : Poliviniliden diklorür

Q-Q : Quantile-Quantile

QTL : Quantitative Trait Locus

RAPD : Random Amplified Polymorphic DNA

RFLP : Restriction Fragment Length Polymorphism

Rpm : Revolutions per minute

RT : retention time

SA : Sodyum Aljinat

SNP : Single Nucleotide Polymorphism

SS : sum of squares

SSR : Simple Sequence Repeats

TA : Titre edilebilir asit

TE : Troloks Eşdeğeri

TEAC : Troloks eşdeğer antioksidan kapasitesi

TMAB : Toplam mezofil aerobik bakteri

TPAB :Toplam psikrofil aerobik bakteri

TPC : Total Phenolic Content

UNDP : United Nations Development Programme

SİMGELER

^{o}Bx	: Briks
a^{*}	: “a” değeri
b^{*}	: “b” değeri
C*	: Chroma
Ca	: Kalsiyum
$CaCO_3$	: Kalsiyum karbonat
CH	: karbonhidrat
cm	: santimetre
CO_2	: Karbondioksit
h^{o}	: Hue açısı
H_o	: Sıfır hipotezi
L_e	: Length
Na_2CO_3	: Sodyum karbonat
NaOH	: Sodyum hidroksit
NH_2	: amin
$NHCOCH_3$	: asetamid
O_2	: Oksijen
V_{test}	:Velocity of test
V_{return}	: Velocity of return
V_{pos1}	: Velocity of position1
V_{pos2}	: Velocity of position2
w/w	: weight per weight
$	: dolar
°C	: Celcius
%	: Yüzde
Yy	: Yüzyıl
β	: Beta
α	: Alfa
s/cm	: saniye / santimetre
a/h	: kütle bölü hacim

g^{-1}	: 1 bölü gram
µl	: mikrolitre
ΔK	: Delta K
±	: Artı eksi
cm^2	: santimetre kare

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil No **Sayfa**

Şekil 2.1. Defne bitkisinin il bazında yayılış alanı 4
Şekil 2.2. Monoterpen oksijenli türevi....7
Şekil 2.3. Farklı fenolik asit çeşitleri (a) Hidrobenzoikler (b) Hidrosisinamikler....14
Şekil 2.4. Flavonoidlerin genel yapısı 15
Şekil 2.5. Clevenger düzeneği 16
Şekil 2.6. Süperkritik ekstraksiyon sistemi....18
Şekil 2.7. Mikrodalga Ekstraksiyon Sistemi....19
Şekil 2.8. Yıllara göre defne yaprağı üretim miktarı 21
Şekil 2.9. Yıllara göre defne yaprağı ihracat miktarı....22
Şekil 2. 10. Farklı ilgi çekici özellikler için L. nobilis'teki QTL'lerin tanımlanmasına yönelik sistematik bir yaklaşım 26
Şekil 2.11. Bitkilerdeki GWAS'ın şematik görünümü....27
Şekil 2.12. Türkiye domates ihracat verileri....30
Şekil 2.13. Farklı domates çeşitleri....33
Şekil 2.14. Likopenin kimyasal yapısı....34
Şekil 2.15. Yenilebilir film ve kaplamada kullanılan materyaller....39
Şekil 2.16. M: β-D- mannuronate, G: α-L-guluronate 41
Şekil 2.17. Deniz yosunundan aljinat izolasyonu 43
Şekil 2.18. Yenilebilir filmlerin ve yenilebilir kaplamaların hazırlanması 50
Şekil 2.19. Kabuklu deniz hayvanlarının kabuklarından kitin izolasyonu 52
Şekil 2.20. Selüloz, kitin ve kitosanın kimyasal yapıları....53
Şekil 2. 21. Kitinin deasetilasyonu sonucu kitosanın oluşum reaksiyonu 54
Şekil 3.1. 94 adet defne yaprağı örnekleri 69
Şekil 3.2. Kaplanmamış taze çeri domates örnekleri....69
Şekil 3.3. Defne yaprağı ekstraktı (%80 metanol:su çözeltisi ile)....72
Şekil 3.4. Serbest radikali giderme aktivitesi (DPPH) tayini için renk değişimi ve absorbans ölçümleri....73
Şekil 3. 5. ABTS ve potasyum peroksidisülfat çözeltilerinin hazırlanması 74
Şekil 3.6. Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan gallik asit standart çözeltileri....75
Şekil 3.7. Uçucu yağ ekstraksiyon aşamaları 78

Şekil 3.8. Kitosan + sodyum aljinat + defne yaprağı uçucu yağıyla hazırlanan film .82
Şekil 3.9. Film hazırlanması ve daldırma aşamaları 83
Şekil 3.10. Sırasıyla 25 ºC ve 4 ºC'de depolanan domatesler 83
Şekil 3.11. Domateste pH değerinin ölçülmesi.....84
Şekil 3.12. Renk analiz cihaz.....85
Şekil 3.13. CIELCH renk skalası.....86
Şekil 3.14. Meyve eti sertliği analizinden bir görüntü.....87
Şekil 3. 15. Domates meyvesinin ekstraksiyon aşamaları (sırasıyla homojenizasyon, santrifüj edilme, filtreleme, ekstrakt eldesi).....88
Şekil 3.16. Geliştirilen bakteri suşlarının görüntüsü.....91
Şekil 3.17. Disk difüzyon analizinden bir görüntü 92
Şekil 4.1. En uzun yaprak 28 numara Trabzon2 ve en kısa yaprak 72 numara İzmir3'e ait görüntüler 97
Şekil 4. 2. En düşük genişliğe sahip yaprak 38 numara Sinop1 ve en yüksek genişliğe sahip yaprak 55 numara Zonguldak4'e ait görüntüler 98
Şekil 4.3. 94 defne genotipinde DArtseq primeri kullanılarak oluşturulan ΔK tablosu 113
Şekil 4.4. 94 defne genotipinde DArTseq primeri kullanılarak oluşturulan Structure kümeleme analizi 113
Şekil 4.5. 94 defne genotipi için Structure kümeleme analizi ile elde edilen sonuçlara göre genotiplerin coğrafi bölgelere göre dağılımı.....122
Şekil 4.6. 94 defne genotipinin coğrafi bölgelere göre oluşturulan temel koordinat (PCoA) analizi.....125
Şekil 4.7. 94 defne genetik kaynağı kullanılarak DPPH ilişkisini gösteren Manhattan grafiği 127
Şekil 4.8. DPPH için QQ-grafiği 128
Şekil 4.9. 94 defne genetik kaynağı kullanılarak ABTS ilişkisini gösteren Manhattan grafiği 129
Şekil 4.10. DPPH için QQ-grafiği 129
Şekil 4.11. 5 farklı defne yaprağından elde edilen uçucu yağ örnekleri (sırasıyla 34, 10, 18, 82 ve 24 numaralar).....131
Şekil 4.12. Sırasıyla %1, %1.5 ve %2 Kitosan ve defne uçucu yağı kaplama malzemesi ...138
Şekil 4.13. Sırasıyla soldan sağa %1, %1.5 ve %2 sodyum aljinat ve defne uçucu yağı kaplama malzemesi 139
Şekil 4.14. %1 Kitosan ve %1 Sodyum aljinat ile hazırlanmış film kaplama malzemesi.....139

Şekil 4.15. 4 °C'de depolanan örneklere ait pH değerleri değişimleri 144
Şekil 4.16. 25 °C'de depolanan örneklere ait pH değerleri değişimleri 144
Şekil 4.17. 4 °C'de depolanan örneklere ait titrasyon asitliği (%) değişimi.....148
Şekil 4.18. 25 °C'de depolanan örneklere ait titrasyon asitliği (%) değişimi.....148
Şekil 4.19. 4 °C'de depolanan örneklere ait ^{o}Brix değişimi 157
Şekil 4.20. 25 °C'de depolanan örneklere ait ^{o}Briks değişimi.....157
Şekil 4.21. 4 °C'de depolanan örneklere ait meyve eti sertliği değişimi.....161
Şekil 4.22. 25 °C'de depolanan örneklere ait meyve eti sertliği değişimi.....161
Şekil 4.23. 4 °C'de depolanan örneklere ait toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/g) değişimi 169
Şekil 4.24. 25 °C'de depolanan örneklere ait toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/g) değişimi 169
Şekil 4.25. 4 °C'de depolanan örneklere ait serbest radikali giderme aktivitesi (mg TE/g) değişim.....174
Şekil 4.26. 25 °C'de depolanan örneklere ait serbest radikali giderme aktivitesi (mg TE/g) değişimi 174
Şekil 4.27. 4 °C'de depolanan örneklere ait katyon radikali giderme aktivitesi (mg TE/g) değişimi.....179
Şekil 4.28. 25 °C'de depolanan örneklere ait katyon radikali giderme aktivitesi (mg TE/g) değişimi 179
Şekil 4.29. 4 °C'de depolanan örneklere ait L^{*} değerleri değişimi.....183
Şekil 4.30. 25 °C'de depolanan örneklere ait L^{*} değerleri değişimi.....183
Şekil 4.31. 4 °C'de depolanan örneklere ait a^{*} değerleri değişimi 188
Şekil 4.32. 25 °C'de depolanan örneklere ait a^{*} değerleri değişimi 188
Şekil 4.33. 4 °C'de depolanan örneklere ait b^{*} değerleri değişimi 190
Şekil 4.34. 25 °C'de depolanan örneklere ait b^{*} değerleri değişimi 190
Şekil 4.35. 4 °C'de depolanan örneklere ait Hue (h^{o}) açısı değişimi.....195
Şekil 4.36. 25 °C'de depolanan örneklere ait Hue (h^{o}) açısı değişimi.....195
Şekil 4.37. 4 °C'de depolanan örneklere ait Kroma (C^{*}) değeri değişimi.....200
Şekil 4.38. 25 °C'de depolanan örneklere ait Kroma (C^{*}) değeri değişimi.....200

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge No **Sayfa**

Çizelge 2.1. Defne uçucu yağında bulunan başlıca bileşikler 7
Çizelge 2.2. Antioksidan kapasiteyi belirlemek için kullanılan yöntemler 12
Çizelge 2.3. Dünya domates üretimi.....29
Çizelge 2.4. Türkiye domates ekim alanı ve üretimi 29
Çizelge 2.5. 2016-2021 yılları arası domates üretimi, üretim kayıpları ve diğer kayıplar 31
Çizelge 2. 6. Domatesin kimyasal kompozisyonu.....33
Çizelge 2.7. Aljinatların gıda ürünlerindeki temel fonksiyonları 45
Çizelge 2.8. Yenilebilir film ve kaplamaların uygulama yöntemlerinin avantajları ..48
Çizelge 2.9. Kitin ve kitosanın bulunduğu kaynaklar.....51
Çizelge 2.10. Kitosanın gıda sanayiinde uygulama alanları 55
Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan defne ekotiplerine ait pasaport bilgileri 66
Çizelge 3.2. GC-MS parametreleri 79
Çizelge 3.3. Kitosan filminin hazırlanması için yapılan ön denemeler 80
Çizelge 3.4. Sodyum aljinat filminin hazırlanması için yapılan ön denemeler 81
Çizelge 3.5. Yenilebilir film formülasyonları.....82
Çizelge 4.1. Defne genotiplerinin yaprak uzunluğu ve genişliği (cm) 94
Çizelge 4.2. Defne genotiplerinin yaş ve kuru yaprak ağırlıkları (g) 99
Çizelge 4.3. 94 Defne genotipine ait ekstrakların serbest radikali giderme aktivitesi (DPPH) ve katyon radikali giderme aktivitesi (ABTS) 104
Çizelge 4.4. 94 Defne genotipine ait ekstraktların toplam fenolik madde miktarları 108
Çizelge 4.5. Defne genotiplerine ait Q-matris popülasyonları 114
Çizelge 4.6. Popülasyon-1'e ait defne genotipleri 117
Çizelge 4.7. Popülasyon-2'ye ait defne genotipleri 119
Çizelge 4.8. Karışık Popülasyon-3'e ait defne genotipleri 121
Çizelge 4.9. Türkiye defne gen plazması için bölge bazlı çeşitlilik indekslerinin değerlendirilmesi 123
Çizelge 4.10. Türk defne germplazmındaki genetik çeşitliliği ortaya çıkaran moleküler varyans analizi (AMOVA) 123
Çizelge 4.11. 94 defne genotipinde DPPH ve ABTS özelliklerinin için önemli bulunan DarTseq markörleri 126

Çizelge 4.12. Çalışmada kullanılan defne yaprağı örneklerinin uçucu yağ miktarları 131
Çizelge 4.13. Antalya1 defneyaprağından elde edilen esansiyel yağın kimyasal bileşimleri 134
Çizelge 4.14. Samsun3 defne yaprağından elde edilen esansiyel yağın kimyasal..... 135
Çizelge 4.15. Muğla3 defne yaprağından elde edilen esansiyel yağın kimyasal bileşimleri 135
Çizelge 4.16. Çanakkale4 defne yaprağından elde edilen esansiyel yağın kimyasal bileşimleri 136
Çizelge 4.17. Giresun2 defne yaprağından elde edilen esansiyel yağın kimyasal bileşimleri 136
Çizelge 4.18. Kaplama solüsyonları ve defne uçucu yağının DPPH. ABTS aktivitesi ve TPC 142
Çizelge 4.19. Depolama süresinde domateste görülen pH değişimleri 143
Çizelge 4.20. Depolama süresinde domateste görülen titre edilebilir asitlik (%) değişimleri..... 147
Çizelge 4. 21. Depolama süresinde domateste görülen ağırlık kaybı (%) değişimleri. 152
Çizelge 4.22. Depolama süresinde domateste görülen brix değişimleri..... 156
Çizelge 4. 23. Depolama süresinde domateste görülen meyve eti sertliği değişimleri 160
Çizelge 4.24. Depolama süresinde domateste görülen likopen değişimleri 164
Çizelge 4. 25. Depolama süresinde domateste görülen TPC değişimleri..... 168
Çizelge 4. 26. Depolama süresinde domateste görülen DPPH değişimleri 173
Çizelge 4.27. Depolama süresinde domateste görülen ABTS değişimleri 178
Çizelge 4. 28. Depolama süresinde domateste görülen L değeri değişimleri..... 182
Çizelge 4. 29. Depolama süresinde domateste görülen a değeri değişimleri..... 187
Çizelge 4.30. Depolama süresinde domateste görülen b değeri değişimleri 189
Çizelge 4.31. Depolama süresinde domateste görülen Hue açısı değişimleri 194
Çizelge 4.32. Depolama süresinde domateste görülen Kroma değeri değişimleri 199
Çizelge 4.33. Toplam psikrofilik bakteri sayısı..... 201
Çizelge 4.34. Toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı 202
Çizelge 4.35. Toplam maya ve küf sayısı..... 206
Çizelge 4.36. Defne uçucu yağı ve kaplama solüsyonlarının inhibisyon zonu çapları 209
Çizelge 4.37. Defne uçucu yağı ve kaplama solüsyonlarının minimum inhibisyon konsantrasyonları (MIC) (mg/ml) ve minimum bakterisidal konsantrasyonları 209
Çizelge 4.38. Çeri domateslerin depolama süresince duyusal özelliklerindeki (dış görünüm) değişmeler 214

Çizelge 4.39. Çeri domateslerin depolama süresince duyusal özelliklerindeki (koku) değişmeler 215

1. GİRİŞ

Defne bitkisi *(Laurus nobilis* L.) her daim yeşil kalabilen, genellikle büyük çalı formunda ve Akdeniz iklimine özgü olan maki bitki örtüsünü temsil etmektedir. Türkiye başta olmak üzere Yunanistan, İtalya, Portekiz, Fransa, İspanya, Suriye, Tunus ve Meksika'da geniş bir yayılış göstermektedir. Türkiye'de Akdeniz, Ege, Marmara ve Karadeniz Bölgeleri'nin neredeyse tüm alanlarında defne bitkisi görülebilmektedir (Yılmaz, 2020).

Dünya'da dış ticaret ve ekonomik değeri yüksek olan defne bitkisi farklı alanlarda kullanılmaktadır. Defne yaprak ve meyvesi, ülkemizde yaygın olarak kullanılan ve aynı zamanda ihraç edilen ürün listelerinde en üst sıralarda yer almaktadır (OGM, 2016). Kuru defne yaprağı gıda sektöründe tat ve koku özelliğinin yüksek olmasından dolayı et ve balık ürünlerinde baharat olarak kullanılmaktadır. Uçucu yağların kimyasal içeriği, bitki materyalinin depolanma ve işlenme sırasındaki şartlarına ve yağın ne şekilde işlendiğine göre farklılık göstermektedir. Defne uçucu yağı miktarı %0.4 ile %4.5 arasında değişmektedir (Karık ve ark., 2016). Uçucu yağların antibakteriyel, antifungal ve antioksidan özellikleri bulunmaktadır (Karık ve ark., 2016; Avcı, 2019).

Defne kültüre alınıp yetiştirilemediği için ve bilinçsiz toplamalardan dolayı, defne bitkisinde kalite ve verim kayıpları yaşanmaktadır. Dünya'da defne ihracatının yaklaşık %85-90'ı Türkiye tarafından yapılmaktadır. Usulsüz toplanmadan dolayı yaşanan bu ekonomik kayıpların minimum düzeye indirilmesi için ıslah çalışmaları hız kazanmıştır. Morfolojik, genetik ve fenotip özellikleri yüksek ürünler elde etmek için son yıllarda biyoteknolojik ıslah çalışmalarından yararlanılmaktadır. Moleküler markörler en çok kullanılan ıslah ajanlarıdır (Yılmaz, 2020)

Dünya'da ve ülkemizde üretim ve tüketimde en üst sıralarda yer alan sebze ve meyvelerin başında domates gelmektedir. Her tür iklime uyum sağlaması ve kullanım alanının geniş olması sebebiyle yüksek oranda üretilmektedir (Kibar, 2019). 2021 yılında elde edilen verilere göre 13.095.258 tonluk üretimle Dünya'da 3. sırada yer almaktadır (TÜİK, 2023).

Domateste yüksek oranda su bulunmasından dolayı hasat ve hasattan sonra tüketiciye ulaşana kadar kalite kayıpları ve ekonomik kayıplar yaşanmaktadır. Kalitenin korunması, arttırılması ve raf ömrünün uzatılması için hasattan önce ve hasattan sonra çeşitli uygulamalar yapılmaktadır (Kibar, 2019). Genellikle soğuk depolama bunların en başında gelmektedir; ancak soğuk zararlanması denilen durumlarla da karşılaşıldığı için alternatif yöntemler geliştirilmiştir (Küşümler, 2011). Bunlardan biri son yıllarda en çok kullanılan yöntemlerden biri olan yenilebilir film ve kaplamalardır (Kibar, 2019). Yenilebilir film ve kaplamaların genellikle bitkisel veya hayvansal kaynaklardan elde edilen maddelerden en çok kullanılanları kitosan, aljinat, gamlar ve pektinlerdir. Kaplama materyalleri gıda maddelerinde genellikle su ve nem geçişinde bariyer görevi görmektedir (Uçan ve Mercimek, 2013). Antimikrobiyal özelliğinin arttırılması için genellikle yenilebilir film ve kaplamaların içine uçucu yağlar dahil edilmektedir. Bu işlem su geçirgenliğini azaltarak antimikrobiyal etkinliğini geliştirmektedir. Son yıllarda bu uygulamalarda en çok kullanılan uçucu yağlar kekik, nane, rezene ve kişniştir (Barreto ve ark., 2016). Domateste raf ömrünün uzatılmasına dair birçok farklı çalışma yapılmıştır. Genetik ve fizikokimyasal açıdan yüksek kaliteye sahip olan defne uçucu yağının domatese uygulanması ile ilgili çalışmaya rastlanılmamıştır.

Çalışmanın ilk aşamasında ülkemiz florasında yayılış gösteren 94 farklı genotipteki defnelerin morfolojik ve fenotipik özellikleri belirlendikten sonra DArTseq moleküler markörleri yardımıyla bölgeler arasındaki farklılıklar tespit edilmiş ve antioksidan kapasiteleri için Genom çaplı ilişkilendirme haritalaması yapılarak ıslah çalışmaları için en uygun moleküler markörler bulunmuştur.

Çalışmamızın ikinci kısmında, en yüksek kaliteye sahip olan defne uçucu yağı, kitosan ve sodyum aljinat ile farklı konsantrasyonlarda bir film hazırlanarak (%1, 1.5 ve 2) çeri domateslere uygulanmış, raf ömrünü ve kalitesini etkileyen parametreler araştırılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

İnsanlığın bitkilerle olan ilişkisi çok eski zamanlara dayalıdır. Mitolojide tanrıların insana verdiği en değerli armağanın bitkiler olduğu söylenmiştir (Avcı, 2019). Bitkiler asırlarca hastalık tedavisinde kullanılmıştır. Tıp alanının ana taşı olarak kabul edilen Hipokrat bitkileri ilaç yapımlarında kullanmıştır.

Bitkiler kullanım alanlarına göre tıbbi bitkiler ve aromatik bitkiler olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Tıbbi bitkiler genellikle tıp sektöründe ve ilaç sanayinde kullanılırken, aromatik bitkiler aroma ve koku özelliğinden faydalanılarak çeşitli alanlarda kullanılırlar. Dünyada yaklaşık 750.000-1.000.000 bitki olduğu tahmin edilmekte, 500.000 çeşidinin tanımlanmış bitki olduğu bilinirken, ülkemizde 11000'den fazla bitki çeşidinin olduğu ve 3700'niün ülkemize özgü olduğu öne sürülmektedir. Endemik taksonların fitocografik dağılımı: Akdeniz Bölgesi'nde 826, Doğu Anadolu Bölgesi'nde 471, İç Anadolu Bölgesi'nde 335, Karadeniz Bölgesi'nde 277, Ege Bölgesi'nde 171, Marmara Bölgesi'nde 102, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde 64 endemik bitki bulunmaktadır (Anonim, 2024). Bu çeşitlerin % 30'u aromatik özellikte olan bitkilerdir. Ülkemizin zengin toprak örtüsünde birçok tıbbi ve aromatik bitki gibi doğal olarak yayılış gösteren önemli bitkilerden birisi de defne (*Laurus nobilis* L.) bitkisidir (Tümen, 2010).

2.1. Defne'nin botanik ve morfolojik özellikleri

Defne ağacı *Lauraceae* familyasının *Laurus* cinsine aittir. *Lauraceae* familyasının yaklaşık 45 cins ve 1000 türü, *Laurus* cinsinin ise; Akdeniz defnesi (*Laurus nobilis* L.) ve Azor defnesi (*Laurus azorica*) olmak üzere iki türü vardır. Ülkemizde bulunan tek defne türü, Akdeniz Defnesi adıyla bilinen *Laurus nobilis* L.'dir.

Akdeniz defnesi bir çeşit maki bitkisidir. Kışın yaprağını dökmeyen ve her zaman yeşil kalabilen, boyu 2 m'den 10 m'ye kadar uzayabilen, sık dallı küçük ağaçtır. Yaprakları değişkenlik göstermekle beraber 3-10 cm uzunluğunda ve 1-5 cm genişliğindedir. Yapraklar; deri görünümlü ve dokuda, sert, kısa saplı, elips biçiminde, kenarları hafif

dalgalı, üst yüzü koyu parlak yeşil, alt yüzü açık mat yeşil renkte ve tüysüzdürler (OGM, 2016).

Defne bitkisinin yayılış alanları Akdeniz ülkeleri, küçük Asya ve Balkanlar'dır. Türkiye başta olmak üzere Belçika, İtalya, Fransa, Yunanistan, Meksika, Cezayir, Fas, Portekiz, İspanya, Arnavutluk, Romanya, Libya, Suriye, Kaliforniya ve Kanarya Adaları'nda doğal olarak yayılış gösterir (Şafak ve Okan, 2004). Defne bitkisi ülkemizde Akdeniz, Ege, Karadeniz ve Marmara Bölgelerinde yaygın olarak görülmektedir. Defnenin yetiştiği iller sırasıyla; Bursa, Balıkesir, Yalova, İstanbul, Kastamonu, Sinop, Zonguldak, Rize, Trabzon, Muğla, İzmir, Mersin, Antalya, Hatay ve Kahramanmaraş'tır (Yılmaz, 2020). Türkiye'deki defnelerin meyve ve yaprak şekli ve boyutları, iklim farklılıkların etkisiyle bölgesel olarak bazı morfolojik farklılıklar göstermektedir. Karadeniz bölgesindeki defnelerde yapraklar dar ve uzunken, şeklindedir, önce yeşil, olgunlaşınca parlak koyu mavimsi-siyah renktedirler (OGM, 2016).

Şekil 2.1. Defne bitkisinin il bazında yayılış alanı (OGM, 2016)

2.2. Defne bitkisi kullanım alanları

Antik dönemlerden beri defne bitkisinin yaprağı ve meyvesi bilinmektedir. Defne ülkemizde önemli oranda tıbbi ve aromatik bitki olarak kullanılmaktadır. Defne yaprakları uçucu yağ içerdiğinden aromatik özelliktedirler (Karık ve ark., 2015). Defne bitkisinin ekonomik olarak değeri yüksek olan kısımları, yaprak ve meyveleridir. Defne

bitkisinden elde edilen, birbirinden çok farklı özellikte iki çeşit yağ vardır. Bunlardan birisi defne yapraklarından elde edilen uçucu yağ, diğeri ise meyvelerinden elde edilen sabit yağdır. Ayrıca defne yaprağı da kurutulmuş şekilde tüketiciler tarafından oldukça yüksek oranda ilgi görmektedir (OGM, 2016). Ülkemizde defne yaprağı üretimi, 302 sayılı ‘‘Odun Dışı Orman Ürünlerinin Envanter ve Planlaması ile Üretim ve Satış Esasları Tebliği’’ne göre yapılır (OGM, 2016).

Kurutulmuş olan defne yaprakları asırlardır insanlar tarafından farklı amaçlarla kullanılmaktadır. Defne yapraklarının antimikrobiyal özelliğinden dolayı gıda endüstrisinde doğal koruyucu madde olarak kullanılmakta ve böylece gıdaların kullanım ömrü uzamaktadır (Karadeniz, 2001). Gıda endüstrisinde tatlandırıcı ve baharat olarak kullanımına ek olarak, özellikle et ve balık konservelerinde, zeytin depolanmasında, üzüm ve incir gibi kurutulmuş meyvelerin tazeliğini ve lezzetini korumak amacıyla ambalajlamada koruyucu olarak kullanılır. Defne yaprağı uçucu yağının yüksek antioksidan ve toplam fenolik madde içeriği, antimikrobiyal özellikleri bakımından değerlendirildiğinde gıdalara uygulanabilirliği ve çok etkili olduğu kanıtlanmıştır (Karık ve ark., 2015; Avcı, 2019).

Defne yaprağından elde edilen ekstraktın; iştah açıcı, şekeri dengeleyici, sindirim salgılarını arttırarak hazmı kolaylaştırıcı, bağırsak kurtlarını dökücü, mikrop öldürücü, balgam söktürücü, antiviral, antifungal, antibakteriyel ve kas gevşetici özellikleri olduğu belirtilmiştir (Karık ve ark., 2015; Avcı, 2019).

Kuru defne yapraklarının baharat olarak kullanılmasının yanı sıra uçucu yağ üretiminde de sıklıkla kullanıldığı görülmektedir.

2.3. Defne yaprağı uçucu yağı

Uçucu yağ, bitkilerden çeşitli yöntemlerle elde edilen, hem akışkan halde hem de donuk halde kalabilen, kristalleşebilen, renksiz veya sarı renklerde olan, uçucu, keskin kokulu ve yağımsı karışımdır (Çalıkoğlu ve ark., 2006). Uçuculuğunun fazla olması ve

karakteristik hoş kokuları nedeniyle eterik yağ veya esansiyal yağ olarak da adlandırılırlar.

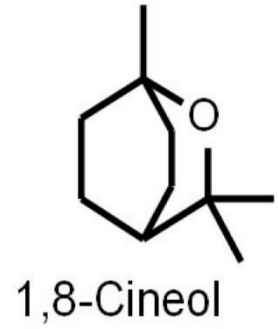
2.3.1. Uçucu yağ bileşiklerinin yapısı

Uçucu yağlarda bulunan bileşikler; hidrokarbonlar, terpenler, esterler, laktonlar, fenoller, aldehitler, asitler, alkoller ve ketonlardır. Uçucu yağların keskin kokusunu sağlayan bileşikler oksijenli bileşikler yani fenoller, ketonlar, laktonlar, aldehitler, esterler ve alkollerdir. Bu bileşikler oksidasyona karşı dirençlidirler, fakat yapısında bulunan monoterpen ve seskiterpenler ise tam tersine ısıya, ışığa ve oksidasyona karşı hassastırlar. Bu yüzden de kolaylıkla kimyasal değişime uğrayabilirler (Baptiste Hzounda Fokou ve ark., 2020).

Monoterpenler, bitkilerde koku verici öğe olarak rol alırlar. Osimen, sitral, sitronellal, geraniol gibi bileşikler kişniş, safran, limon ve bergamut gibi bitkilerden elde edilir. Monosiklik monoterpen türevi etken maddesini içeren nane, kimyon, okaliptüs, defne gibi bitkilerden elde edilen terpinen, mentol, menton ve kuminal örnek olarak gösterilebilir (URL-1). Defne bitkisinde bulunan 1,8-sineol diğer adıyla ökaliptol monoterpenlerin oksijenli türevleridir (Pries ve ark., 2023).

2.3.1.1. 1,8-Sineol (ökaliptol)

Ökaliptol (1,8- sineol) monoterpenoid renksiz bir sıvı ve bisiklik bir eterdir (Şekil 2.2). Baharatlı ve serinletici bir tada sahiptir. Suda çözünmez, ancak organik çözücülerle karışabilir. Hoş, baharatlı aroması ve tadı nedeniyle okaliptol tatlandırıcılarda, kokularda ve kozmetiklerde kullanılır. Çeşitli kronik ve akut hava yolu hastalıklarını tedavi etmek için yaygın olarak uygulanmaktadır. Sinüzit, bronşit ve kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH) tedavisindeki uzun süreli kullanımının yanı sıra, etanol kaynaklı gastrik mukozal hasara karşı sağlığı koruyucu etkilere sahip olduğu da ortaya çıkmıştır. (Pries ve ark., 2023).



Şekil 2.2. Monoterpen oksijenli türevi (Pries ve ark., 2023)

Defne yaprağı uçucu yağında bulunan uçucu bileşikler monoterpen hidrokarbonlar, oksijenli monoterpenler, seskiterpen hidrokarbonlar, oksijenli seskiterpenler ve fenilpropanoid yapılarındadır. Peris ve Blazquez (2015)'in yaptığı çalışmalara göre iki farklı süpermarketten alınan defne uçucu yağlarının kompozisyonları incelendiğinde oksijenli monoterpenler (%37.60±19.12 ve %29.82±13.17), fenilpropanoidler (%24.78±5.76 ve %26.33±1.14) ve oksijenli seskiterpenler (%15.98±9.92 ve %22.99±7.86) ana fraksiyonları oluşturmaktadır. Çizelge 2.1.'de defne yaprağında yapılarına göre ayrılan uçucu bileşik bakımından en yüksek olanların adları ve miktarları gösterilmiştir (Peris ve Blåzquez, 2015).

Çizelge 2.1. Defne uçucu yağında bulunan başlıca bileşikler

Oksijenli Monoterpenler	**Pik alanı (%)**
1,8-sineol	50.57
Linalool	6.78
α-Terpinil asetat	10.25
Terpinen-4-ol	2.24
α-terpineol	1.42
Fenilpropanoidler	
Metil öjanol	2.74
Monoterpen hidrokarbonlar	
α-pinen	6.81
Sabinen	6.69
β-pinen	2.36
α-Terpinen	1.52

Defne yaprağı meyveye göre daha fazla uçucu bileşen içerdiğinden genellikle uçucu yağ üretiminde yapraklar kullanılır. Yaprakların uçucu yağ miktar ve bileşimi; hasat zamanı, yetiştiği bölge, kurutma şekli, üretim yöntemi, depolama yöntemi ve süresi gibi faktörlere

göre değişmektedir. Türkiye defne popülasyonlarında, kuru yaprak uçucu yağ oranı % 0.4-4.5 arasındadır (Karık ve ark., 2016).

Defne uçucu yağının en önemli bileşeni 1,8-sineol (% 35-70) olmakla birlikte diğer bileşikler arasında α-pinen (% 4-8), β-pinen (%3-5), limonen (%1-4), terpinen-4-ol (%2-3), metil öjenol (%1-3), para-simen (%0,04-3) olarak belirlenmiştir (Karadeniz, 2001). Defne uçucu yağının ana bileşeni olan 1,8-sineol ve α-terpineol'ün güçlü bir antimikrobiyal özelliği vardır (Naeem ve ark., 2018).

2.3.2. Defne uçucu yağının antimikrobiyal ve antifungal özellikleri

Ertürk ve ark. (2020) tarafından yapılan bir çalışmada Ordu ilinde yetişen defne yapraklarından soğuk pres yöntemiyle elde edilen esansiyal yağlarda antimikrobiyal ve antioksidan aktiviteleri incelenmiştir. Çalışma sonucuna göre, majör uçucu yağ bileşenleri 1,8-sineol (%52.14), sabinen (%10.05), asetoin (%8.87) sayesinde *Listeria monocytogenes, Salmonella enteritidis, Clostridium perfringens*'e karşı antibakteriyel etki gösterirken, *Aspergillus niger*'a karşı da antifungal etki göstermiştir. Derwich ve ark. (2009) tarafından yapılan çalışmalarda Morocco bölgesinden toplanan defne yapraklarında esansiyel yağ eldesi hidrodistilasyon celevenger aparatında yapılmıştır. *Staphylococcus aureus, Staphylococcus intermedius* ve *Klebsiella pneumoniae* bakterilerinde antimikrobiyal testler yapılmıştır. Başlıca bulunan uçucu yağ bileşenleri sırasıyla; 1,8-sineol (%52.43), α-terpinil asetat (%8.96), sabinen (%6.13), limonen (%5.25), α-pinen (%3.14). α-terpinil asetat, limonen ve 1,8-sineol uçucu yağlarının bu bakterilerde son derece etkili olduğu bulunmuştur.

Ramos ve ark. (2012) tarafından yapılan çalışmada defne uçucu yağının, E. *coli, Listeria innocua, L. monocytogenes, P. putida, S. typhimurium* ve *S. putrefaciens'a* karşı incelenen antibakteriyal aktivite sonucuna göre defne uçucu yağının tüm bakterilerin gelişimini engelleyici etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir. Başka bir çalışmada, defne ve zencefil uçucu yağlarının *Micrococcus luteus, Bacillus megaterium, Bacillus brevis, Enterococcus faecalis, Escherichia coli, Yersinia enterocolitica, Staphylococcus aureus, Streptococcus faecalis* bakterileri ile *Saccharomyces cerevisiae* ve *Kluvyeromyces fragilis* mayaları üzerine antimikrobiyal ve antifungal aktivitelerini incelemişlerdir. Çalışma yapılan mikroorganizmalar üzerinde defne ve zencefil uçucu yağlarının antimikrobiyal ve antifungal etkilerinin olduğunu belirtmişlerdir (Berber, 2020). Stefanova ve ark. (2020) tarafından yapılan bir çalışmada Yunanistan ve Gürcistan'dan toplanan defne yapraklarından esansiyel yağlar elde edilmiş ve bu esansiyel yağlarda antibakteriyel aktiviteler incelenmiştir. Hidrodistilasyon yöntemiyle elde edilen esansiyel yağların verimi sırasıyla Yunanistan ve Gürcistan tipleri için %1.42 ve %4.54 olarak bulunmuştur. Her iki yöreden alınan örneklerde majör uçucu yağ bileşenleri 1,8-sineol (%30.8), a-terpinil asetat (%14.9), sabinen (%7.9), α-pinen (%5.3) ve β-pinen (%3.6)

olarak bulunmuştur. 1,8-sineol'ün özellikle Gram pozitif ve Gram negatif bakterilerde etkili olduğu gözlemlenmiştir.

2.3.3. Defne uçucu yağının antioksidan özellikleri

Gıda ürünlerindeki lipit oksidasyonu, potansiyel olarak toksik reaktif oksijen türlerinin ve doymamış yağ asitlerinden kaynaklanan istenmeyen tatların üretilmesi nedeniyle ürün kalitesini ve kabul edilebilirliğini sınırlayan önemli faktörlerden biri olarak kabul edilmektedir. Ürünlerin tadını ve rengini korumak ve vitamin tahribatını önlemek için antioksidanların eklenmesi gerekmektedir. İnsanlar üzerindeki toksik ve kanserojen etkilerinin yanı sıra enzim sistemleri üzerindeki anormal etkileri nedeniyle sentetik antioksidanlar yerini doğal antioksidanlara bırakmaya başlamıştır (Cui ve ark., 2012). Doğal antioksidan özellik gösteren bileşikler, gıdayı hem üretim hem de depolama esnasında oluşabilecek oksidasyon reaksiyonlarına karşı korumaktadır (Sindhi ve ark., 2013).

Tıbbi ve aromatik bitkiler, yüksek oranda doğal antioksidan kaynaklarıdır ve içerdikleri biyoaktif bileşiklerden dolayı diyabet, obezite, kanser ve kalp-damar hastalıklarının risklerini azaltma potansiyeline sahiptirler (Patch ve ark., 2006).

Gıdalarda lipit oksidasyon mekanizması 3 aşamada incelenebilir; Başlangıç, gelişme ve sonlandırma (Saldana ve Martinez-Monteagudo, 2013).

Başlangıç: Doymamış bir lipit oksijenle temas ettiğinde bu serbest radikaller üretir.

$$RH \rightarrow R\bullet + H\bullet$$

$$ROOH \rightarrow RO\bullet + HO-$$

$$ROOH \rightarrow RO\bullet + ROO\bullet + H_2O$$

R● : lipit radikalleri

RO● :alkoksi radikalleri

ROO● : lipit peroksiradikalleri

Gelişme: Gelişme reaksiyonları farklı türde radikaller üretir. Başlangıç reaksiyonlarında daha önceden oluşmuş serbest radikaller zincir reaksiyonlarda yer almakta ve oksijenin lipidler tarafından tüketilmesi sonucunda peroksi radikalleri (ROO●) ve peroksitler (ROOH) gibi yeni serbest radikal türleri ortaya çıkmaktadır.

$$R\bullet + {}^{3}O_2 \rightarrow ROO\bullet$$

$$ROO\bullet + RH \rightarrow ROOH + R\bullet$$

ROOH: lipit peroksitleri

R● : lipit radikalleri

ROO● : lipit peroksi radikalleri

Sonlandırma: Gelişmenin sonraki aşamalarında, doymamış lipitlerin (veya yağ asitlerinin) miktarı azalır ve serbest radikaller birbirleriyle reaksiyona girerek stabil radikal olmayan bileşiklerle sonuçlanır.

$$R\bullet + R\bullet \rightarrow RR$$

$$R\bullet + ROO\bullet \rightarrow ROOR$$

$$ROO\bullet + ROO\bullet \rightarrow ROOR + O_2$$

Uçucu yağların ve bitki ekstraktlarının antioksidan kapasitelerini incelemek için çeşitli analizler yürütülmüştür. Bu analizlerde genellikle, antioksidan aktivite reaksiyon kinetiği oranı ile ilişkilendirilip ölçülür, antioksidan kapasite ise reaksiyon termodinamiği ile ölçülebilmektedir. En fazla kullanılan sınıflandırma şekli hidrojen atomu transfer (HAT) temelli ve elektron transfer (ET) temelli analiz yöntemleridir. Hidrojen atomu transferi analiz yöntemlerinde hidrojen atomu vererek serbest radikalleri yakalama amaçlanmıştır. Elektron transferi temelli analiz yöntemleri, antioksidan maddenin, renk değiştirme özelliğine sahip bir oksidan maddeyle, indirgenmesinin ölçümüne dayanır. Antioksidan kapasite renk değişimi ile doğru orantılıdır (Okan ve ark., 2013; Avcı, 2019).

Bitki ekstraktlarındaki antioksidan kapasite bitkinin içeriğine, kompozisyonuna ve birçok farklı koşullara göre değişebilmektedir. Genellikle antioksidan kapasite analizlerinde birkaç farklı metodun kullanılması önerilmiştir (Wong ve ark., 2006).

En çok kullanılan antioksidan kapasite analiz yöntemleri Oksijen radikal absorbans kapasitesi (ORAC), 2.2.-Difenil-1-pikrihidrazil radikal yakalama kapasitesi (DPPH), 2,2-azinobis-3-etilbenzotiyazolin-6-sülfonik asit (ABTS), Troloks eşdeğer antioksidan kapasitesi (TEAC)ve Demir (III) iyonu indirgeyici antioksidan kuvveti (FRAP)'tır. Çizelge 2.2 'de antioksidan kapasite analiz yöntemleri ve dayandığı prensipler gösterilmiştir.

Çizelge 2.2. Antioksidan kapasiteyi belirlemek için kullanılan yöntemler (Singh ve Singh, 2008)

Metot	Prensip
2.2.-Difenil-1-pikrihidrazil (DPPH) serbest radikal yakalama kapasitesi yöntemi	515-517 nm'de absorbanstaki değişimin ölçülmesiyle antioksidan aktivitesinin değerlendirilmesi
TEAC (Troloks eşdeğer antioksidan kapasitesi) ABTS [(2,2-azinobis-(3-etilbenzotiyazolin-6-sülfonik asit)] yöntemi	ABTS radikal katyonunun antioksidanlar tarafından absorbansının 415 nm'de inhibisyonunun ölçümü
Oksijen radikal absorbans kapasitesi (ORAC) yöntemi	Kırmızı-fikoeritrin veya β-fikoeritrin'in zamanla kaydedilen floresans bozunma eğrisi altında net koruma alanının hesaplanması
Toplam radikal yakalayıcı parametre (TRAP) yöntemi	Tüketilen oksijenin ölçülmesi
Demir (III) iyonu indirgeyici antioksidan gücü (FRAP) yöntemi	Düşük pH'ta 593 nm'de indirgenmiş (Fe+2-TPTZ Tripiridiltriazin) mavi rengin ölçümü
Cu (II) iyonu indirgeyici antioksidan kapasite (CUPRAC) yöntemi	Neokuproin'in Cu (II) ile oluşturduğu bakır (II)-neokuproin kompleksinin, 450 nm' de absorbans ölçülmesiyle indirgenme yeteneğinden yararlanılarak antioksidan kapasitenin hesaplanması

DPPH radikal söndürücü kapasite yöntemi bitkisel ekstraktların antioksidan kapasitesini ölçmede çok sık kullanılan bir metotdur. TEAC analizi 2,2'-azinobis (3-etil-bezotiazolin 6 sulfonat) (ABTS) radikal katyonunun antioksidanlar tarafından absorbansının

engellenmesi temeline dayanmaktadır. Bu metot bitkilerin antioksidan özelliklerini tespit etmek için yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Okan ve ark., 2013).

Ertürk ve ark. (2020) tarafından yapılan bir çalışmada defne, deve dikeni, çörek otu ve vişne bitkilerinden soğuk pres ile uçucu yağlar elde edilmiş ve antioksidan aktiviteleri araştırılmıştır. Defne uçucu yağının diğer bitkilere göre en yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirtilmiştir.

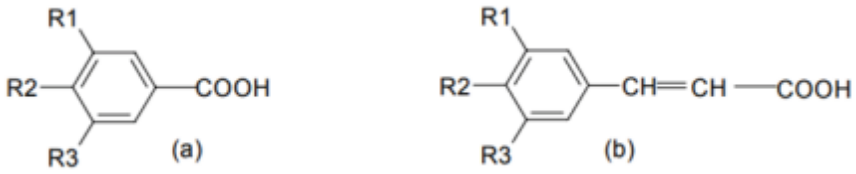
Anason, biberiye, defne, karanfil, kekik ve kimyon bitkilerinde buhar distilasyonu ile elde edilen uçucu yağlarda (DPPH) radical süpürme aktivitesi ve troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesi (TEAC) in vitro yöntemle belirlenmiştir. DPPH aktivitesi sırasıyla karanfilde %98.32, kekikte %70.67, defnede %39.70, biberiyede %32, kimyonda %27.50 ve anasonda %25.68 olarak bulunmuştur. TEAC sonuçları ise karanfil>kekik>kimyon>defne>biberiye>anason olarak sıralanmıştır. Özellikle karanfil, kekik ve defnenin ilaç ve gıda sanayisinde kullanılmasının doğal antioksidan kapasitesi bakımından son derece önemli olduğu vurgulanmıştır (Basmacıoğlu Malayoğlu ve ark., 2011).

DPPH ve FRAP yöntemine göre kekik, biberiye ve defne uçucu yağlarının antioksidan özelliklerinin incelendiği bir çalışmada en yüksek antioksidan kapasiteye sahip uçucu yağın defne uçucu yağının olduğu söylenmiştir (Tural ve Turhan, 2017).

2.3.4. Defne uçucu yağında bulunan fenolik bileşikler

Fenolik bileşikler bitkilerde en yaygın olarak bulunan maddelerdir ve ikincil metabolizma ürünleri olarak adlandırılırlar. Fenolik bileşikler flavonoid ve fenolik asit olmak üzere iki sınıfa ayrılır.

Fenolik asitler genel olarak canlı bitki dokularında serbest halde bulunmazlar ancak bitkilerin işlenmesi sırasında hidrolize şekilde ortaya çıkarlar. Fenolik asitler; hidroksisinamik asitler ve hidroksibenzoik asitler olmak üzere iki grupta incelenirler.

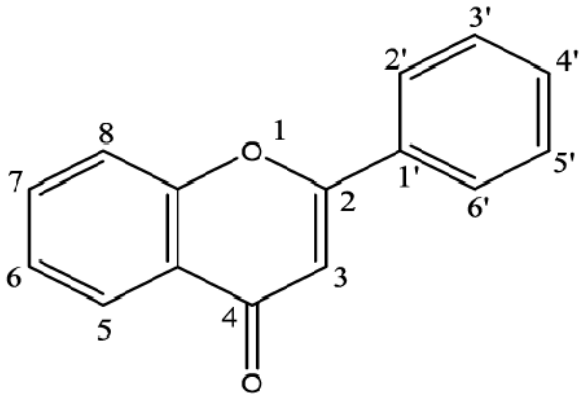


Asit	R1	R2	R3	Asit	R1	R2	R3
***p*-Hidroksibenzoik**	H	OH	H	***p*-Kumarik**	H	OH	H
Pirokateşuik	H	OH	OH	**Kafeik**	H	OH	OH
Vanilik	CH_3O	OH	H	**Ferulik**	CH_3O	OH	H
Siringik	CH_3O	OH	CH_3O	**Sinapik**	CH_3O	OH	CH_3O
Gallik	OH	OH	OH				

Şekil 2.3. Farklı fenolik asit çeşitleri (a) Hidrobenzoikler (b) Hidrosisinamikler (Nizamlıoğlu ve Sebahattin, 2010)

Hidrosisinamik asitlerin, antimikrobiyal, antioksidan, antikanserojen ve antidiyabetik etkilerinin yüksek olduğu bildirilmiştir (Atak ve Uslu, 2018).

Flavonoidler, (Şekil 2.4) bitkilerde bulunan polifenolik antioksidanlardır. Bitkilerin sekonder metabolitleri olarak nitelendirilen flavonoidler aminoasit ve karbonhidratlardan türerler. Antosiyaninler; flavonlar ve flavonoller, flavanonlar, kateşinler ve löykoantosiyanidinler, proantosiyanidinler olmak üzere beş gruba ayrılmaktadır (Atak ve Uslu, 2018; Avcı, 2019). Bitkilerde kırmızı, yeşil ve turuncu renk pigmentlerinin oluşmasına sebep olurlar. Gıdalarda genellikle renk, tat, yağ oksidasyonunun engellenmesi, vitamin ve enzimlerin korunmasında görev alırlar (Atınç ve Kalkan, 2018). İn vivo ve in vitro çalışmalar sonucunda flavonoidlerin insanlarda kardiyovasküler hastalıklarda etkili olduğu saptanmıştır (Birman, 2012).



Şekil 2.4. Flavonoidlerin genel yapısı (Atınç ve Kalkan, 2018)

Karadağ (2019) tarafından yapılan çalışmada, adaçayı, anason, çemen, ıhlamur, melisa, defne yaprağı, nane, reyhan, rezene ve sinameki bitkilerinde toplam fenolik madde miktarları, antioksidan potansiyelleri ve fenolik kompozisyonları belirlenmiştir. Toplam fenolik madde içeriği açısından en zengin bitkiler adaçayı (21.13±2.20 mg GAE/g), ıhlamur (20.42±0.65 mg GAE/g), defne (17.71±0.81 mg GAE/g) ve melisa (16.89±1.02 mg GAE/g) olarak belirlenmiştir.

Ordu, İzmir ve Hatay illerinden Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında toplanan defne yapraklarında farklı çözücülerde antioksidan aktiviteleri ve toplam fenolik içerikleri tespit edilmiştir. En yüksek fenolik içerik Hatay ilinden Eylül ayında toplanan defne yapraklarında (399.953 mg GAE/g ekstrakt) bulunmuştur İllere göre toplam fenolik içerikleri Hatay > İzmir > Ordu ve aylara göre Eylül > Ağustos > Temmuz da en yüksek olarak bulunmuştur (Avcı, 2019).

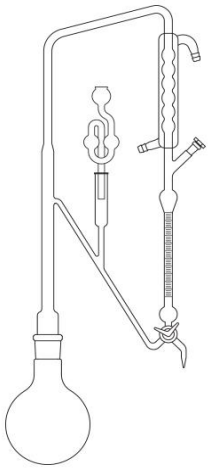
2.3.5. Uçucu yağ elde edilme yöntemleri

İnsan besin gereksiniminin karşılanabilmesi için gıdaların kimyasal özelliklerinin, aromasının, renginin, görüntüsünün ve mikrobiyolojik özelliklerinin en uygun biçimde muhafaza edilerek tüketiciye sunulması gerekmektedir. Bundan dolayı uçucu yağların kimyasal yapı ve bileşenlerinin iyi analiz edilmesi büyük önem kazanmıştır. Uçucu yağlar, su distilasyonu, buhar distilasyonu, vakum distilasyonu, çözücü ekstraksiyonu, mikrodalga destekli ekstraksiyon, ses dalgaları destekli çözücü ekstraksiyonu gibi farklı

yöntemlerle elde edilmektedir (Avcı, 2019). Yatırım maliyeti düşük ve verim açısından avantajlı olan su destilasyonu ve buhar destilasyonu en yaygın olarak kullanılan yöntemlerdir.

2.3.5.1. Su destilasyonu

Geri soğutuculu bir düzenekte saf su ve bitki numunesinin 2 ile 8 saat arası kaynatılıp, yağ moleküllerinin su buharı tarafından taşınarak soğutucu kısımda yoğunlaşması prensibine dayanmaktadır (Berber, 2020). Uçucu yağ eldesinde en çok tercih edilen yöntemdir. Su destilasyonunda en çok kullanılan yöntem Clevenger aparatıyla (Şekil 2.5) gerçekleştirilen destilasyondur. Endüstriyel uygulamada ise büyük destilasyon üniteleri (kazanlar) kullanılmaktadır (Yılmaz, 2015).



Şekil 2.5. Clevenger düzeneği (URL-2, 2023)

2.3.5.2. Buhar destilasyonu

Bitkisel materyalin içinden su buharı geçirilerek, uçucu yağın bu su buharı ile birlikte taşınması ve yoğunlaştırılarak ayrılması esasına dayanır. Bu yöntemde, buhar hızı ve buhar ısısı kolayca kontrol edilebilir. Böylece bitkisel materyalin uzun süre yüksek sıcaklığa maruz kalması önlenir ve uçucu yağ bileşimindeki istenilmeyen değişimler de engellenerek, su destilasyonu yöntemine kıyasla daha kaliteli uçucu yağ üretimi sağlanır.

Büyük ölçekte üretim yapan endüstrilerde uçucu yağ üretimi için en çok tercih edilen yöntemdir (OGM, 2016).

2.3.5.3. Vakum destilasyonu

Düşük basınçta kaynama noktasının düşürülmesiyle gerçekleştirilen distilasyon yöntemidir (Berber, 2020). Isı ile bozunabilen ve kaynama noktası yüksek olan ürünlerin destilasyonunda kullanılır. Bir sıvıya atmosfer basıncından düşük basınç uygulanırsa daha düşük bir sıcaklıkta kaynama gerçekleşeceğinden destilasyon sırasında maddelerin ısı etkisi ile (oksidasyon vs.) bozulmaları önlenmiş olur (URL-3, 2023).

2.3.5.4. Ekstraksiyon

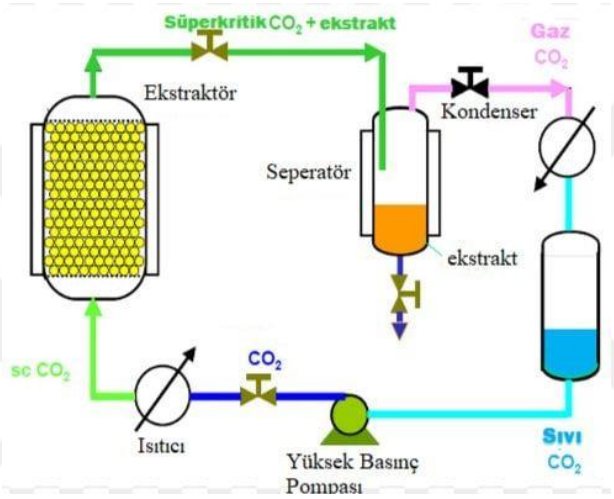
Diğer uçucu yağ elde etme tekniklerinden bir tanesi olan ekstraksiyon yöntemi oldukça yaygın şekilde kullanılmaktadır. Geleneksel çözücü ekstraksiyonunda bitki materyali, direkt olarak oda sıcaklığında bulunan çözücü ile birlikte sokselet içerisinde kaynatılır. Ekstraksiyon işlemi sonlanınca çözücü distilasyon işlemi ile ortamdan uzaklaştırılır, kalan yağımsı kısım uçucu yağ bileşiklerini içermektedir.

Destilasyon işleminde yüksek buhar sıcaklığında aromatik bileşikler zarar görmektedir ve bu da uçucu yağ verimini düşürmektedir. Ancak çözücü ekstraksiyonlarında işlem süresinin uzun ve fazla oranda çevreye zarar veren çözücü kullanılmasından dolayı modern ekstraksiyon yöntemleri olan süperkritik sıvı ekstraksiyonu ve mikrodalga destekli ekstraksiyon kullanılmaya başlanmıştır (Cellat, 2011; Yılmaz, 2015; Berber, 2020)

2.3.5.5. Süperkritik sıvı ekstraksiyonu

Süperkritik sıvı ekstraksiyonunu (Şekil 2.6) geleneksel çözücü ekstraksiyonlarından ayıran tek özellik çözücü yerine süperkritik özellikteki sıvıların kullanılmasıdır. Bu sıvıların yoğunluğu sıcaklık ve basınç değişimleriyle kontrol altına alınabilmektedir ve aynı zamanda düşük vizkoziteye sahip olmalarından dolayı da tercih sebebi olmaktadır.

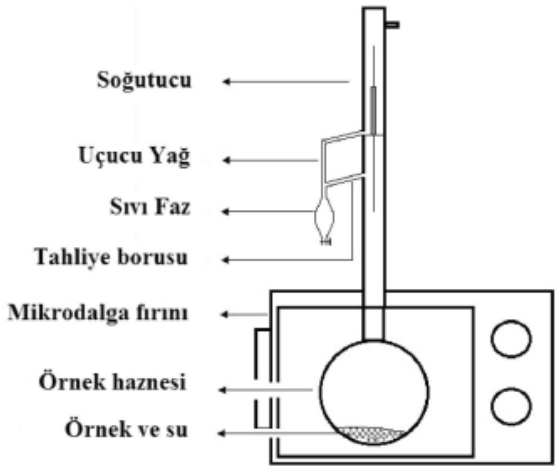
Çalışma prensibi, bir maddenin süperkritik koşullardaki bir akışkan içinde çözünmesi ve daha sonra basınç azaltılarak ürünün akışkandan ayrılması olarak açıklanabilir (Yılmaztekin, 2005). Bu yöntemle ekstraksiyon sıcaklıkları 40-50 ^{o}C ve düşük basınçta yüksek oranda uçucu yağ miktarı elde edilebilmektedir (Cellat, 2011; Yılmaz, 2015; Berber, 2020; Kılıç, 2008). En çok tercih edilen süperkritik sıvı çözücülerinin başında maliyetinin düşük, saflık derecesinin yüksek ve çevreye olan zararın en az seviyede olan CO_2 gelmektedir.



Şekil 2.6. Süperkritik ekstraksiyon sistemi (URL-4, 2023)

2.3.5.6. Mikrodalga ekstraksiyonu

Çözücü ve çözücüsüz olarak iki şekilde mikrodalga ekstraksiyonu (Şekil 2.7) yapılmaktadır. Genellikle 2.5-75 GHz elektromanyetik dalgalarla gerçekleştirilen mikrodalga ekstraksiyonunda mikrodalga ışınları direkt olarak bitkiye iletilir ve bu yoğun sıcaklık sonucunda bitkide bulunan nem ısınır, buharlaşır ve bu bir enerjiye dönüşür. Oluşan bu enerjiyle hücreler parçalanır ve bunun sonucunda da buhar basıncı oluşur. Hücrelerin parçalanması ile de uçucu yağ elde edilmiş olur (Cellat, 2011; Yılmaz, 2015).



Şekil 2.7. Mikrodalga ekstraksiyon sistemi (Sevindik ve Selli, 2016)

Özcan ve Chalchat (2005) tarafından yapılan bir çalışmada, Türkiye'nin farklı bölgelerinde yetiştirilen defne bitkisiden (*Laurus nobilis* L.) su destilasyonu (hidrodestilasyon) ile elde ettikleri esansiyel yağların verimlerini %2.0 (Hatay), %1.8 (Büyükeceli-Gülnar/Mersin), %2.6 (Bursa), %1.4 (Sinop), %2.0 (Alanya/Antalya), %1.7 (Muğla), %1.5 (Anamur/Mersin) olarak belirtmişlerdir. Derwich ve ark. (2009) tarafından yapılan çalışmada, su destilasyonu ile elde edilen esansiyel yağ veriminin %1.86 olduğunu saptamıştır. Karık ve ark. (2015) tarafından yapılan başka bir çalışmada su destilasyonu ile farklı bölgelerdeki defne bitkisinin esansiyel yağ verimlerini ve uçucu yağ bileşenlerini incelemişlerdir. 2013 yılının kasım ayı içerisinde topladıkları defne yapraklarında, Hatay ilinde Samandağ, Yayladağı ve Antakya bölgelerindeki defne esansiyel yağı verimlerini sırasıyla %1.5, %1.6 ve %1.5 olarak belirlemişlerdir. En yüksek esansiyel yağ veriminin ise %4.5 ile Kastamonu ilinin Ginolu mevkiinden toplanan defne yapraklarına ait olduğunu saptamışlardır. Türk Gıda Kodeksi Baharat Tebliği'ne göre defne yaprağının uçucu yağ miktarı en az %1 olarak belirtilmiştir (Anonim, 2013).

Nehirel ve ark., (2014) tarafından yapılan çalışmada iki farklı ekstraksiyon (çözücüsüz mikrodalga ve hidrodestilasyon) yönteminin defne uçucu yağının antioksidan ve antimikrobiyel aktivitesindeki etkileri incelenmiştir. Sonuçlara göre, esansiyel yağ verimi için iki farklı ekstraksiyon metodları arasında fark görülmemiştir. İki metotta da 1,8-sineol majör uçucu yağ olarak bulunmuştur. Diğer minör kompozisyonlar göz önüne

alındığında toplam verim; hidrodestilasyonda %91 ve mikrodalga ekstraksiyonunda ise %88 olarak bulunmuştur. Nurbaş ve Bal (2005) tarafından yapılan çalışmada, hidrodistilasyon ile esansiyal yağ ekstraksiyonu yapılmıştır. Uçucu yağ verimi %2.07 olarak bulunmuştur. Saharkhiz ve ark. (2018) tarafından yapılan başka bir çalışmada, farklı ekstraksiyon metodlarının defne yaprağı kimyasal kompozisyonu üzerine etkisi araştırılmıştır. 4 farklı ekstraksiyon yöntemi (hidrodestilasyon, hidro-buhar-destilasyon, mikrodalga destekli hidrodestilasyon ve ohmik destekli hidrodestilasyon) ile elde edilen esansiyal yağların verimi sırasıyla %1.40, %0.74, %1.00 ve %0.83 olarak bulunmuştur. Çalışmada elde edilen majör uçucu yağ kompozisyonları diğer çalışmalara göre farklılık göstermektedir. Bu çalışmada majör bileşen ökaliptol olarak bulunmuştur. En yüksek ökaliptol miktarı ohmik ve mikrodalga destekli hidrodestilasyonda bulunmuştur. α-terpinenil asestat 'a bakıldığında hidrodestilasyon işleminin daha etkili olduğu bulunmuştur. Stefanova ve ark. (2020) tarafından yapılan bir çalışmada Yunanistan ve Gürcistan'dan toplanan defne yapraklarından esansiyel yağlar elde edilmiştir ve bu esansiyel yağlarda antibakteriyel aktiviteler incelenmiştir. Hidrodestilasyon yöntemiyle elde edilen esansiyel yağların verimi sırasıyla Yunanistan ve Gürcistan tipleri için %1.42 ve %4.54 olarak bulunmuştur.

2.4. Defne yaprağı iç ve dış ticareti

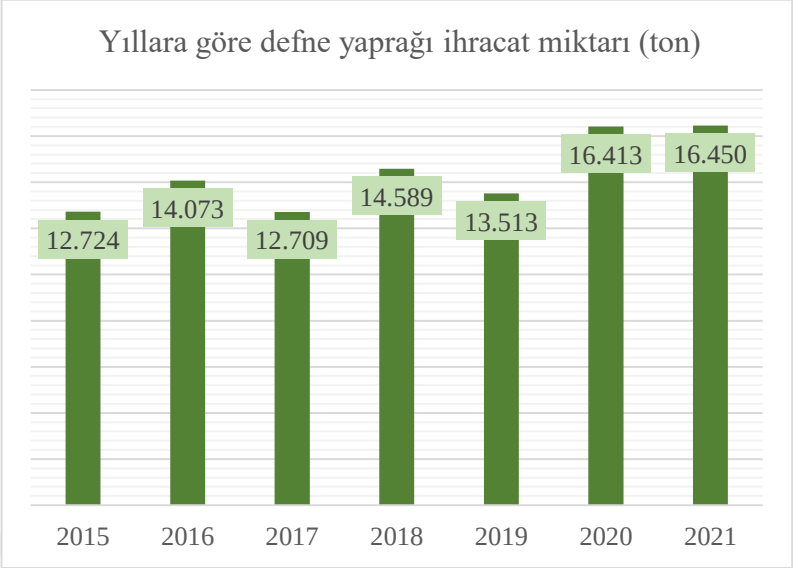
Defne Odun Dışı Orman Ürünleri kategorisinde yer almaktadır. Son zamanlarda odun dışı orman ürünleri çoğu diğer odun ürünlerine göre ülkemiz ekonomisi açısından daha çok gelir sağlamaktadır. Defnenin üretimi Orman Genel Müdürlüğü'nün (OGM) 283 sayılı "Orman Tali Ürünlerinin Üretim ve Satış Esasları" tebliğine göre yapılmaktadır. Türkiye'de alan olarak 130.000 hektarın üzerinde defnelik bölge vardır. Türkiye'de en büyük defne yayılımına sahip iller sırasıyla Adana, Muğla, Mersin, Hatay, Bursa ve Kahramanmaraş'tır.

Defnenin dış ticaret rakamlarına bakıldığında, ihracat toplamının 2005 yılından 2017 yılına kadar 3 kattan fazla arttığı söylenebilir. 2017 yılından itibaren ise ihracatın 36.058.749 dolar olduğu görülmektedir (Karık ve ark.,2016).

Ülkemizin önemli uçucu yağ ve baharat bitkilerinden birisi olan defne bitkisi dış ticaretimizde önemli bir yere sahiptir. Türkiye, 298.948.953 kg defne envanterine sahiptir ve dünya defne ihtiyacının yaklaşık %90'ını karşılayarak en önemli tedarikçi ülke konumundadır (UNDP, 2018).

Şekil 2.8'da defne yaprağı üretim miktarı görülmektedir. 2015-2021 yılları arasında 21.631 tondan 45.225 tona yaklaşık %100 'lük bir artış olduğu tespit edilmiştir. Şekil 2.9'da yıllara göre defne yaprağı ihracat miktarı 2015'te 12.724 ton, 2016'da 21.784 ton, 2020'de 16.413 ton ve 2021'de 16.450 ton olarak artış göstermiştir.

Şekil 2.8. Yıllara göre defne yaprağı üretim miktarı (ton) (OGM, 2016)



Şekil 2.9. Yıllara göre defne yaprağı ihracat miktarı (ton) (OGM, 2016)

2.5. Defne ıslahı için yapılan genetik çalışmalar

Türkiye en kaliteli defne yaprağı ihracatçısı olarak dünya gereksiniminin %90'ını karşılamaktadır. Ülkemizde defnelerin çoğunluğu ormanlardan toplanmaktadır. Sadece var olan ormanlardan toplama şeklinde faydalanılmasına bağlı olarak, bu durum mevcut alanlara olan baskıyı arttırmaktadır. Büyüyen defne pazarında Türkiye'nin yükselen artışlarını sürdürmesi için; kaliteli ve sürdürülebilir defne faydalanması yapılması gerekmektedir (OGM, 2016).

Ülke ve üretici ekonomisi için önemli olan bitki çeşitlerinin genetik yapısını üretici ve tüketicinin talepleri çerçevesinde planlı bir şekilde değiştirme ve geliştirmeye bitki ıslahı denilmektedir (Tosun ve Sağsöz, 2005). Genetik yapıda yapılacak olan değişiklik ile ortaya çıkacak varyasyonlardan yararlanıp, iyi bir seleksiyonla daha kaliteli, yüksek verimli, hastalık ve zararlılara dayanıklı ve adaptasyon yeteneği yüksek olan yeni çeşitleri kısa sürede elde etmek ıslah çalışmalarının başlıca amaçlarıdır (Yorgancılar ve ark., 2015). Klasik ıslah çalışmalarında yapılan genetik işlemler çok uzun zaman alan ve maliyeti yüksek işlemlerdir. Bu yüzden son yıllarda tarımda önemli gelişmeler kaydedilen biyoteknolojik çalışmalardan yararlanılmaktadır. Ekonomik yönden avantajlı olması, bitki gen havuzu verilerine devamlı yeni verilerin eklenmesi, daha kısa sürede

çözüm bulunması ve bir genin istenilen özelliğinin aktarılması biyoteknolojik yöntemlerin klasik yöntemlere problemleri çözümlemede etkili olmasını sağlamıştır (Kavaklı, 2012).

Defne bitkisinin kültür elde edilip yetiştirilme şansı olmadığından ülkemizde aşırı toplama ve hatalı işlemler nedeniyle araziler zarar görmektedir. Defne ıslah çalışmalarında genetik kaynak bakımından yetersizlik söz konusudur. Yeni geliştirilen herhangi bir çeşit yoktur ve bundan dolayı da üretim miktarı istenilen düzeyde değildir. Defne genetik çeşitliğini zenginleştirecek araştırmaların yapılması gerekmektedir. Bilinçsiz toplamadan dolayı geleceği tehdit altında olan defnenin ıslahı ve geliştirilmesi için, defne genotiplerinin morfolojik ve moleküler düzeyde araştırılıp çeşitlendirilmesi gerekmektedir (Yılmaz, 2020).

Biyoteknolojik yöntemlerin en çok kullanılan ve en başarılı uygulamalarının başında moleküler markörler gelmektedir. Diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında çevresel faktörlerden ve yüksek polimorfizmden etkilenmemektedir. Moleküler markörler, genomda herhangi bir gen bölgesi ya da gen bölgesi ile ilişkili DNA parçasıdır. Aynı zamanda farklı genotiplere ait diziliş farklılığını ortaya koyan markörlerdir. Bu markörler kullanılarak birbirine morfolojik olarak çok yakın olan kültür çeşitleri ayrılabilir ve tanımlanabilir (Yorgancılar ve ark., 2015). Moleküler markörler ile belirli bir türün istenilen tüm kalıtsal şifresi belirlenebilmektedir (Yılmaz, 2020). Farklı moleküler markörlerin geliştirilmesi ve genetik haritalama bitki ıslahını mümkün kılmıştır (Nadeem, 2018b).

2.6. Moleküler markör çeşitleri ve kullanım alanları

Moleküler markörler; kantitatif özellik lokusları (QTL-Quantitative Trait Locus) analizlerinde, genetik haritalamada kültür çeşitlerinin tanımlanmasında, yeni gen kaynaklarının koruma altında tutulmasında ve karakterizasyonunda, genetik akrabalıkların tespit edilmesinde ve ıslah programında kullanılacak olan genlerin belirlenmesinde kullanılmaktadır (Kavaklı, 2012). DNA markör teknolojileri, tarımsal

ürünlerin genotiplenmesinde kullanıldığında verimlilikleri açısından farklılık göstermektedir (Baloch ve ark., 2016).

Genetik ilişkileri belirlemek amacıyla kullanılan markörler iki grupta toplanmaktadır:

1- DNA Hibridasyonuna Dayalı Markörler
   - RFLP (Sınırlı Parça Uzunlukları Polimorfizmi)

2- PCR'a Dayalı Markörler
   - SSR(Basit Tekrarlı Diziler veya Mikrosatelitler),
   - RAPD (Rastgele Çoğaltılmış DNA Polimorfizmi),
   - AFLP (Çoğaltılmış Parça Uzunluğu Polimorfizmi),
   - ISSR (Basit Tekrarlı Diziler Arası Polimorfizm),

olarak listelenmektedir. Bunların dışında çok kullanılmaya başlanan SRAP (Diziyle İlgili Güçlendirilmiş Polimorfizm), SCAR (Diziyle Karakterize Edilmiş Güçlendirilmiş Bölgeler), SNP (Tek Nükleotid Polimorfizmi) markörleri yer almaktadır (Yorgancılar ve ark., 2015).

RFLP markörleri okaliptus, çam, kavak ve meşe gibi ağaç türlerinde genetik haritaları belirlemek için kullanılmıştır (Ahuja, 2001). Defne ağaç türü için AFLP markörlerinden yararlanılarak genetik benzerliğin bulunmasına ilişkin çalışmalar yapılmıştır. İber, Kanarya ve Maderiya Adaları, Fransa ve İtalya'nın da içinde bulunduğu farklı coğrafik bölgelerden elde edilen 14 çeşit defne türlerinde, popülasyonlar arasından düşük oranda benzerlik bulunmuştur (Arroyo-Garcia ve ark., 2001). Başka bir çalışmada Arroyo ve ark. (2010), 20 SSR markörünü izole ve karakterize etmiş ve bunları Akdeniz Bölgesi'nde defne popülasyonları üzerine yapılan genetik çeşitlilik çalışmalarında kullanmışlardır.
Kullanılan bu moleküler markörler, her bir numune başına genotiplemenin yüksek maliyete sahip olması, jel bazlı olması ve çok sayıda işaretleyici lokusları hızlı bir şekilde analiz etme yeteneğinden yoksun olmasından dolayı kullanımı sınırlıdır. Yüksek verimli genotiplemedeki son teknolojik gelişmeler, DArT'yi (Diversity Array Technology - Çeşitlilik Dizisi Teknolojisi) NGS (Next Generation Sequencing-Yeni Nesil Dizileme) ile birleştirerek bu sınırlamaların üstesinden gelmiştir. Önceden dizi bilgisi olmadan bile germplazmların genom çapında karakterizasyonunun esnekliğini sağlayarak, yüksek

verimli işaretleyici ve genotipleme için düşük maliyetli bir platform sağlanmıştır (Raman ve ark., 2017).

2.7. DarTseq genotiplemesi

Yeni nesil dizilemenin (NGS) ortaya çıkışı, hakkında çok az genetik bilginin mevcut olduğu veya hiç bulunmadığı türlerde bile binlerce tek nükleotid polimorfizmi (SNP) işaretleyicisinin eşzamanlı keşfine ve genotiplenmesine olanak tanıyan çeşitli yöntemlerin geliştirilmesini büyük ölçüde kolaylaştırmıştır. Diversity Arrays Technology tarafından geliştirilen DArTseq platformu, binlerce yüksek kaliteli SNP'yi zamanında ve uygun maliyetli bir şekilde üretebildiği için dünya çapında ilgi görmektedir (Riana ve ark., 2020). Dizileme yoluyla genotiplemenin (GBS) bir çeşidi olan DArTseq yaklaşımı, genomun düşük kopya dizilerini etkili bir şekilde hedefleyen karmaşıklık azaltma yöntemlerini uygulamaktadır (Melville ve ark., 2017). Ayrıca bu süreç, kısıtlama enzimlerinin farklı kombinasyonlarının test edilmesi ve genom karmaşıklığının azaltılmasında en etkili kombinasyonun seçilmesi yoluyla her organizma ve uygulama için optimize edilmiştir. DArTseq platformu, çok sayıda poliploid bitki türünde yüksek kaliteli SNP işaretleyicilerinin hızlı, yüksek verimli bir şekilde keşfedilmesine olanak tanıyan, uygun maliyetli bir yeni yaklaşım sağlamaktadır (Riana ve ark., 2020).

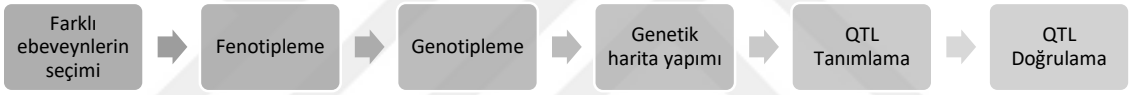
DarTseq markörleri, genomik DNA'yı sindirmek için metilasyona duyarlı kısıtlama enzimlerinin kullanımını içermektedir; bu nedenle genom karmaşıklığını azaltmakta ve işaretleyici gelişimi için düşük kopya dizilerini zenginleştirmektedir. DarTseq markör teknolojisi, tüm genom boyunca dağıtılan birkaç yüz polimorfik lokusun önceden herhangi bir dizi bilgisi olmadan eş zamanlı olarak genotiplenmesine izin vermektedir (Baloch ve ark., 2016).

2.8. QTL ve GWAS yaklaşımları

Önemli tarımsal özelliklerin genetik temelinin çıkarılması, sürdürülebilir bitkisel üretim için çok önemlidir. 21. yüzyılda bitki yetiştiricileri için, genetik bilgi toplamak bir zorluk olarak kabul edilmektedir (Losos ve ark., 2013). Karmaşık bitki özelliğinin genetik

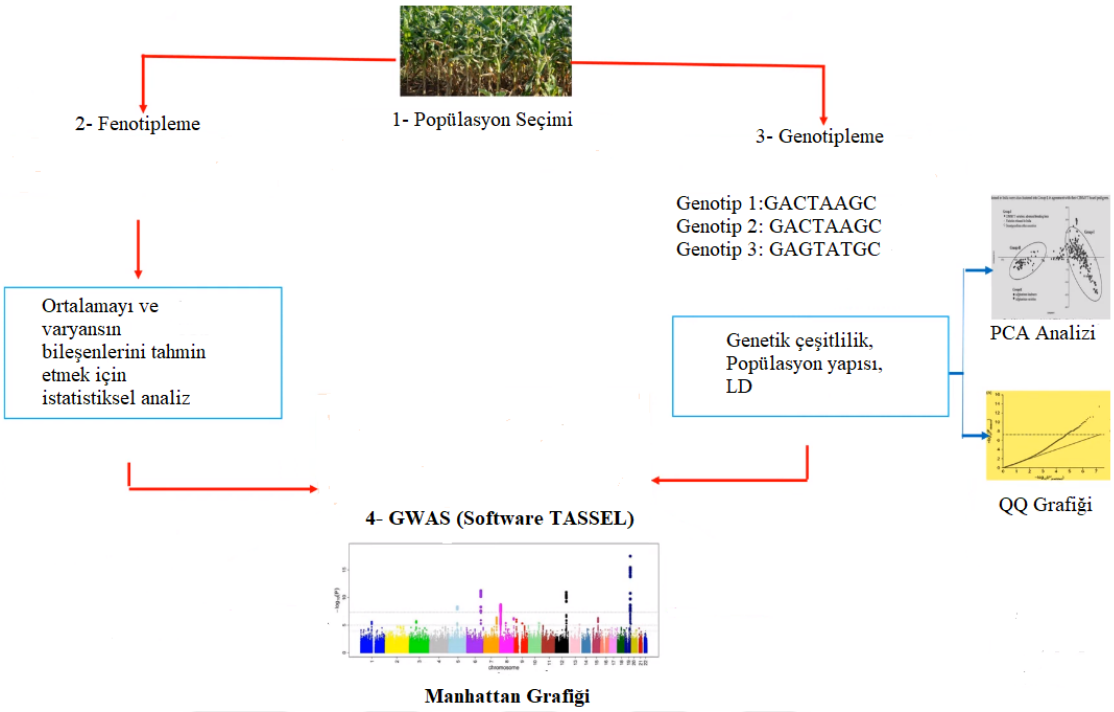
temelinin tanımlanması için kantitatif özellik lokusu (QTL) haritalaması ve genom çapında ilişkilendirme çalışmaları (GWAS) gibi yaklaşımlar geliştirilmiştir.

İki ebeveynli haritalama olarak da bilinen QTL haritalaması (Şekil 2.10), öncelikle ilgilenilen özelliklerle bağlantılı QTL'leri araştırmak için kullanılmaktadır. Bununla birlikte, avantajlarına ek olarak, QTL haritalamanın sınırlı rekombinasyon, zaman alıcı olması ve tanımlanan QTL'lerin popülasyona özgü olması gibi bir takım dezavantajları vardır (Nadeem ve ark., 2018a). GWAS, QTL haritalamanın tüm dezavantajlarının üstesinden gelmekte ve bu yaklaşımla tanımlanan işaretleyiciler herhangi bir popülasyon için kullanılabilmektedir. GWAS (Şekil 2.11), karmaşık bitki özelliklerinin genetik temelini incelemek için ortak bir yaklaşım olarak uygulanmaktadır. Birçok ürün türünde tarımsal bitki özelliklerini kontrol eden genomik bölgelerin çözülmesi için başarıyla kullanılmıştır (Baloch ve ark., 2016).



Şekil 2. 10. Farklı ilgi çekici özellikler için L. nobilis'teki QTL'lerin tanımlanmasına yönelik sistematik bir yaklaşım (Nadeem ve ark., 2018b)

Baloch ve ark., (2018) tarafından yürütülen projede, GBS tahlili kullanılarak Türk L. *nobilis* germplazmasının genom karakterizasyonuna yönelik analizler yapılmış ve bu proje kapsamında yaklaşık 50.000 SNP ve DArTseq işaretleyicisi tespit edilmiştir.



Şekil 2.11. Bitkilerdeki GWAS'ın şematik görünümü

Türkiye'deki defne gen havuzunda genotipleme ile sekanslama (GBS) ve DarTseq markörleri kullanılarak saptanmış tüm genomu kapsayan genotiplemeden yararlanılarak genetik çeşitlilik ve nükleer DNA içeriği ile ilgili olarak literatürde herhangi bir bilgi bulunmamaktadır. Ayrıca defne germplasmında agromorfolojik karakterler, antioksidan, uçucu yağ kompozisyonu ile fenolikleri kontrol eden genomik bölgelerle ilgili de herhangi bir bilgi mevcut değildir. Moleküler karakterizasyon, nükleer DNA içeriğinin saptanması ve arzu edilen karakterleri etkileyen defne genomik bölgelerinin tanımlanması bu özelliklerin temel genetik esasları konusundaki bilgilerimizi artıracak ve bu genomik bölgelerle bağlantılı markörlerin tanımlanmasını sağlayarak arzu edilen karakterler açısından üstün genotiplerin marköre dayalı seleksiyonuna olanak sağlayacaktır. Defne ıslahında marköre dayalı seleksiyonda, kullanılacak markörlerin tanımlanması çok önemlidir (Yılmaz, 2020).

2.9. Domates

İnsan yaşam şartlarının değişmesiyle birlikte beklentiler de aynı oranda değişmektedir. Dünyada en önemli tüketim ürünü olan gıdalar da bunun başında gelmektedir. Meyve ve sebze tüketimi de bundan dolayı gitgide artmaktadır. İçerdikleri karbonhidrat, yağ, protein, vitamin ve minerallerden dolayı insan beslenmesinde önemli rol oynamaktadır. Domates (*Solanum lycopersicum*) dünya pazarında geniş kullanımı ve besleyici değeri nedeniyle dünyadaki en önemli meyvelerden biridir (Guerreiro, 2016).

Domates (*Solanum lycopersicum*) *Solanaceae* familyasına ait olan bir kültür bitkisidir (Kimura ve Sinha, 2018). Yabani domates türlerinin kökeninin Peru ve Ekvador'daki And Dağları olduğu varsayılmıştır. Adı Náhuatl (Aztek) kelimesi olan *tomatl*'dan geldiğinden domatesin Kolomb öncesi Meksika'da evcilleştirildiğine inanılmaktadır. İspanyol denizciler 16. yüzyılın ilk on yılında Avrupa'yı domatesle tanıştırmışlardır. Bunu yiyecek olarak kullanan ilk Avrupalıların İspanyol ve İtalyanlar olduğu varsayılmaktadır (Abdulrezaq, 2018). Artık ticari olarak yetiştirilen domates, dünya çapında patatesten sonra en çok tüketilen ikinci meyvedir. Domates, yüksek miktarda A, E ve C vitaminleri, potasyum başta olmak üzere birçok mineral madde, likopen, beta karoten ve flavonoidler açısından zengin bir meyvedir (Abak, 2016).

2021 yılında hem işleme hem de taze tüketime yönelik toplam dünya domates üretimi, 2020'de yetiştirilen 184.8 milyon tona göre %2 ve 2020 yılındaki üretime göre %4 artışla 189.1 milyon tonun biraz üzerinde gerçekleşmiştir. 2021 verilerine göre domatesin toplam dünya üretimi 189.133.909 tondur. Çin, dünyada en fazla domates üretimi yapan ülke olup (67.538.340 ton), bu ülkeyi sırasıyla Hindistan (21.181.000 ton) ve 13.095.258 tonluk üretimi ile Türkiye takip etmektedir (Anonim, 2021). Çizelge 2.3'te Dünya'daki önemli 12 üretici ülkenin üretim miktarları (ton) sıra ile gösterilmiştir.

Çizelge 2.3. Dünya domates üretimi (Anonim, 2021)

Ülke	Üretim miktarı (ton)
Çin	67.538.340
Hindistan	21.181.000
Türkiye	13.095.258
Amerika (USA)	10.475.295
İtalya	6.644.790
Mısır	6.245.787
İspanya	4.754.380
Meksika	4.149.241
Brezilya	3.679.160
Nijerya	3.575.968
İran	3.392.153
Rusya	3.059.885

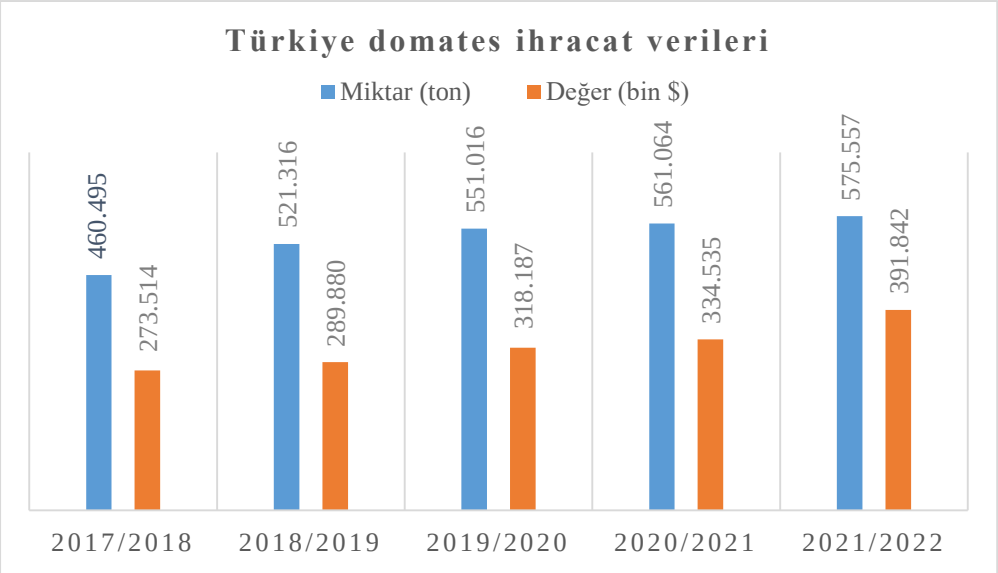
Ülkemizde en çok üretilen domates Akdeniz Bölgesi'ndedir. Daha sonra ise sıralamada Ege ve Marmara Bölgesi gelmektedir. Türkiye domates ekim alanlarına bakıldığında 2021 yılında 2020 yılına göre ekim alanlarının yaklaşık %5.2 daraldığı görülmektedir. Türkiye'nin 2021 yılı toplam domates üretimi ise bir önceki yıla göre yaklaşık %0.8 azalarak 13.1 milyon ton olmuştur. Verim 2021'de bir önceki yıla göre %4.6 artarak 79.4 ton/hektar olmuştur. Çizelge 2.4'te Türkiye domates ekim alanı ve üretimi görülmektedir.

Çizelge 2.4. Türkiye domates ekim alanı ve üretimi (TÜİK, 2023)

Yıllar	Ekim alanı (bin ha)	Üretim (bin ton)
2017	177	12.750
2018	169	12.150
2019	173	12.842
2020	174	13.204
2021	165	13.095

Türkiye domates ticaretinde ihracatçı ülke konumundadır. Türkiye'nin 2021 yılındaki domates ihracatı bir önceki döneme göre %2.6 artarak yaklaşık 576 bin tona ulaşmıştır.

Şekil 2.12'de miktar ve değer (dolar) olarak Türkiye'nin domates ihracatı verileri gösterilmiştir.



Şekil 2.12. Türkiye domates ihracat verileri (TÜİK, 2023)

Türkiye'nin domates ekim alanlarına bakıldığında 2021 yılında 19.379 ha ile Antalya ili ilk sırada gelmektedir. Bursa 15.860 ha, Manisa 13.167 ha, İzmir 12.892 ha ve Çanakkale 7.668 ha ekim alanı ile Antalya'yı takip etmektedir. 2021 yılında domates üretimi en çok %32.7 ile Akdeniz, %24.4 ile Ege, %20 ile Marmara Bölgeleri'nde gerçekleştirilmiştir (TÜİK, 2023).

Domates hasat öncesi ve hasat sonrası kayıpların çok olduğu bir ürün dür. Ülkemizde üretilmekte olan 797.354 ton sebzenin üretim kaybına, 3.103.332 tonunun ise diğer kayıplara (hasat sonrası kayıplar ve nakliye kayıpları) uğradığı görülmektedir. Domateste 2021 yılında 13.095.258 ton üretim yapılmış, bunun 458.334 tonu üretim (hasat) kayıpları, 1.532.926 tonun ise diğer kayıplar olduğu bildirilmiştir. Çizelge 2.5'te 2016-2021 yılları arasındaki domates üretim miktarı, üretim kayıpları ve diğer kayıplar gösterilmiştir (TÜİK, 2023).

Çizelge 2.5. 2016-2021 yılları arası domates üretimi, üretim kayıpları ve diğer kayıplar

Yıllar	Üretim miktarı (ton)	Üretim kayıpları (ton)	Diğer kayıplar (ton)
2016	12.600.000	441.000	1.532.926
2017	12.750.000	446.250	1.633.465
2018	12.150.000	425.250	1.678.495
2019	12.841.990	449.470	1.590.668
2020	13.204.015	462.141	1.666.422
2021	13.095.258	458.334	1.638.489

Üretim oranı en yüksek olan sebzelerimizden biri olan domatesin bu değerlerine bakıldığında üretim, hasat ve hasat sonrasında önemli oranda kayba uğradığı görülmektedir. Hasat öncesi ve sonrasında meydana gelen zararların ürünlerin pazarlama aşamasında da önemli oranda ekonomik kayıplara neden olduğu bildirilmiştir (Prusky, 2011). Hasat öncesi kayıplara neden olan etmenler; toprak, su, gübre, iklim, zararlı haşereler ve hasat ekipmanlarıdır (Ceylan, 2019).

Meyve ve sebzeler hasat edildikten sonra solunum yaparak canlılıklarını devam ettirmektedirler. Kimyasal ve mikrobiyolojik olarak herhangi bir bozulma olmadan canlı kalabildikleri takdirde raf ömürleri de buna göre değişmektedir. Kimyasal ve biyokimyasal olaylar sonucunda metabolik faaliyetler artacağı için canlı organizma yaşamı için direnç azalmaktadır ve bu da üründe kalite kayıplarına ve duyusal değişikliklere neden olmaktadır. Hasat sonrasında raf ömrünü etkileyen faktörler; sıcaklık, nem kaybı, mekanik hasar, depolama sırasındaki bozulmalar olarak sıralanmaktadır (Akın, 2015). Domates, yüksek oranda su içerdiğinden dolayı hasat sonrasında kalite özelliklerini hızlı bir şekilde kaybetmektedir. Sıcaklık, solunum hızını etkileyen en önemli faktörlerden birisidir ve bundan dolayı sıcaklık kontrolü hasat sonrası için çok büyük önem taşımaktadır. Çünkü solunum hızı ne kadar yavaş olursa ürünün raf ömrü buna bağlı olarak uzamaktadır.

Domateste meydana gelen kayıplar hem üretici, hem tüketici, hem de ülke ekonomisi açısından önemli olduğu için bu kayıpları kalite kayıplarını engellemek adına yeni

teknolojilerin veya yeni uygulamaların geliştirilmesi gerekmektedir. Eğitim ve bilincin artmasıyla birlikte tüketiciler kusursuz gıdalar almayı tercih etmektedir, aynı şekilde ihraç edilen gıdalar için de ithalatçı ülkeler çok sıkı denetimler altında ürün kabulü yapmaktadır. Kontrollü ve modifiye atmosfer ambalajları, ozon uygulamaları, gıda koruyucularının kullanımı, ısıl işlemler, radyasyon ve yenilebilir kaplamalar raf ömrünü arttırmaya yönelik yapılan bir takım uygulamalardır (Ceylan, 2019).

Dünya'da ve Türkiye'de birçok farklı çeşit domates bulunmaktadır:

1- Yetiştirme alanlarına göre domates çeşitleri: Açıkta yetiştirme ve cam/plastik seralarda yetiştirme olmak üzere iki gruba ayrılabilir.
2- Morfolojik durumlarına göre domates çeşitleri: Yer domatesleri ve sırık domatesler olmak üzere ikiye ayrılabilir.
3- Kullanım alanlarına göre domates çeşitleri: Sofralık ve sanayilik çeşitler olarak ayrılabilir.
4- Hasat zamanı ve olgunluğa göre domates çeşitleri: Erkenci, orta erkenci ve geççi çeşitler olarak üç gruba ayrılmaktadır (URL-5).

Domatesin pek çok farklı çeşidi vardır. Şekil, renk, boyut, tat ve kullanım amaçlarına farklılık göstermektedir. En yaygın olan domates çeşitleri; salkım domates, kokteyl domates, çeri domates, biftek domates, Roma domates, üzüm domates ve bahçe domatesleridir. Şekil 2.13'te farklı domates çeşitleri görülmektedir (URL-6). Çeri domatesler parlak renk ve şekerli tada sahip oldukları için son yıllarda oldukça fazla tüketilen bir domates çeşididir. Kullanımı açısından diğer domates çeşitlerine göre daha pratik olduğu için popülaritesi artmaktadır.

Şekil 2.13. Farklı domates çeşitleri

2.9.1. Domatesin bileşimi

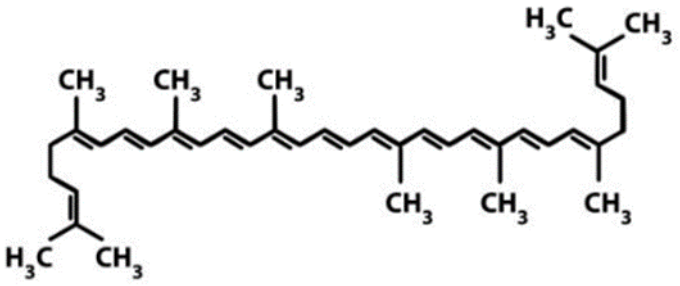
Domatesler çeşitlerine göre değişse de ortalama % 93-96 nem, % 4 karbonhidrat, % 1 protein, % 0.3 yağ, % 2-3.5 şeker, % 0.6 kül ve % 0.6 selüloz içermektedir. Çizelge 2.6'da domatesin kimyasal kompozisyonu gösterilmiştir.

Çizelge 2. 6. Domatesin kimyasal kompozisyonu (Yılmaz, 2001)

Bileşen adı	**(100 g km de, %)**	**Bileşen adı**	**100 g km de, %)**
Fruktoz	25	Pektinler	7
Glikoz	22	Selüloz	6
Sitrik asit	9	Hemiselüloz	4
Protein	8	Yağlar	2
Mineraller	8	Askorbik asit	0.5

Domateste sağlıklı beslenme için gerekli olan vitamin ve minerallerin yanısıra yüksek miktarda fitokimyasallar bulunmaktadır. Bunlardan en önemlisi de karotenoidlerdir. Karotenoidler, bütün fotosentetik organizmalarda bulunan ve yağda çözünen pigmentlerdir. Domateste bulunan en önemli karotenoid, hidrokarbon karoten grubundan likopendir. Domateste bulunan pigmentlerin % 80-90'ını oluşturmakla birlikte çeşide ve olgunluğa göre bu oran değişim göstermektedir (Omoni ve Aluko, 2005). Domatesin içermiş olduğu yüksek likopenden dolayı kuvvetli bir antioksidan olarak da kabul

edilmektedir (Durmuş, 2018). Likopen (Şekil 2.14), sindirim sistemi içerisinde emilimi en kolay ve yüksek olan bir karotenoittir.



Şekil 2.14. Likopenin kimyasal yapısı
(Özgen, 2014)

2.10. Domateste kalite ve raf ömrü üzerine yapılan bazı çalışmalar

Meyve ve sebzeler solunum davranışlarına göre klimakterik olanlar ve klimakterik olmayanlar olmak üzere iki gruba ayrılmaktadırlar. Eğer hasat sonrası olgunlaşma devam ediyorsa meyve ve sebzeler klimakterik, olgunlaşmaya devam etmiyorsa meyve ve sebzeler ise klimakterik olmayan olarak adlandırılmaktadır. Domates klimakterik sınıfının başında gelmektedir. Hasattan sonra renk ve tat değişimi görülmektedir ve meyvede olgunlaşma hızı ile birlikte etilen üretimi ve solunum da artmaktadır (Kasım ve Kasım, 2007).

Hasat sonrası dönemde domateslerde meydana gelen negatif yöndeki kalite değişimlerini ve metabolik olayları yavaşlatmak için tercih edilen en etkin yöntemler hızlı soğutma ve soğukta muhafaza olarak belirtilmiştir. 7 °C ve altındaki sıcaklıklarda ve %95 bağıl nem koşulları sağlandığında solunum hızı ile birlikte enzimatik reaksiyonlar ve buna bağlı olarak da mikrobiyal aktivite yavaşlamaktadır (Akın, 2015).

Domateslerin raf ömrü olgunlaşma evresi ve çeşide bağlı olarak oda sıcaklığı koşullarında 4 ile 8 gün arasında değişmektedir (Benhabiles ve ark., 2013). Sebze ve meyveler için düşük depolama sıcaklıkları önerilse de domatesler için bu durum başka zarar verici bir olaya dönüşmektedir. Domates üşümeye karşı hassas bir ürün olduğu için 10 °C'nin altındaki sıcaklıklarda "*Soğuk Zararlanması*" adı verilen zararlanmalar görülmektedir.

Bu da ürün yüzeyinde ve iç kısımda dokusal zedelenmelere, bozulmalara, renk değişimlerine, mikrobiyal aktivitenin artmasına ve dolayısıyla da raf ömrünün kısalmasına sebep olur. Soğukta depolama tek başına yeterli olmadığı için bunun yanında modifiye atmosfer paketleme veya yenilebilir kaplama teknikleri geliştirilmiştir (Akın, 2015).

Sabır ve ark. (2010) tarafından yapılan bir çalışmada pembe olum aşamasında olan domateslere sıcak su, modifiye atmosfer paketleme (MAP) ve bu iki uygulamanın kombinasyonları uygulanmıştır. Dört gruba ayrılan domateslerin ilk 2 grubuna 54 ^{o}C'de 5 dakika suda bekletme yapılmıştır. Bu grubun bir kısmına MAP uygulaması yapılmıştır. Diğer bir gruba sadece MAP uygulaması yapılmıştır. Domatesler 10 ^{o}C'de 20 gün süreyle muhafaza edilmiştir. 20 günlük muhafaza sonucunda MAP uygulaması yapılmış ve sıcak suda bekletilmiş domateslerin sertlik ve meyve rengi korunmuş ve ağırlık kayıpları azaltılmıştır. Kalitenin korunması ve raf ömrünün uzatılmasında kombinasyon uygulamanın kullanılması önerilmiştir.

Dilmaçünal ve ark. (2011) tarafından yapılan bir çalışmada kırmızı olum aşamasında olan Bandita cinsi domatesler 4 farklı işleme tabi tutulmuştur. Birinci kontrol grubu hiçbir işleme maruz kalmamıştır. İkinci gruba domates vaks uygulaması, üçüncü gruba besin çözeltisi (çeşitli oranlarda potasyum nitrat, kalsiyum klorit, bakır sülfat, askorbik asit ve salisilik asit) ve dördüncü gruba bitkisel yağ uygulaması yapılmıştır. Domatesler karton kutularda 20 ^{o}C'de 16 gün boyunca depolanmıştır. Domates vaks uygulamasının ağırlık kaybını sınırladığı ve sertliği diğerlerine göre daha iyi koruduğu görülmüştür. Domates vaksı, besin çözeltisi ve bitkisel yağ uygulamaları solunum hızını sınırlandırmıştır.

Ali ve ark. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada domatesin arap zamkı ile kaplanmasının olgunlaşma sürecini geciktirdiği ve antioksidan kapasitesini koruduğu bulunmuştur. %5, 10, 15 ve 20'lik sulu çözeltilerdeki arap zamkı, 20 ^{o}C'de 20 gün boyunca ve %80-90 bağıl nemde saklanan yeşil-olgun domateslere yenilebilir kaplama olarak uygulanmıştır. %10 arap zamkı ile kaplanan meyveler, solunum hızını ve etilen üretimini yavaşlatarak olgunlaşma sürecini geciktirmiş ve aynı zamanda kontrol ve %5

arap zamkı ile muamele edilen meyvelerle karşılaştırıldığında depolama sırasında toplam antioksidan kapasitesini, likopen içeriğini ve toplam fenolikleri korumuştur.

Domateslerde hastalıkları engellemek için kullanılan bazı kimyasallar yüksek oranda kalıntı bırakmasından dolayı insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Farklı gaz konsantrasyonlarındaki ambalaj uygulamaları, vakum paketleme, düşük sıcaklık uygulaması, ozon uygulamaları vb. diğer uygulamaların bazı durumlarda patojen ve mikrobiyolojik zararlıları engellemek için yeterli olmadığı görülmüştür. Kalitenin korunması ve hasat sonrası mikrobiyal çürümeyi engellemek için kullanılan kimyasallar ve fungusitler tüketiciler tarafından da artık istenmeyen bir durum haline gelmiştir. "Green" yeşil olarak adlandırılan uygulamalar daha az sentetik katkı maddeleri kullanılarak tüketiciler için daha güvenilir, kalitesi daha yüksek ve raf ömrü daha uzun ürünler ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır (Romanazzi ve ark., 2017).

Ambalaj maliyetlerini azaltmak, hasat sonrası biyolojik ve kimyasal olarak ürünün korunması için son yıllarda çevreye daha duyarlı ve düşük toksisite özelliklerinden dolayı yenilebilir film kaplamalar ve uçucu yağ uygulamaları alternatif olarak kullanılmaktadır. Kullanılacak film kaplamaların Genel Olarak Güvenilir Olma (generally recognized as safe- GRAS) statüsünde olması zorunluluğu ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilerinin bulunmaması gerekmektedir (Erkan ve ark, 2017). Yenilebilir film kaplamaların tek başına kullanıldığı gibi uçucu yağlarla birlikte kullanımı da her geçen yıl artmaktadır. Birçok farklı bitkilerden elde edilmiş ve doğal içeriklere sahip olan uçucu yağlar özellikle antimikrobiyal ve antibakteriyel etkilerinden dolayı tercih edilmektedir.

2.11. Yenilebilir film ve kaplamalar

Biyolojik olarak parçalanabilen ambalaj materyalleri içinde, fiziksel ve oksidatif baskılara karşı bariyer oluşturma kabiliyetleri son derece yüksek olan yenilebilir film ve kaplamalar son yıllarda odak noktası haline gelmiştir. Tarihi aslında çok eskilere dayanan bu uygulama ilk olarak 12. yy.'da Çin'de kullanılmaya başlanmıştır. Turunçgiller mumdan yapılan bir malzemeyle kaplanarak daha uzun ömürlü olması sağlanmıştır (Pavlath ve Orts, 2009). 15. yy.'da, Japonya'da soya sütünün kaynatılmasıyla elde edilen

Yuba, yenilebilir bir film kaplama olarak kullanılmıştır. 19. yy. başlarında sükroz ile hazırlanan yenilebilir kaplamalar hazırlanmış, hazırlanan bu kaplamalar ceviz, badem ve fındık gibi kuruyemişlerin oksidasyonunu ve bozulmasını geciktirmek için kullanılmıştır. 1930'lu yılların başlangıcından sonra parafin filmleri elma ve armut gibi taze meyveleri kaplamak için kullanılmıştır (Park ve ark., 2007).

Yenilebilir film ve kaplamalar günümüzde gıdaların kalite özelliklerinin arttırılması ve raf ömrünün uzatılması amacıyla kullanılmaktadır. Geçirgenlik özellikleri olduğu için aroma bileşikleri, antioksidanlar, antimikrobiyal maddeler, vitaminler gibi bileşiklerin tutulmasını sağlarlar. Taze meyve ve sebzelerde en çok karşılaşılan sorunlar; tazeliğin korunamaması, raf ömrünün kısa olması ve mikroorganizma gelişiminin kontrol edilememesidir. Yenilebilir film kaplamalar bu sorunların en büyük çözüm kaynağı olarak görülmektedir. Yenilebilir ambalajlar; yenilebilir filmler, yenilebilir kaplamalar, yenilebilir tabakalar ve yenilebilir torbalardan oluşmaktadır (Tural ve ark., 2017).

2.11.1. Yenilebilir film ve kaplamaların özellikleri

Kaplamaların işlevi ve geçirgenliği büyük oranda hangi kökenden geldiğine, kullanılan çözeltinin konsantrasyonlarına bağlı olarak değişmektedir. Genellikle hayvansal ve bitkisel kaynaklardan hazırlanan kaplama materyalleri, çevre dostu olmasıyla ilgi çekmektedir (Caner ve Küçük, 2004). Yenilebilir kaplamanın başarılı olduğunu gösteren başlıca özellikler şunlardır (Aday, 2008; Dhall, 2013):

- Yüksek nem şartlarında stabil kalmalıdır.
- Ürünü tam olarak kaplayabilmelidir.
- O_2 ve CO_2 bariyeri etkili bir şekilde işlev görmelidir.
- Renksiz ve kokusuz olmalıdır.
- Su buharı geçirgenliğini en aza indirgemelidir.
- Mekaniksel özellikleri bakımından iyi olmalıdır.
- Biyoaktif maddeleri (antioksidanlar, vitaminler, vb.) ve uçucu bileşenleri muhafaza etmelidir.
- Düşük viskoziteye sahip ve ekonomik olmalıdır.

Kullanılan her gıda katkı maddesi gibi yenilebilir film ve kaplamaların da hem avantajı hem de dezavantajı vardır. Avantajlarının başında meyve yüzeyine parlaklık kazandırarak dış görünüşü iyileştirmek gelmektedir. Ağırlık kaybını en minimum seviyede tutarken aynı zamanda meyve sertliği de korunmaktadır. Sentetik ambalaj malzemeye duyulan ihtiyacı azaltmaktadır. Kaplamaların kalınlığı arttıkça ürünü çevreleyen oksijen azalmakta ve CO_2 miktarı artmaktadır. Bundan dolayı kaplama materyalinin seçimi çok önemlidir (Aday, 2008; Dhall, 2013).

2.11.2. Yenilebilir film ve kaplamaların sınıflandırılması

Yenilebilir film ve kaplamalar 3 kategoriye ayrılmaktadır. Bunlar proteinler, polisakkaritler ve lipitlerdir. Bu sınıflandırmaya ek olarak kompozit polimerler de eklenmiştir. Film hazırlamada kullanılan bu üç temel materyalin kimyasal yapısı birbirinden farklı olduğu için film oluşturma özellikleri üzerine etkileri de farklıdır. Genellikle lipitler su transferini azaltmak, polisakkaritler oksijen ve diğer gazların geçişini kontrol etmek, proteinler ise filmlere mekanik dayanıklılık kazandırmak amacıyla kullanılmaktadır (Üstünol, 2009). Şekil 2.15'te yenilebilir film ve kaplamaların sınıflandırılması görülmektedir (Yıldız Oğuzhan ve Yangılar, 2016).

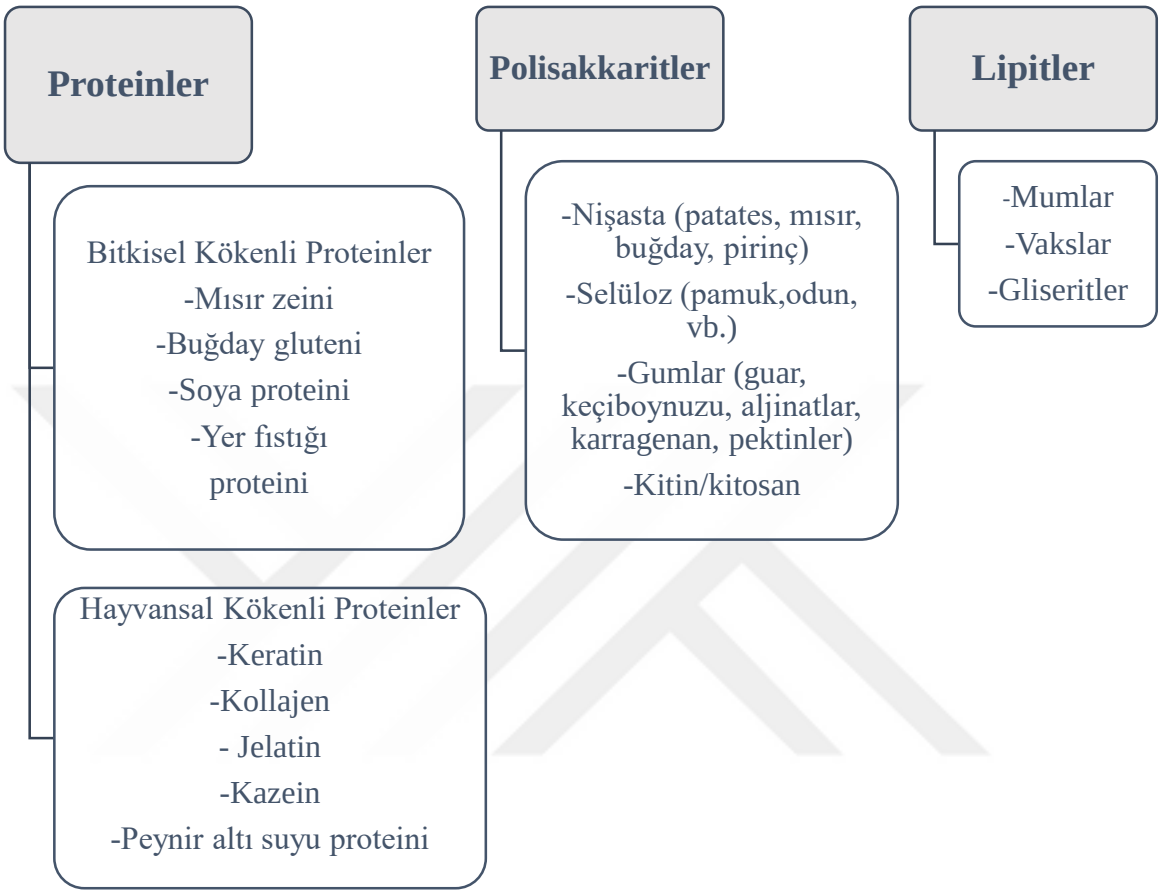
2.11.2.1. Proteinler

Bitkisel kökenli ve hayvansal kökenli olarak iki sınıfta gruplandırılmaktadır. Protein esaslı filmler genellikle yüksek su buharı geçirgenliğine sahiptirler. O_2 ve CO_2, aroma ve lipit transferine karşı bariyer özellikleri kuvvetlidir. Protein bazlı filmler kaplandıkları gıdanın besin değerini de artırmaktadır (Yıldız Oğuzhan ve Yangılar, 2016).

2.11.2.2. Polisakkaritler

Polisakkaritler, glikozidik bağlarla bağlanmış monosakkaritlerden oluşan kompleks karbonhidratlardır. Bu grup genellikle düşük maliyete sahip oldukları, kolay elde edilebildikleri ve iyi film oluşturma özelliklerine sahip oldukları için sıklıkla tercih

edilmektedir. Dayanıklılık kapasitesi yüksektir ve oksijen geçişini yavaşlatmaktadırlar (Yıldız Oğuzhan ve Yangılar, 2016).



Şekil 2.15. Yenilebilir film ve kaplamada kullanılan materyaller

2.11.2.3. Lipitler

Doğal ve sentetik mumlar, vakslar ve gliseritler nem kaybına karşı iyi bariyer özelliklerine sahip oldukları için sıklıkla kaplama maddesi olarak kullanılmaktadırlar. Mum ve yağ bazlı film ve kaplamalar; kalın olmaları, kaygan yüzeyde olmaları, mumsu dokusu ve acı tatları nedeniyle üründe problem yaratabilmektedir.

Bazı kaynaklara göre polisakkarit bazlı yenilebilir film ve kaplamaların sınıflandırılması değişik olabilmektedir. Bitkisel kaynaklı, hayvansal kaynaklı, deniz yosunu kaynaklı ve

mikrobiyal kaynaklı film ve kaplamalar olarak gruplandırılabilmektedir (Yıldız Oğuzhan ve Yangılar 2016).

2.11.2.4. Bitkisel kaynaklı yenilebilir film ve kaplamalar

Bitkisel kaynaklı yenilebilir film ve kaplamaların en çok kullanılanları arasında selüloz, nişasta, soya proteini, zein proteini, buğday gluteni, balmumu ve bitkisel yağlar ilk sıralarda yer almaktadır (Küçük ve ark., 2017).

Selüloz su geçirgenliği iyi olan ve çok kullanılan bir polisakkarittir. Karboksi metil selüloz, metil selüloz, hidroksipropil selüloz, hidroksipropil metil selüloz gibi selüloz türevleri genellikle meyve ve sebzelerde yenilebilir film ve kaplama maddeleri olarak kullanılmaktadır (Sharma ve ark., 2018).

Nişasta düşük maliyeti nedeniyle çok yaygın olarak kullanılsa da mekanik zayıflığından dolayı uygulaması sınırlıdır. Genellikle plastikleştirici özelliği yüksek gliserol veya sorbitol ile kullanılarak istenilen yapı elde edilmektedir (Sharma ve ark., 2018).

Zein proteini mısırın endosperminden elde edilen, yağ bariyer özelliğine sahip film ve kaplamaların hazırlanmasında kullanılan bir prolamin proteinidir. Oluşan film yapısının kırılgan olmasından dolayı esnekliğini geliştirmek için plastikleştiriciler kullanılmaktadır. Gliserol hidrofilik özelliklerinden dolayı en çok tercih edilen plastikleştirici olarak kullanılmaktadır (Temiz ve Yeşilsu, 2006; Raghav ve ark., 2016).

2.11.2.5. Hayvansal kaynaklı yenilebilir film ve kaplamalar

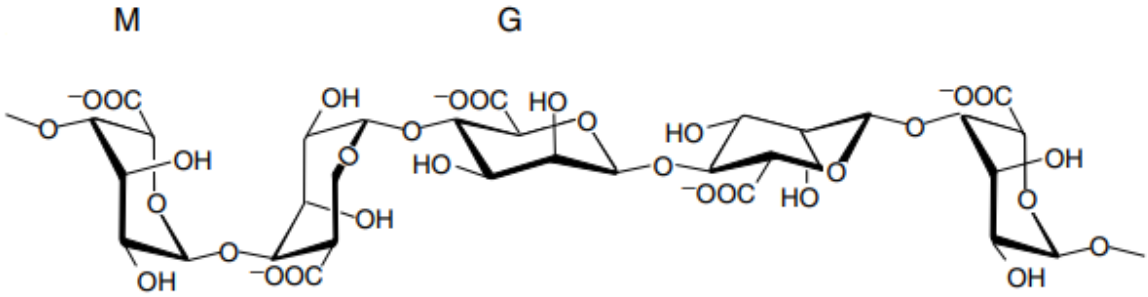
Jelatin polimerler, peynir altı suyu tozu proteini, yumurta albumini ve kitin hayvansal kaynaklı yenilebilir film ve kaplamaların en başında gelmektedir. Jelatin biyopolimerler düşük maliyetli ve mekanik özelliklerinin kuvvetli olmasından dolayı yaygın kullanılmaktadır. Peynir altı suyu tozu kaynaklı proteinler son yıllarda çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Düşük nemde gaz bariyer özelliklerinin iyi olması ve aroma bileşiklerinin tutuculuğunun iyi olmasından dolayı tercih edilmektedir (Hassan ve ark., 2018).

2.11.2.6. Mikrobiyal kaynaklı yenilebilir film ve kaplamalar

Zamklar ve pullulanlar en çok kullanılan mikrobiyal kaynaklı yenilebilir film ve kaplamalardır. Suda çözünürlükleri iyi olmasından ve bariyer özelliklerinin kuvvetli olmasından dolayı tercih edilmektedirler. Arap zamkı, guar zamkı, ksantan zamkı yaygın kullanılan çeşitlerdir (Raghav ve ark., 2016). Pullulan yarı geçirgen film oluşturabilen ve antimikrobiyal özelliğe sahip bir malzemedir (Hassan ve ark., 2018).

2.11.2.7. Deniz yosunu (aljinat) kaynaklı film ve kaplamalar

Kahverengi deniz alglerinde (*Phaeophyceae*) yapısal bir bileşen olarak ve toprak bakterilerinde kapsüler polisakkaritler olarak bulunan aljinatlar, doğada oldukça bol miktarda bulunmaktadır. İlk kez 1881 yılında İngiliz kimyager tarafından tanımlanan aljinat, hücreler arası matriste sodyum, kalsiyum, magnezyum, stronsiyum ve baryum iyonlarını içeren bir jel halinde bulunmaktadır. Moleküler açıdan aljinat, geniş ölçüde değişen bileşim ve sıralı yapıya sahip (1,4)-bağlı β-D-mannuronik asit (M) ve α-L-guluronik asit (G) (Şekil 2.16) kalıntılarının dallanmamış ikili kopolimerlerinden oluşmaktadır (Moe ve ark., 1995).

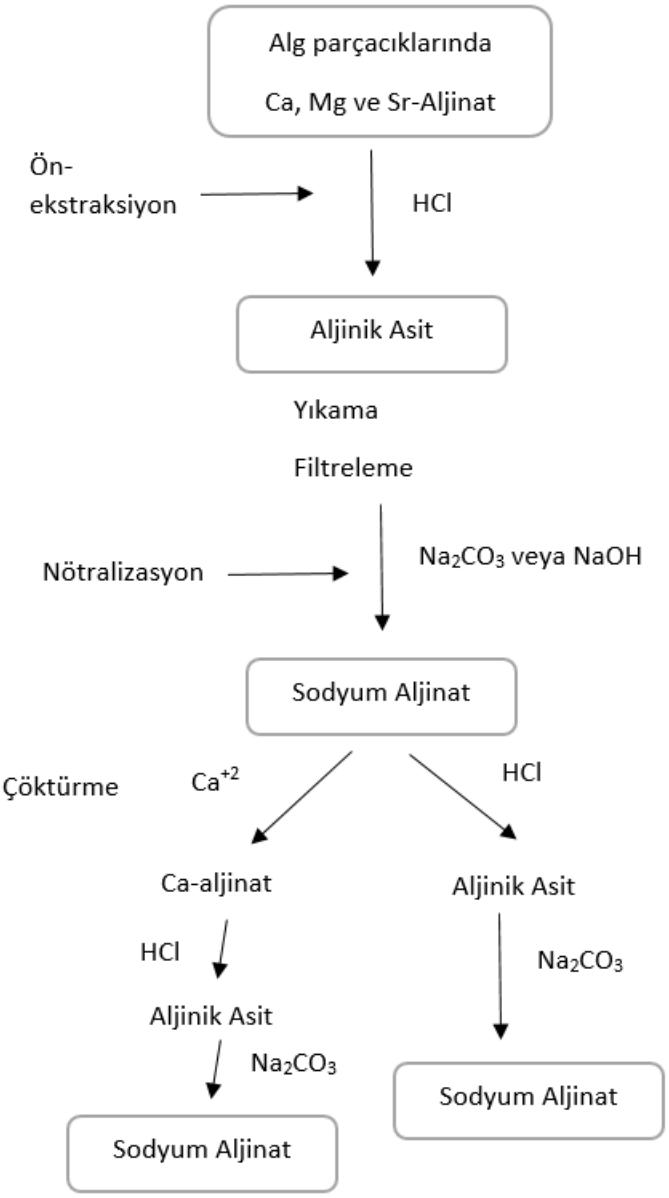


Şekil 2.16. M: β-D- mannuronate, G: α-L-guluronate (Moe ve ark., 1995)

Aljinatın yapısında bulunan monomerlerin oranı ve sıralanmaları değişik tipteki yosunlara göre farklılık gösterebilmektedir. Yapılan bir çalışmada kısmi asidik hidroliz ve fraksiyonlama yoluyla, aljinatı çok farklı bileşimlere sahip üç fraksiyona ayırmayı başarmışlardır. Bunlardan ikisi, sırasıyla guluronik ve mannuronik asitin homopolimerik moleküllerini içerirken, üçüncü bir fraksiyonun her iki monomerden neredeyse eşit

oranlarda oluştuğu ve çok sayıda MG dimer kalıntısı içerdiği gösterilmiştir. Aljinatın, sırasıyla M ve G blokları olarak adlandırılan M ve G homopolimer bölgelerinden oluşan, alternatif yapı bölgeleriyle (MG blokları) serpiştirilmiş gerçek bir blok kopolimer olduğu sonucuna varılmıştır (Moe ve ark., 1995).

Alginatlar çeşitli kahverengi alg türleri olan *Laminaria hyperborea, Macrocystis pyrifera, Laminaria japonica, Eclonia maxima, Lesonia negrescens* tarafından üretilmektedir. Ancak bileşim ve sıralı yapı mevsim ve büyüme koşullarına göre değişiklik gösterebilmektedir. Genellikle en yüksek α-L-guluronik asit içeriği, *L. hyperborea* bitkilerinin saplarından hazırlanan aljinatta bulunmaktadır. Ticari olarak en çok bulunan ve *M. pyrifera*'dan elde edilen aljinat, *L. hyperborea* aljinatlarından yapılanlara göre daha düşük mukavemete sahip ancak aynı guluronik asit içeriğine sahip diğer aljinatlardan daha yüksek mukavemete sahip jel yapısı sağlamaktadır. Bunun nedeni, çok uzun G bloklarıyla birlikte yüksek miktarda alternatif yapı içeriğiyle karakterize edilen Macrocystis aljinattaki monomerlerin alışılmadık sıralı düzeninden kaynaklanmaktadır (Moe ve ark., 1995). Aljinatın deniz yosunundan izolasyonu için prosedür Şekil 2.17'de şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 2.17. Deniz yosunundan aljinat izolasyonu

Gıda endüstrisinde yenilebilir film kaplama olarak kullanılan aljinatların önemli bir özelliği, kimyasal bileşiminin neredeyse saf polimannuronattan %70'ten fazla gluronat kalıntısı içeren polimerlere kadar değişmesi ve çok çeşitli fiziksel özellikler vermesidir (Moe ve ark., 1995).

Aljinatların sudaki çözünürlükleri çözücünün pH değerine, bulunduğu ortamın iyonik kuvvetine ve çözücü içindeki jelleştirici iyonların varlığına bağlıdır (Pawar ve Edgar,

2012). Aljinatların çok değerlikli katyonlar için seçiciliği ayrıca aljinat jelinin iyonik bileşimine de bağlıdır, çünkü belirli bir iyona yönelik afinite, jeldeki iyon içeriğinin artmasıyla birlikte artmaktadır (Moe ve ark., 1995). Ca-aljinat jeli, Ca^{2+} iyonlarına karşı, Na-aljinat çözeltisine göre çok daha yüksek bir afiniteye sahiptir. Yüksek çözünürlüğe rağmen gıdalarda acı bir tat bırakmasından dolayı genellikle sodyum aljinat tercih edilmektedir (Moe ve ark., 1995; Pawar ve Edgar 2012).

2.11.2.7.a. Aljinatların gıdalarda kullanımı

Aljinatların besin değeri yoktur ve belirli gıdaların yapısını iyileştirmek ve stabilize etmek için katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Toksik özellik göstermemektedir. Önemli özellikleri arasında viskozite artışı, jel oluşturma yeteneği ve sulu karışımların, dispersiyonların ve emülsiyonların stabilizasyonu yer almaktadır. Gıdalarda kullanılan tek aljinat türevi Propilen Glikol Aljinat (PGA)'dır. PGA ilk olarak Steiner tarafından hazırlanmış ve süreç Steiner ve McNeilly tarafından geliştirilmiştir. PGA asidik koşullar altında stabil çözelti oluşturma kabiliyetine sahiptir. Bu özelliğinden dolayı asit emülsiyonlarını, meyve sularını ve ayrıca bira köpüğünü stabilize etmek için kullanılmaktadır (Draget ve ark., 2005).

Aljinatlar ve alg polisakkaritleri, ABD Gıda ve İlaç İdaresi ve Avrupa Topluluğu ve tarafından genel olarak güvenli (GRAS) olarak tanınmaktadır (U.S. Food & Drug Administration, 2018). Avrupa Komisyonu (EC), alginik asit ve tuzlarını (E400-E404) yasal gıda katkı maddesi olarak tanımlamıştır (Younes ve ark., 2017). Çizelge 2.7'de aljinatların hangi gıdalarda daha çok kullanıldığı ve ana fonksiyonlarının neler olduğu görülmektedir (McHugh, 1987).

Çizelge 2.7. Aljinatların gıda ürünlerindeki temel fonksiyonları

Ürün	Viskozite arttırıcı (Koyulaştırıcı)	Stabilizör/Emülsifiye edici	Jel oluşturma/bağlayıcı
Dondurma	X		
Hazır çorbalar	X		
Salata sosları	X		
Ketçap	X		
Mayonez	X		
Margarin	X		
Meyve suları	X		
Donmuş gıdalar		X	
Tatlılar, şuruplar		X	
Kuru karışımlar		X	
Pasta süslemeleri		X	
Reçeller			X
Kesilmiş/ezilmiş patatesler			X

Aljinatın kullanılması yapısındaki üç temel özelliğe dayanmaktadır. Suda çözünme kabiliyetinin yüksek olmasından dolayı, kullanıldığı çözeltinin kıvamını arttırabilmektedir. Sodyum aljinat çözeltisine kalsiyum tuzları ilave edildiğinde Na^{+} ve Ca^{2+} iyonları yer değiştirerek jel yapı oluşturabilmektedir. Diğer ve son zamanlarda en çok kullanılan özelliği ise kolayca film formuna getirilebilmesidir (Tezcan, 2008).

2.11.2.7.b. Aljinat ile hazırlanan yenilebilir film ve kaplamayla ilgili çalışmalar

Aljinatın yüzey-kabuk materyallerine uyum sağlaması, mekanik dayanıklılığı, yüksek geçirgenlik özelliği, tuz ve şelatlayıcı ajanlara karşı yüksek tolerans göstermesi gibi nedenlerle gıdalarda kaplama materyali olarak kullanılmaktadır. Aljinat ve tuzlarının kaplama materyali olarak kullanıldığı pek çok çalışma mevcuttur.

Rojas-Graü ve ark. (2006), aljinat (%2) ve gellan (%0.5) bazlı yenilebilir kaplamalar, gliserol ve esmerleşme önleyici ajanların (N-asetilsistein ve glutatyonun) su buharı direnci üzerindeki etkisini incelemek bir formülasyon hazırlamışlardır. Kaplanmış ve taze kesilmiş Fuji elmalarının renk değişimleri üzerinde esmerleşme önleyici maddelerin ve kaplamaların etkisi incelenmiştir. Ayrıca aljinat ve gellanın bariyer özelliklerini

geliştirmek amacıyla %0.025, %0.05 ve %0.125 w/v konsantrasyonlarında esansiyel yağ asitli ayçiçek yağı ilavesi yapılmıştır. Yağsız kaplamalarla karşılaştırıldığında ayçiçek yağı içeren aljinat ve gellan kaplamalar için su buharı direnci sırasıyla 15.70 ve 14.60 s/cm'den 19.2 ve 27.6 s/cm'ye önemli ölçüde artmıştır. Ayçiçek yağı eklenmesi aljinat kaplamaya kıyasla jelatin kaplamada daha iyi bir etki göstermiştir.

Norajit ve ark. (2010) tarafından yapılan çalışmada beyaz, kırmızı ve ekstrüde beyaz ginseng ekstraktlarını içeren aljinatla biyolojik olarak parçalanabilir filmin fiziksel ve antioksidan özellikleri araştırılmıştır. 130°C'de ekstrüde edilmiş beyaz ginseng ekstraktı içeren aljinat film, metanoldeki 2,2-difenil-1-pikrihidrazil radikaline (DPPH) karşı en yüksek (%61.12) serbest radikal temizleme aktivitesini sergilemiş ve bunu beyaz ginseng içeren film izlemiştir. Sonuçlar, ekstrüde edilmiş beyaz ginseng ekstraktının, çeşitli gıda uygulamaları için antioksidan özellikli biyolojik olarak parçalanabilir film veya kaplama yapmak üzere aljinata dahil edilme konusunda iyi bir potansiyele sahip olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Olivas ve Barbosa-Cánovas (2008) "Gala" elmalarına aljinat, asetilleştirilmiş aljinatlı monogliserid linoleik asit ve aljinat-yağ-linoleik asit gibi 3 farklı kaplama malzemesini uygulayarak ve 5 ºC'de %85 bağıl nemde muhafaza etmiştir. Düzenli aralıklarla ağırlık kaybı, renk, tekstür, mikrobiyal yük ve asitlik değişimi kontrol edilmiştir. Bütün kaplama çeşitleri, "Gala" elmalarında kahverengileşmeyi önleyici etki sağlamış ve elmaların sıkılık (firmness) özelliklerini korumuştur. Kaplamaların mezofilik ve psikrofilik bakteriler ile küf-mayalarda herhangi bir etkisinin olmadığı belirtilmiştir.

Antifungal özellik taşıyan *Cryptococcus laurentii* (10^9 kob ml^{-1}) ile aljinat (%2, a/h), gliserol (%2, a/h), palmitik asit (%0.5, a/h), gliserol monostearat (%0.5, a/h) ve siklodekstrin (%0.5, a/h) ile bir film kaplama maddesi hazırlanarak çilek kaplanmış ve kalite üzerine olan değişimler incelenmiştir. Biyofilmin mikroorganizma canlılığı, 20 günlük depolama sırasında belirgin bir değişiklik göstermemiştir. Filmlere antagonist olarak *C. laurentii*'nin eklenmesi, küf gelişiminin engellenmesine ve depolama boyunca çileğin ticari kalitesinin korunmasına yardımcı olmuştur. Hazırlanan kaplama maddesi

mikrobiyal çürümeyi önemli ölçüde azaltmış ağırlık kaybını azaltmış, çileklerin sertliğini korumuş ve meyvenin kalitesini ve depolama özelliklerini geliştirmiştir.

Valero ve ark. (2012) tarafından yapılan bir çalışmada dört erik (*Prunus salicina* Lindl.) çeşidi ("Blackamber", "Larry Ann", "Golden Globe" ve "Songold"), depolamadan önce yenilebilir kaplama olarak %1 veya %3 aljinat ile işleme tabi tutulmuştur. 2 ^{o}C'de 7, 14, 21, 28 ve 35 gün sonra ve 20 $^{\circ}$C'de (raf ömrü) 3 günlük bir sürenin ardından analitik belirlemeler yapılmıştır. Eriğin hasat sonrası olgunlaşmasıyla ilgili ağırlık ve asitlik kayıpları, yumuşama ve renk değişiklikleri gibi meyve kalitesi parametrelerindeki değişiklikler, her iki yenilebilir kaplamanın kullanımıyla önemli ölçüde geciktirilmiştir. Genel sonuçlar, bu uygulamaların erik depolama süresini optimum kalitede, "Larry Ann" ve "Songold" için 2 hafta ve "Blackamber" ve "Golden Globe" için 3 hafta daha fazla artırabileceğini göstermektedir.

Maftoonazad ve ark. (2008) sodyum aljinat ve metil selüloz kaplamaların şeftalilerin solunum hızı, sertliği, asitliği, pH'ı, toplam çözünebilir katı madde miktarı ve kuruma hızı üzerine etkisini belirlemişlerdir. Kaplanmış ve kaplanmamış meyveleri 15 °C'de ve %40 bağıl nemde depolamışlar ve 3 gün arayla kalite kriterlerini incelemişlerdir. Kaplanmış şeftalilerde solunum hızı, nem kaybı ve kalite parametrelerindeki değişim kontrol grubuna göre çok daha düşük olduğu bulunmuştur. Kontrol numuneleri için 15 ^{o}C'de kabul edilebilir maksimum raf ömrü 15 gün iken, kaplanmış numuneler 21 ve 24 güne kadar kabul edilebilirliğini korumuştur.

Bilbao-Sainz ve ark. (2018) tarafından yapılan bir çalışmada askorbik asitle zenginleştirilmiş meyve barlarını kaplamak için polikatyon kitosan ve polianyon aljinatı kullanmışlardır. Mantar atıklarından kitinin geri kazanımını sağlayarak ve yenilebilir kaplamalar üretmek için kitosana dönüştürme işlemi yapıp aynı zamanda gıda atığını önlemeye yönelik de kapsamlı bir çalışma yapmışlardır. Aljinat-kitosan kaplamaları içeren meyve barlarında, depolama boyunca askorbik asit içeriği, antioksidan kapasite ve sertlikteki değişimin en az olduğu ve maya gelişiminin önlendiği bildirilmiştir.

Robles- Sanchez ve ark. (2012), esmerleşme önleyici ajanların (askorbik ve sitrik asit) taşıyıcısı olarak aljinat bazlı yenilebilir kaplamanın, 4°C'de saklanan taze kesilmiş 'Kent' mangolarının rengi, biyoaktif bileşik içeriğini ve antioksidan aktivitesi üzerindeki etkisini değerlendirmişlerdir. Aljinat yenilebilir kaplamanın, esmerleşme önleyici maddelerle (askorbik ve sitrik asit) birlikte mango küplerine uygulanması, yalnızca aljinat kaplama veya kontrol ile işlenen mango küplerine kıyasla yüksek renk değerlerini (L* ve Hue) korumuş ve C vitamini içeriğini artırmıştır. Aljinat ve esmerleşme önleyici madde kombinasyonu, taze kesilmiş mangoların rengini koruyup antioksidan potansiyelini arttırmıştır.

2.11.2. Yenilebilir film ve kaplamaları hazırlama ve gıdalara uygulama metotları

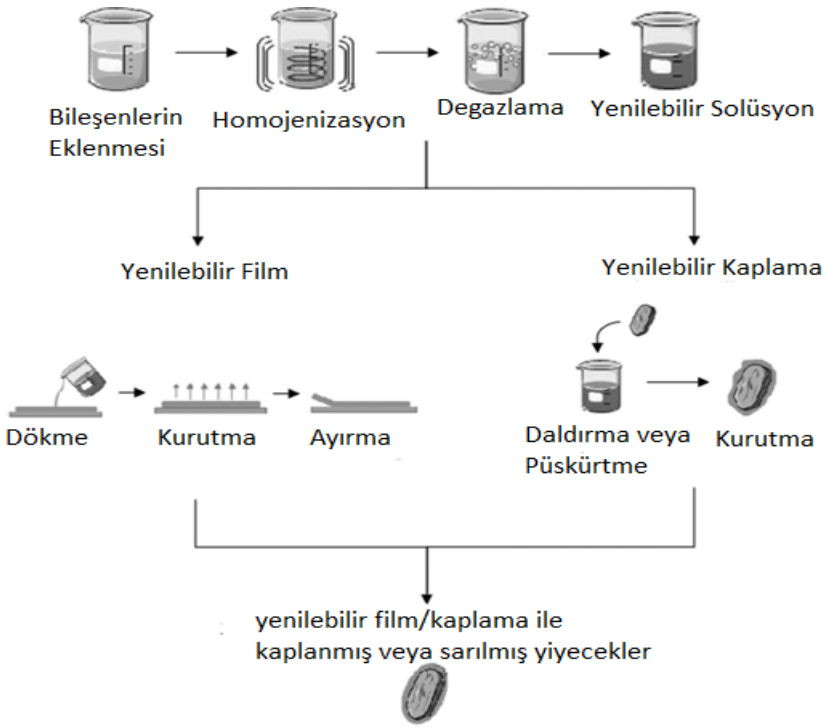
Gıda kaplama için kullanılan ana teknikler ***püskürtme*** ve ***daldırma***dır. Diğer yöntemler fırçalama, tek tek sarma, solvent dökümü, ekstrüzyon, yayma, ince film hidrasyonu, tavalama ve akışkan yataklı işlemedir. Yenilebilir filmler ve kaplamalar, işlevlerinin optimize edilebilmesi için tekdüze ve hatasız olmalıdır (Costa ve ark., 2018; Ju ve ark., 2019). Çizelge 2.8, gıda kaplamaya yönelik ana tekniklerin (püskürtme ve daldırma) her birinin avantajlarını göstermektedir (Angelos-Panagiotis ve Constantina, 2021).

Çizelge 2.8. Yenilebilir film ve kaplamaların uygulama yöntemlerinin avantajları

Uygulama metodu	Avantajlar
Püskürtme	✓ düşük viskoziteli çözelti ✓ uygulama için yüksek basınç (60-80 psi) ✓ geniş yüzeylerde çalışma ✓ iki veya daha fazla ardışık uygulama ✓ pürüzsüz ve eşit kaplama
Daldırma	✓ tüm yüzeyi kaplama ✓ fazla çözeltinin çıkarılması ✓ yüksek kalınlıkta kaplama ✓ karmaşık ve pürüzlü bir yüzey etrafında iyi bir homojenlik

- **Püskürtme ve elektrostatik püskürtme yöntemi**: Bu yöntem, ürünün tüm yüzeyine yenilebilir film ve kaplama çözeltisinin püskürtülmesini içermektedir. Püskürtmeli kaplama genellikle çözeltinin çok viskoz olmadığı durumlarda kullanılan geleneksel yöntemdir. Diğer sistemlerden farklı olarak sprey kaplama geniş yüzeylerde çalışabilmektedir. Ayrıca gıdanın üst kısmına ön kaplama ve kurutma işlemi uygulandıktan sonra alt ürünün yüzeyi ayrı ayrı kaplanabilmektedir. Püskürtme işlemi şu şekildedir: Gıda numuneleri önce dönen bir platform üzerine yerleştirilir ve daha sonra püskürtme tabancası kullanılarak püskürtülür. Ürünlerin yüzeyinde düzgün bir kaplama sağlamak için işlem birkaç kez tekrarlanabilmektedir. Ayrıca art arda iki veya daha fazla uygulamanın gerektiği durumlarda sprey uygulamaları daha uygundur. Amaç daha düzgün ve düzgün bir kaplama elde etmekse püskürtme en etkili yöntem olarak kabul edilmektedir (Costa ve ark., 2018; Angelos-Panagiotis ve Constantina, 2021).

- **Daldırma**: Bu durumda kaplama, ürünün yenilebilir polimer çözeltisine daldırılmasıyla gerçekleştirilmektedir. Düzensiz yüzey, maliyet ve basitlik, daldırma yöntemini uygun bir seçenek haline getiren bazı faktörlerdir; çünkü bu, gıdanın tüm yüzeyinin daldırma ile kaplanmasına ve fazla kaplamanın drenaj veya bir kurutucu kullanılarak çıkarılmasına olanak tanımaktadır. Kaplama yöntemleri arasında yalnızca daldırma yöntemiyle yüksek kalınlıkta kaplamalar oluşturulabilmektedir. Kaplama çözeltisinin yoğunluğu, viskozitesi ve yüzey gerilimi, oluşturulan kaplamanın özellikleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Costa ve ark., 2018). Daldırma yönteminde gıda doğrudan kaplama çözeltisine batırılır ve belli bir süre sonra uzaklaştırılır. Yiyecek genellikle film oluşturucu çözelti içinde 5 ile 30 saniye arasında kalır. Doğal kurumanın ardından ürünün yüzeyinde ince bir kaplama tabakası oluşur (Angelos-Panagiotis ve Constantina, 2021). Şekil 2.18'de yenilebilir filmlerin ve yenilebilir kaplamaların hazırlanma aşamaları gösterilmiştir.



Şekil 2.18. Yenilebilir filmlerin ve yenilebilir kaplamaların hazırlanması (Angelos-Panagiotis ve Constantina, 2021)

2.12. Kitin ve kitosan

Son yıllarda yenilebilir film ve kaplamaların en başında yer alan kitosana ilgi artmaktadır. Kitosanın film oluşturma kabiliyetinin yüksek olması, biyouyumluluk, biyobozunurluluk ve toksik etkisinin olmaması gibi birçok özelliğinden dolayı oldukça sıklıkla kullanılmatadır (Yenici, 2012). Kitosan kitinden elde edilmektedir.

Kitin, dış iskeleti olan hayvanlarda yapısal bir polisakkarit olarak ve bazı mantar ve alglerin hücre duvarlarının bir bileşeni olarak ve doğada bulunurluk açısından selülozdan sonra ikinci sırada yer almaktadır. Kitosanın tüm ticari üretiminin hammaddesi kitindir ve yıllık kitin üretiminin 2000 metrik ton olduğu tahmin edilmektedir (Phillips ve Williams, 2000).

Kitin ilk olarak; 1811 yılında Fransız bilim adamı Henri Braconnat tarafından mantardan izole edilmesiyle, 1823'te Antoine Odier tarafından böceklerin kabuklarında

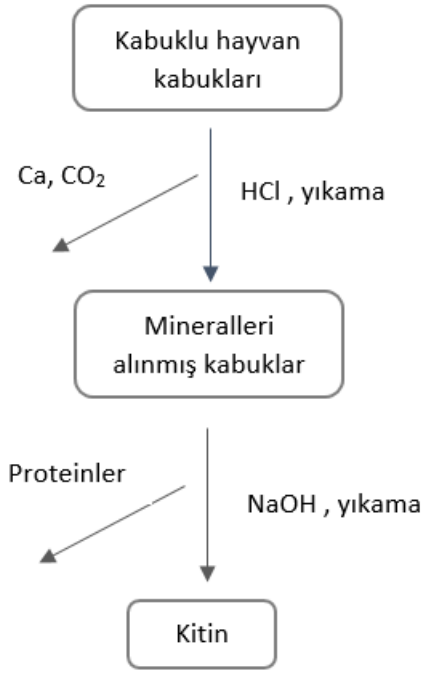
keşfedilmiştir. Kitosan ise 1859 yılında Charles Rouget tarafından bulunmuştur (Kim ve ark., 2008).

Doğrusal polimer olan kitin (1,4)-bağlı 2-asetamido-2-deoksi-β-D-glikozdan oluşur ve sulu solventlerde çözünmemektedir (Kjell ve Olav, 2006). *Crustaceae* kabuk artıklarının yapısında %30-40 oranında protein, %30-50 oranında kalsiyum karbonat, %20-30 oranında kitin bulunmaktadır (Cho ve ark.,1998). Doğada bulunan kitin ve kitosan kaynakları Çizelge 2.9.'da gösterilmiştir (Rinaudo, 2006).

Kitinin kabuklu deniz canlılarının kabuklarından ekstraksiyonu Şekil 2.20'de şematik olarak gösterilmektedir. Kabuklar, kalsiyum karbonatın ($CaCO_3$) çıkarılması için seyreltik asitle işlenmektedir. İkinci aşamada, kabuklar yüksek sıcaklıklarda alkali ile muamele edilerek proteinler uzaklaştırılmaktadır. Çözünmüş proteinler yıkandıktan sonra, kitin kurutulup ve öğütülmektedir (Kjell ve Olav, 2006).

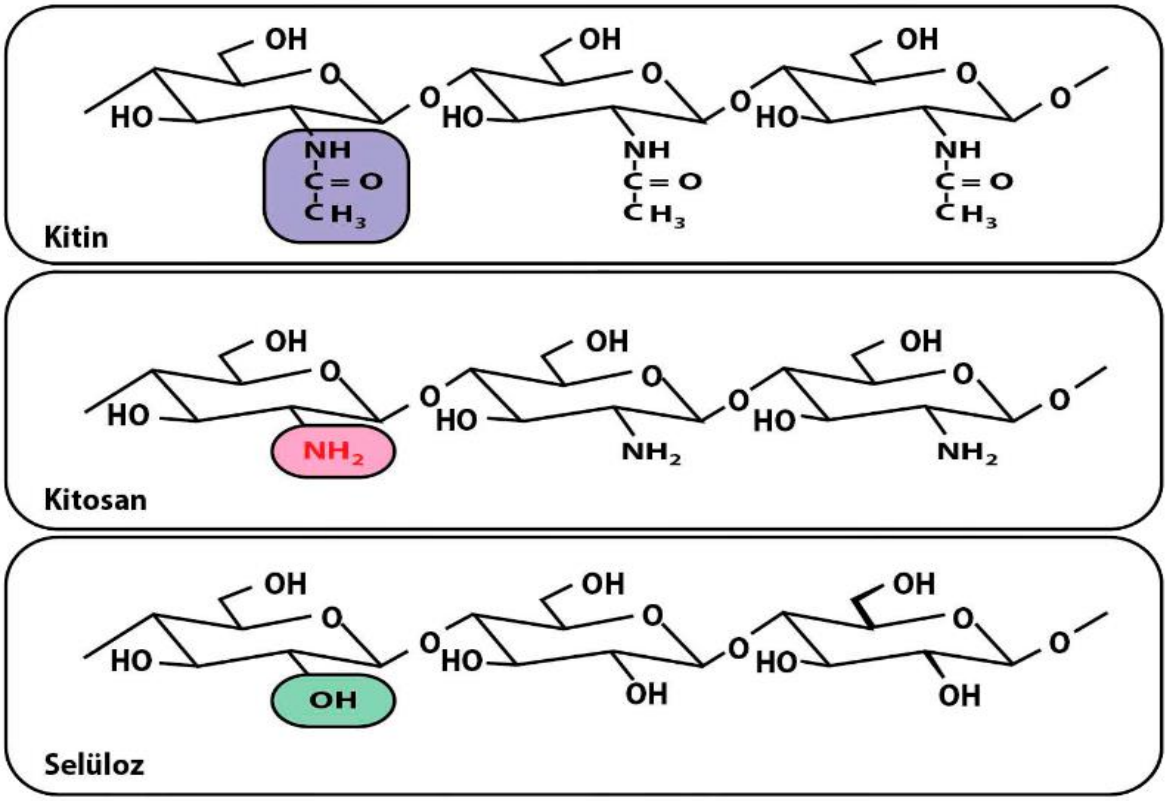
Çizelge 2.9. Kitin ve kitosanın bulunduğu kaynaklar

Deniz hayvanları	**Böcekler**	**Mikroorganizmalar**
Annelida	Akrep	Yeşil algler
Yumuşakçalar	Örümcek	Mayalar
Sölenterler	Karınca	Mantarlar
	Hamam böcekleri	Sporlar
Kabuklular • İstakoz • Yengeç • Karides		Kahverengi algler



Şekil 2.19. Kabuklu deniz hayvanlarının kabuklarından kitin izolasyonu

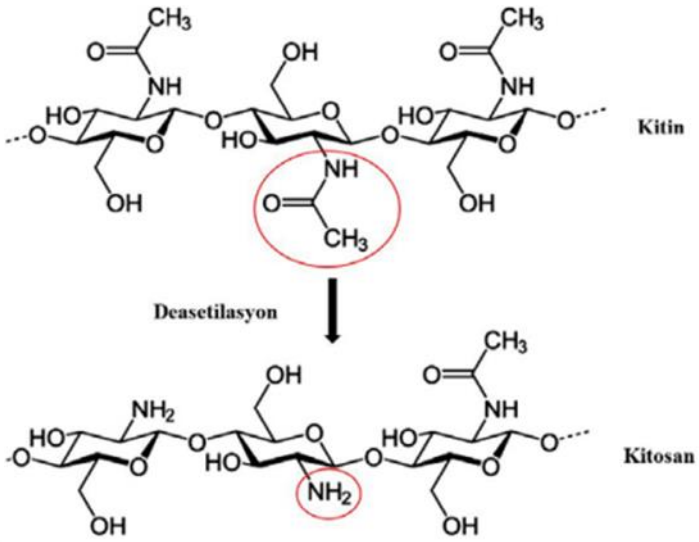
Kitin, monomerlerin konformasyonu ve ikili glikosidik bağlantılar bakımından selülozla birçok yapısal benzerliğe sahiptir. Kitosanlar, (1,4)-bağlı A birimleri ve 2-amino-2-deoksi-β- D-glikozdan oluşan doğrusal ikili kopolimerlerin bir ailesi olarak düşünülmektedir (Kjell ve Olav, 2006). Fakat kitin, kitosan ve selüloz yapısal olarak birbirine benzerlik gösterseler de aralarındaki fark C-2 pozisyonlarından kaynaklanmaktadır. C-2 pozisyonlarında selülozda hidroksil grubu, kitinde asetamid (-$NHCOCH_3$), kitosanda ise amin (-NH_2) grubu yer almaktadır. Kitosanda bulunan amin grubu çözünme esnasında (+) yük kazanır ve bundan dolayı da kitosan pozitif yüklü hale gelmektedir. Negatif yüke sahip yağlar, lipitler, metal iyonları, protein ve makromoleküllerle birlikte kitosanın pozitif yükleri arasında kimyasal olarak bağlanma gerçekleşmektedir. Bundan dolayı da kitosan ticari olarak önem kazanmış bir polimer haline gelmiştir. Kitin ve kitosan, sulu asetik asitteki çözünürlük farklılıklarına göre tanımlanabilmektedir; yani kitosan seyreltik asetik asitte çözünürken ve kitin çözünmemektedir (Kurita, 2006). Şekil 2.20'de selüloz, kitin ve kitosanın kimyasal yapıları görülmektedir (URL-6, 2023).



Şekil 2.20. Selüloz, kitin ve kitosanın kimyasal yapıları

Kitosan, kitinin deasetilasyonu ile meydana gelmektedir. Deasetilasyon işleminde, kitosanın yapısında bulunan reaktif amino (NH_2) grupları, asetil gruplarının uzaklaştırılması ile ortaya çıkar. Kitinin deasetilasyonu prensipte asidik veya alkali koşullar altında hidroliz yoluyla gerçekleştirilmektedir, ancak deasetilasyon için asidik koşulların kullanılması polisakkaritin ciddi şekilde bozulmasına neden olmaktadır. Bununla birlikte, kitinin asetamido grubu, alkalin hidrolize karşı nispeten dirençlidir, ancak kitindeki glikosidik bağlantıdan çok daha az dirençlidir, çünkü kitinden kitosan üretimi için gerekli şiddetli alkali koşullar sırasında yalnızca sınırlı bir bozunma meydana gelir (Kjell ve Olav, 2006).

Kitosanlar kitinden iki farklı yöntemle, homojen deasetilasyon ve heterojen deasetilasyon prosedürleriyle hazırlanabilmektedir. Homojen deasetilasyonda, sıcaklık heterojen prosese göre daha düşükken reaksiyon süresi daha uzundur. Kitinin deasetilasyonu sonucu kitosanın oluşumu Şekil 2.21'de gösterilmiştir (Ramya ve ark.,2014).



Şekil 2. 21. Kitinin deasetilasyonu sonucu kitosanın oluşum reaksiyonu

Kitosanın kimyasal sentez dışında mikrobiyal sentezide yapılmaktadır. *Mucor rouxii, Phycomyces blakesleeanus* gibi çeşitli organizmalar kullanılarak elde edilen ürün, *Aspergillus niger* kültür ortamına alındıktan sonra kitinin deasetilasyonu gerçekleştirilmektedir. 96 saat inkübasyona bırakılan bu kültür ortamından kitosan üretilmektedir (Elibol, 2008).

2.12.1. Kitosanın endüstride kullanım alanları

Endüstride kullanımı oldukça yaygınlaşan kitosan fiziksel ve kimyasal özelliklerinden dolayı gıda, ziraat, biyoteknoloji, kozmetik, medikal, su arıtımı ve fotoğrafçılıkta kullanılmaktadır (Tokatlı, 2016). Kitosanın gıda takviyesi olarak kullanımı için Gıda ve İlaç İdaresi (FDA) tarafından genel olarak güvenli (GRAS) durumu olarak tanınmaktadır (Kjell ve Olav, 2006). Kitosanın gıda endüstrisinde antimikrobiyel ve antioksidan etki sağlamak, esmerleşmeyi önlemek, emülsiyon oluşturmak, yenilebilir film oluşturmak, nem tutmak ve kıvam arttırmak için kullanımı gittikçe yaygınlaşmaktadır (Ütük, 2016). Kitosanın gıda sanayiinde uygulama alanları Çizelge 2.10'da gösterilmiştir (Shahidi ve ark., 1999).

Çizelge 2.10. Kitosanın gıda sanayiinde uygulama alanları

Uygulama Alanları	Örnekler
Antimikrobiyal ajan	▪ Bakteriosit ▪ Fungusit ▪ Tarımsal ürünlerde küf kirliliğinin ölçümü
Yenilebilir filmler	▪ Gıda ve çevre arasındaki kontrollü nem transferi ▪ Antioksidanların kontrollü salınımı ▪ Besin maddelerinin, aromaların ve ilaçların kontrollü salınımı ▪ Oksijen kısmi basıncının azaltılması ▪ Kontrollü solunum hızı ▪ Sıcaklık kontrolü ▪ Meyvelerde kontrollü enzimatik esmerleşme ▪ Ters ozmoz membranları
Katkı maddesi	▪ Meyve ve içeceklerde berraklaştırma ve asit giderme ▪ Doğal lezzet arttırıcı ▪ Doku kontrol maddesi ▪ Emülsifiye edici madde ▪ Gıda taklidi ▪ Koyulaştırıcı ve stabilizatör maddesi ▪ Renk stabilizasyonu
Besin kalitesi	▪ Diyet lifi ▪ Hipokolesterolemik etki ▪ Hayvancılık ve balık yemi katkı maddesi ▪ Lipid emiliminin azaltılması ▪ Tek hücreli protein üretimi ▪ Antigastrik ajan ▪ Bebek yemi içeriği
Katı malzemelerin geri kazanımı	Afinite flokülasyonu
Gıda işleme atıkları	Agarın fraksiyonlanması
Diğer uygulamalar	▪ Enzim immobilizasyonu ▪ Nutrasötiklerin kapsüllenmesi

2.12.2. Kitosanın yenilebilir film ve kaplama olarak kullanımı

Taze, dondurulmuş ve fabrikasyon gıdaların raf ömrünü uzatmak ve kalitesini artırmak için yenilebilir film ve kaplamaların kullanımı, çevre dostu ve biyolojik olarak parçalanabilir doğaları nedeniyle son birkaç yılda oldukça fazla incelenmektedir. Bu dış katmanlar veya filmler, gıda ürünlerindeki fizyolojik, morfolojik ve fizikokimyasal değişiklikleri kontrol etmek için tamamlayıcı ve bazen de temel araçlar sağlamaktadır. Filmlerin kaplanmasıyla gıdaların raf ömrünün uzatılmasında rol oynayan birçok mekanizma vardır. Film oluşturucu özelliklerinden dolayı kitosan gıda ambalajı olarak başarıyla kullanılmaktadır. Yarı geçirgen film oluşturma özelliğinden dolayı, kitosan kaplamanın iç atmosferi değiştirmesinin yanı sıra terleme kaybını azaltması ve meyvelerin olgunlaşmasını geciktirmesine imkan sağlamaktadır (Shahidi ve ark., 1999; Moreira ve ark., 2011).

Kitosanın çok sayıda mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal aktivite gösterdiği belirlenmiştir. Kitosanın antimikrobiyal etkisi; deasetilasyon ve polimerizasyon derecesi, içinde bulunduğu ürünün besin bileşimi ve çevre koşulları gibi iç faktörlerden etkilenmektedir. Yüksek oranda deasetile edilmiş kitosanın daha fazla antimikrobiyal etki gösterdiği bazı çalışmalarla kanıtlanmıştır (Moreira ve ark., 2011).

Kitosanın en çok kullanıldığı şekli film ve kaplama materyali halindedir. Meyve ve sebzelerin kalitesinin korunması ve raf ömrü süresinin arttırılması için yaygın şekilde kullanılmaktadır. Yarı geçirgen olan kitosan filmi aynı zamanda esnek, sert, dayanıklı ve kolay yırtılmayan bir özellikte olması da önemli avantajlarındandır. Kitosan meyve ve sebzelerde kullanımının sonucu olarak su kaybı azalmakta, solunum kontrol edilmekte ve meyvelerde olgunlaşmayı geciktirmektedir (Çınar, 2019).

2.12.3. Kitosan ile hazırlanan yenilebilir film ve kaplamayla ilgili çalışmalar

Krasaekoopt ve Mabumrung (2008), yenilebilir metil selüloz kaplamaya antimikrobiyal katkı maddesi olarak kitosan eklenmesinin taze kesilmiş kavunun mikrobiyolojik kalitesi üzerindeki etkinliğini araştırmıştır. Kaplama çözeltileri sırasıyla %0, %1, 1.5 ve %2

kitosan içeren %3 metil selüloz ve %2 gliserol karışımlarından oluşturulmuştur. Numuneler 15 gün boyunca 10°C'de saklanmıştır. Depolama sırasında, mezofilik aeroblar, psikrotroflar, laktik asit bakterileri, maya ve küf, *Staphylococcus aureus*, toplam koliformlar, *Escherichia coli* ve *Salmonella* spp.'nin mikrobiyolojik analizi için her beş günde bir analizleri yapılmıştır. Taze kesilmiş kavunun metil selüloz kaplamasına %1.5 ve %2 oranında kitosan uygulanması, ürünlerde daha iyi bir mikrobiyolojik kalite elde edilmesini sağlamıştır. Kitosan, mezofilik aerob (3.3 log kob g^{-1}), psikrotroflar (3.9 log kob g^{-1}), laktik asit bakterileri (3.1 log kob g^{-1}), maya ve küflerin (1.1 log kob g^{-1}) ve toplam koliform (3.8 log kob g^{-1}) gelişimini azaltmıştır.

Hernandez-Munoz ark. (2006) tarafından yapılan çalışmada, çilekler (Fragaria x ananassa Duch.), %1 kalsiyum glukonat daldırmaları, %1.5 kitosan kaplamaları veya %1.5 kitosan+%1 kalsiyum glukonat içeren bir kaplama formülasyonu ile muamele edilerek, 20 ˚C'de 4 gün saklanmıştır. Uygulamaların etkinliğini tespit etmek için, mantar çürümesi oranı, ağırlık kaybı, sertlik, dış renk, pH, titre edilebilir asitlik ve çözünür katı içeriği değişimleri gözlemlenmiştir. Kitosan kaplamalar, sertliğini korumaları ve dış renklerindeki değişiklikleri geciktirmelerinden de anlaşılacağı üzere, çileklerin olgunlaşmasını önemli ölçüde yavaşlatmıştır.

Hasat sonrası soğuk depolama sırasında taze meyve kalitesini ve güvenliğini daha iyi koruyacak çevre dostu, sağlıklı tedaviler bulmak amacıyla bergamot esansiyel yağı içeren ve içermeyen hidroksipropilmetilselüloz (HPMC) veya kitosan (CH) bazlı biyolojik olarak parçalanabilir kaplamalar, sofralık üzümlere uygulanmıştır. Soğuk depolama boyunca örneklerin fizikokimyasal özellikleri (ağırlık kaybı, °Brix, toplam fenoller, antioksidan aktivite, renk ve doku), solunum oranları ve mikrobiyal sayıları belirlenmiştir. Bergamot yağı içeren kitosan kaplamalar, solunum hızlarını engellemede saf CH ve HPMC kaplamalardan daha etkili olarak bulunmuştur. Sofralık üzümler için en çok tavsiye edilen kaplama CH içeren bergamot yağı olarak belirtilmiştir. Bunun sebebinin ise yüksek antimikrobiyal aktiviteye sahip olması ve depolama sırasında su kaybı kontrolünün olması olarak vurgulanmıştır (Sánchez-González ve ark., 2011).

Pranoto ve ark. (2005) tarafından yapılan bir çalışmada, sarımsak yağı içeren kitosan yenilebilir filmin antimikrobiyal etkisi, çeşitli konsantrasyonlarda geleneksel gıda koruyucusu potasyum sorbat ve bakteriyosin nisin ile karşılaştırılmıştır. Antimikrobiyal aktivite, *Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Salmonella typhimurium, Listeria monocytogenes* ve *Bacillus cereus* gibi gıda patojeni bakterilere karşı test edilmiştir. S. *aureus, L. monocytogenes* ve *B. cereus* üzerine antimikrobiyel etki gösteren kitosan filmlerden en güçlü antimikrobiyel etkiyi sarımsak yağı içeren kitosan filmlerin gösterdiğini bildirmişlerdir.

Dilimlenmiş mango %0, %0.5, %1 veya %2 kitosanın sulu çözeltileri ile kaplanarak; plastik tepsilere yerleştirildikten sonra üzeri PVDC (poliviniliden diklorür) filmle sarılıp 6 °C'de saklanmıştır. Tat, renk ve su kaybı gibi duyusal niteliklerdeki değişiklikler değerlendirilmiştir. Kitosan kaplama su kaybını ve duyusal kalitedeki düşüşü geciktirerek çözünebilir katı içeriği, titre edilebilir asitliği ve askorbik asit içeriğini arttırmış, ayrıca mikroorganizmaların büyümesini de engellemiştir (Chien ve ark., 2007).

Moreira ve ark. (2011) tarafından yapılan çalışmada kitosan yenilebilir kaplamasının soğutulmuş brokolinin mikrobiyolojik ve duyusal kalitesi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Kitosanın doğal mikroflora (mezofilik, psikrotrofik, maya ve küfler, laktik asit bakterileri ve koliformlar) üzerindeki ve brokoliye inokule edilen *E. coli* O157:H7'nin hayatta kalması üzerindeki antimikrobiyal etkileri değerlendirilmiştir. Bu deneyin sonuçları, kitosan kaplamanın kullanımının, minimal düzeyde işlenmiş brokolide bulunan mikroorganizmaların kontrol edilmesinde ve duyusal kalitesinin iyileştirilmesinde geçerli bir alternatif olduğunu göstermiştir.

2.13. Yenilebilir film ve kaplamaların esansiyel/uçucu yağ ile birlikte kullanımı

Taze/taze kesilmiş meyve ve sebzelerin raf ömrünü uzatmak için yenilebilir kaplamaların kullanılması yaygın olarak kabul edilen bir yaklaşımdır. Yenilebilir kaplamaların uygulanması ve ardından düşük sıcaklıkta depolama, raf ömrünü uzatmakta, kaliteyi korumakta ve genel hasat sonrası kayıpları azaltmaktadır. Bazen kaplamalar istenen tüm etkileri sağlayamayabilir ve bu da olası iyileştirmelerin araştırılması ihtiyacını

doğurabilir. Geçtiğimiz birkaç yılda, taze/taze kesilmiş meyve ve sebzelerde kullanılmak üzere yenilebilir kaplamalara esansiyel/uçucu yağların katılmasında artan bir eğilim olmuştur (Yousuf ve ark., 2021).

Esansiyel/uçucu yağlar, güçlü bir kokuya sahip olan ve aromatik bitkiler tarafından ikincil metabolitler olarak üretilen uçucu, doğal olarak oluşan karmaşık bileşiklerdir ve bitkinin kendisinin savunmasında önemli bir rol oynamaktadırlar. Uçucu yağlar, antibakteriyel, antifungal ve böcek öldürücü aktiviteleri gibi özelliklerinden dolayı büyük ölçüde kullanılmaktadır. Bitki materyallerinden elde edilen uçucu yağlar, patojenlere ve gıdayı bozan bakterilere karşı etkili olduğu gösterilen GRAS maddeleridir (Hager ve ark., 2019). Esansiyel/uçucu yağın doğrudan gıdaya uygulanması genellikle tercih edilmemektedir; çünkü meyve ve sebzelerin tadını ve kalitesini değiştirebilmektedir. Doğrudan kullanım durumunda uçucu yağın etkili dozları kabul edilebilir duyusal sınırları aşabilmektedir. Bu nedenle olumsuz organoleptik etkilerin azaltılmasına yönelik en iyi yaklaşımlardan biri bunların yenilebilir kaplamalar gibi taşıyıcılar yoluyla uygulanmasıdır (Yousuf ve ark., 2021).

Esansiyel yağların polimerik kaplama matrisine doğrudan uygulanmasından ziyade dahil edilmesinin faydası, antimikrobiyal bileşiklerin difüzyon hızını yavaşlatması ve bunların doku ile daha uzun süre temas halinde kalmasına izin vermesidir. Bunların yenilebilir filmlere ve kaplamalara dahil edilmesi, antioksidan ve antimikrobiyal etkinliklerinin yanı sıra emülsifikasyon sürecine de yardımcı olabilmektedir (Yousuf ve ark., 2021).

Sertlik, tüm meyveler ve bazı sebzeler için en önemli kalite özelliklerinden biridir. Bu nedenle doku yumuşaması, meyvelerin ve sebzelerin görsel kalitesini etkileyen ve raf ömrünü kısaltan ciddi bir sorundur. Meyve ve sebzelere yönelik kaplama formülasyonlarına esansiyel yağların eklenmesi, dokunun sıkılığı üzerinde kayda değer bir etkiye sahiptir (Carvalho ve ark., 2016).

Taze ve taze kesilmiş ürünlere yenilebilir kaplamanın uygulanması, solunum oranlarını ve yaşlanmayı azaltmak için kullanılmaktadır. Yapılan bir çalışmada, esansiyel yağlar içeren yenilebilir kaplamalar kullanılmış ve örnekleri içeren paketlerin üst boşluğundaki

gaz bileşimini ölçerek solunum üzerindeki etkisini değerlendirilmiştir. Yenilebilir kaplamaların, meyve veya sebzelerde modifiye atmosfer oluşturabildiği görülmüştür (Rojas-Graü ve ark., 2007).

Esansiyel yağlarla yapılan kaplamalar metabolizmanın yavaşlamasına neden olarak meyvelerin raf ömrünü uzatmaktadır. Esansiyel yağlarda bulunan bileşiklerin dokunun metabolik aktivitesi üzerindeki etkisinden dolayı meyvenin olgunlaşmasında bir gecikmeye neden olmaktadır (Chiabrando ve Giacalone, 2015).

Meyve ve sebzelerde görsel görünüm ve renk, müşterinin kalite algısını doğrudan etkileyen önemli kalite kriterlerindendir. Hosseini ve ark. (2019), kamkat meyvelerini esansiyel yağ içeren kaplamayla muamele etmiş ve 30 gün depolama sonucunda renkte hiçbir değişiklik görülmemiştir. Kaplanmamış olan meyvelerde ise bazı beyaz lekeler oluştuğunu gözlemlemiştir.

Azarakhsh ve ark. (2014) kaplamasız taze kesilmiş ananas ile herhangi bir esansiyel yağ içermeyen aljinat kaplamayla kaplanmış ananasların mikroorganizma sayılarında önemli bir fark olmadığını belirtmiştir.

2.13.1. Yenilebilir film ve kaplamaların esansiyel/uçucu yağ ile birlikte kullanımı ile ilgili çalışmalar

Ramos-García ve ark. (2012) tarafından yapılan çalışmada, balmumu (%0.1), oleik asit (%1.0) ve limon veya kekik esansiyel yağı (%0.1) ile karıştırılan çeşitli kitosan bazlı formülasyonlar (%1) hazırlanıp domateslere uygulanmıştır. 12 °C ve 25 °C depolama sıcaklıklarında saklandıktan sonra *R. stolonifer* ve *E. coli* DH5α mikroorganizmaları için kontrol yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre en iyi kaplamalar kitosan (%1) + balmumu (%0.1)+limon esansiyel yağı (%0.1) olmuştur, çünkü *R. stolonifer* ve *E. coli* DH5α büyümesi gerçekleşmemiştir. Balmumu ve misket limonu esansiyel yağı içeren kitosan bazlı yenilebilir kaplamanın uygulanması, bu önemli patojenik mikroorganizmaları kontrol etmek için çevre dostu bir alternatif olduğundan umut verici olarak nitelendirilmiştir.

Dolmalık biber için yenilebilir bir kaplama olarak limon otu esansiyel yağının kitosan ile birleştirilmesinin etkinliği incelenmiştir. Ağırlık kaybı, sertlik, renk, katı madde miktarı ve titre edilebilir asitlik ile belirlenen meyvelerin kalitesi, depolama boyunca yalnızca kitosan kaplamayla ve esansiyel yağ ile kombinasyon halinde muhafaza edilmiştir. İn vivo sonuçlar, yenilebilir bir kaplama olarak %1.0 kitosan+%0.5 esansiyel yağ uygulamasının meyve kalitesini korumada önemli ölçüde daha iyi olduğunu göstermiştir (Ali ve ark., 2015).

Dong ve Wang (2017) tarafından yapılan çalışmada, karboksimetil selüloz (CMC)/sarımsak esansiyel yağı (GEO) kompozit kaplamalarının 20 °C'de ve %35-40 bağıl nemde depolanan çileklerin kalitesini iyileştirmedeki etkileri belirlenmiştir. CMC/GEO kompozit kaplamaların etkilerini bulmak için çilekler CMC, CMC+GEO (%1), CMC+GEO (%2), CMC+GEO (%3) ile kaplanarak depolanmış, kaplanmamış çilekler ise kontrol grubu olmuştur. CMC/GEO kompozit kaplamaların etkinliği, ağırlık kaybı, bozunma yüzdesi, askorbik asit, toplam fenoller, antosiyaninler, titre edilebilir asitlik, toplam çözünür katı madde ve duyusal değerlendirme ölçülerek değerlendirilmiştir. 6 günlük depolamanın ardından CMC+GEO (%2) kompozit kaplamaların çileklerin yaşlanmasını azaltmada ve besin içeriğini korumada çok etkili olduğu bulunmuştur.

Hasat sonrası kitosan nanopartikülleri ve kitosan içerisine katılan *Zataria multiflora* (Shirazi kekik) esansiyel yağı (ZEO) ile yapılan uygulamanın depolama sırasında bütün salatalıkların raf ömrünün uzatılması ve antioksidan aktiviteleri üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Kaplanmış ve kontrol salatalıkları 21 gün boyunca %90-95 bağıl nem ile 10±1 °C'de saklanmıştır. Depolama sırasında ağırlık kaybı, sertlik, solunum hızı, DPPH aktivitesi, indirgeme gücü ve mikrobiyal sayımlar açısından önemli farklılıklar elde edilmiştir. Esansiyel yağ ve kitosan ile muamele yapılmış olan salatalıklarda kontrol meyvesi ile karşılaştırıldığında önemli ölçüde daha yüksek seviyelerde DPPH aktivitesi ve indirgeme gücü bulunmuştur (Mohammadi ve ark., 2016).

Rodriguez-Garcia ve ark., (2016), pektin kaplamalara uygulanan kekik esansiyel yağının, *Alternaria alternata* gelişiminin inhibisyonu, antioksidan içeriği ve domateslerin duyusal

kabul edilebilirliği üzerindeki etkisini değerlendirmiştir. Uygulanan tüm kekik esansiyel yağı konsantrasyonları (15.7, 25.9 ve 36.1 g/l) *A. alternata*'nın in vitro büyümesini inhibe ederken, in vivo etkili konsantrasyonlar 25.9 ve 36.1 g/l olmuştur. Ek olarak, kaplamalı domateslerde kontrollerle karşılaştırıldığında toplam fenollerde ve antioksidan aktivitede bir artış bulunmuştur. Sonuç olarak, pektin-kekik esansiyel yağ kaplamaları antifungal etki göstermiş ve domateslerin duyusal kabul edilebilirliğini olumsuz etkilemeden antioksidan aktiviteyi arttırmıştır.

Jahadi ve Azimzadeh, (2018) tarafından yapılan çalışmada *Laurus nobilis* ekstraktı ve yenilebilir kitosan kaplamasının birlikte mikrobiyal, kimyasal ve duyusal analizler ile kajunun raf ömrüne olan etkisi incelenmiştir. %0, %0.5 ve %1'den oluşan farklı oranlarda ekstrakt ve kitosan kaplaması kullanılmıştır. Kajular bu solüsyonlara daldırılıp daha sonra polietilen terefitalat kaplarda muhafaza edilmiştir. Sonuçlara göre ekstrakt ve kitozan ile kaplanmış meyvelerde peroksit değerlerinde önemli miktarda azalma gözlemlenmiştir. Küf, maya ve mezofilik bakterilerde de önemli oranda düşüş görülmüştür. Bu çalışmalar sonucunda, ekstrakt ve kitosan; kaplanmış meyvelerin raf ömründe gözle görülebilir ölçüde kuvvetli bir koruyucu etkisi göstermiştir.

Naeem ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada, guar gam ve esansiyel yağlar (rezene, kişniş ve defne yaprağı) ile solüsyonlar hazırlanmış ve mango meyveleri bu solüsyonlara daldırılıp, 10 ºC'de ağzı kapalı poşetlerde bekletilmiştir. Esansiyel yağ ile kaplanmış meyveler, yüksek oranda antimikrobiyal özelliğe sahip olmuş ve buna bağlı olarak da düşük miktarda bakteri tespit edilmiştir.

2.14. Domates/çeri domateste uçucu yağ ile birlikte kullanılan yenilebilir film ve kaplamaların raf ömrüne etkisi üzerine yapılan çalışmalar

Çeri domateslerin (*Solanum lycopersicum* L.) popülerliği son yıllarda göze çarpmaktadır. Antioksidan kapasiteleri ve fitokimyasal (örnek; likopen, betakaroten, polifenoller vb.) bileşenleri bakımından oldukça zengin kabul edilen domatesler sağlık yönünden de mükemmel olarak nitelendirilmektedir (Pinheiro ve ark., 2013). Klimakterik bir meyve olarak çeri domatesin hasat sonrası ömrü nispeten kısadır ve genellikle terleme, hasat

sonrası hastalıklar, artan olgunlaşma ve yaşlanma nedeniyle sınırlıdır (Fagundes ve ark., 2014). Birçok çalışmada çeri domatesi için, kaplama formülasyonunun tek başına veya bitki özleri, uçucu yağlar ve diğer sentetik olmayan antimikrobiyal maddelerle kombinasyonu halinde yenilebilir film ve kaplamaların hasat sonrası uygulaması dikkate alınmıştır (Guerra-Sánchez ve ark., 2009). Bu çalışmalar, FAO (Food and Agriculture Organization)'a göre dünya çapında en çok tüketilen ikinci taze ürün olan domatesler için dönüm noktası olmuştur. Domatesin raf ömrünün uzatılması, özellikle kırsal ve uzak ekim alanlarındaki zayıf lojistik sorununun telafi edilmesi ve dolayısıyla gıda israfının azaltılmasına katkıda bulunulması açısından büyük endüstriyel öneme sahiptir.

Guerra ve ark. (2015) tarafından yapılan çalışmada nane uçucu yağı ile birlikte kitosan kullanımının çeri domateslerdeki küflere olan etkisi incelenmiştir. 25 ^{o}C'de 12 gün ve 12 ^{o}C'de 24 gün depolama yapılarak fizikokimyasal ve duyusal analizler yapılmıştır. Duyusal analizlerde kaplanmış ve kaplanmamış domatesler arasında puanlandırma yapan kişiler, kaplanmış domateslerin 12 gün sonunda hala yenilebilirliğinin olduğunu söylemişlerdir. Antimikrobiyal analizler için *Aspergillus niger, Botrytis cinerea, Penicillium expansum* ve *Rhizopus stolonifer* küfleri incelenmiştir. Esansiyel yağ ve kitosan ile kaplanmış domateslerin küflenme zamanı 24 günden fazla sürerken, kaplanmamış olan kontrol grubunun küflenmesi 9 gün sürmüştür.

Buendia ve ark. (2019) tarafından yapılan çalışmada, β-siklodekstrin ile birlikte 3 farklı esansiyel yağ (karvakrol, kekik ve tarçın) ile kaplama maddesi hazırlanmış, aktif paketleme ile birlikte kaplama maddesinin çeri domatesin ağırlık kaybı, kuru madde miktarı, pH, titrasyon asitliği ve renk indeksine olan etkileri incelenmiştir. Duyusal analizler sonucunda 12.güne kadar kaplanmış olan domateslerin kabul edilebilirlik seviye puanı ortalama 10 üzerinden 8.2 olurken, 24.gün sonunda bu seviye 10 üzerinden 6.4'e gerilemiştir. Kabul edilmeyen özellik sertliğinin azalması olarak söylenmiştir.

Jo-Kwon ve ark. (2017) tarafından yapılan başka bir çalışmada, kekik esansiyel yağı ve polivinil alkolden bir film kaplama materyali oluşturulmuş ve aktif paketleme ile çeri domateslere uygulanmıştır. Film kaplamanın *Salmonella enterica*, toplam küf-maya ve mezofilik bakterilerdeki etkisi incelenmiştir. 4 ^{o}C ve 22 ^{o}C'de, 0, 1, 3, 5, ve 7 günlerde

duyusal, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, kaplanmış olan çeri domateslerde *S. enterica* için 4.7 log düşüş, küf-maya için 3.8 log düşüş, mezofilik bakteriler için 1 log düşüş olduğu söylenmiştir. Duyusal analizler sonucunda tekstürel olarak kontrol ve kaplanmış domatesler arasında bir fark görülmediği söylenmiştir. Aynı şekilde kaplanmış olan domateslerin renklerinde de önemli bir fark görülmediği belirtilmiştir.

Robledoa ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada, kekik yağı kinoa proteini ve kitosan bir film kaplama materyali haline getirilip, çeri domateslere uygulanmıştır ve antifungal özellikleri incelenmiştir. *Botrytis cinerea* antifungal etki için kullanılmıştır. 5 ^{o}C'de 7 gün boyunca iki grup şeklinde depo edilen domateslerde 7 günün sonunda; film kaplanmış grupta *B. cinerea*'da 7. gün sonunda 6.45 log düşüş görülmüştür.

Yapılan başka bir çalışmada kiraz domateslere *Origanum vulgare* – kekik esansiyel yağı (1.25 µl/ml) ile kitosan (4 mg/ml) uygulanmış ve depolama sonunda meyve kalitesi üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Kiraz domateslerin yarı kısmı oda sıcaklığında (25 °C'de 12 gün) ve diğer kısmı da soğuk depoda (12 °C'de 24 gün) depo edilmiştir. Araştırma sonunda kitosan ve esansiyel yağ ile kaplamanın *Rhizopus stolonifer* (Rhizopus çürüklüğü) ve *Aspergillus niger*'e (Siyah küf hastalığı) karşı direkt olarak öldürücü etkisi saptanmıştır. Soğuk depoda muhafaza edilen, kitosan ve esansiyel yağ ile kaplı domateslerin likopen, askorbik asit, sitrik asit, glikoz ve fruktoz değerlerinde oda sıcaklığında muhafaza edilen kaplı meyvelere oranla daha uzun bir süre sonunda düşüş meydana geldiği gözlenmiştir. Ayrıca oda sıcaklığında ve soğuk depo sıcaklıklarında muhafaza edilen, kitosan ve esansiyel yağ ile kaplanan meyvelerin, kaplanmamış meyvelere kıyasla daha yüksek sertlik ve daha düşük ağırlık kaybı gösterdiği belirtilmiştir (Barreto ve ark., 2016).

Yapılan çalışmalarda domatesin raf ömrünü uzatmaya ve kalitesini arttırmaya yönelik çeşitli kaplama maddesi ve uçucu yağ kullanılmasına rağmen, fizikokimyasal açıdan yüksek kalitede olan defne uçucu yağıyla ilgili çalışmalara rastlanılmamıştır. Bu nedenle bu çalışma kapsamında kitosan, sodyum aljinat ve defne uçucu yağıyla hazırlanan

kaplama maddesinin çeri domateslerin fiziksel ve kimyasal özellikleri, mikrobiyel inaktivasyonu ve raf ömrü üzerine etkisinin değerlendirilmesi hedeflenmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Bitkisel materyal

Araştırmada, Türkiye'nin Akdeniz, Ege, Marmara ve Karadeniz Bölgelerinde 94 farklı noktadan toplanan 94 defne genotipine ait tohumlardan üretilen fidanlardan kurulan defne gen bahçesinde bulunan bitkiler çalışmada bitki materyal olarak kullanılmıştır (Şekil 3.1). 5 ve 76 numaralı defne bitkisi ağaçta yaprak olmadığı için temin edilememiştir. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü'ne bağlı Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde bulunan ve aşağıda bilgileri verilen defne bahçesinde bulunan fidanlar etiketlenerek genomik ve fenomik analizlerde kullanılmıştır. Toplanan defne populasyonlarına ait pasaport bilgileri aşağıda Çizelge 3.1'de verilmiştir.

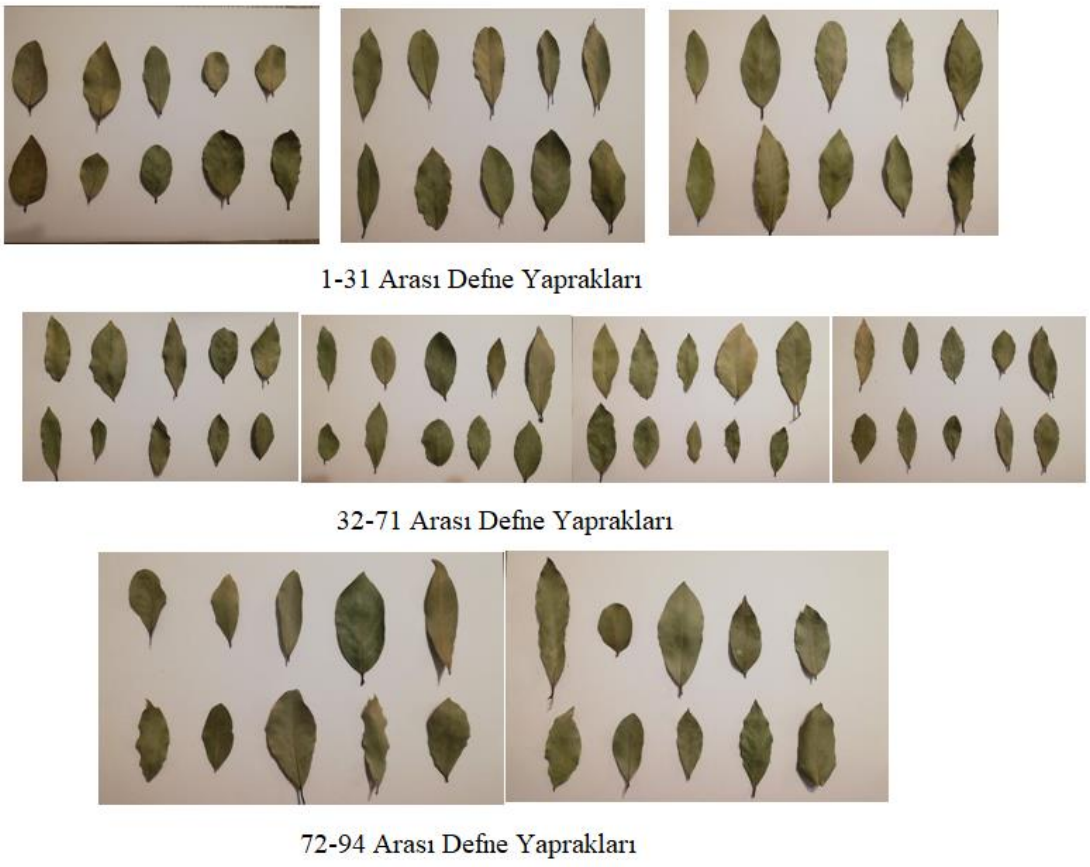
Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan defne ekotiplerine ait pasaport bilgileri

No	İl	İlçe	Lokasyon	Yükseklik (m)
1	Hatay	Samandağı	Yoğunoluk	317
2	Hatay	Yayladağı	Yeşiltepe	696
3	Hatay	Antakya	Harbiye	188
4	K.maraş	Andırın	Gökçeli	971
5	Adana	Kozan	Eskimontaj	222
6	Mersin	Toroslar	Musalı	570
7	Mersin	Erdemli	Esenpınarı	783
8	Mersin	Silifke	Demircili	411
9	Mersin	Anamur	Korucuk	116
10	Antalya	Gazipaşa	Demirtaş	281
11	Antalya	Manavgat	Sarılar	2
12	Antalya	Aksu	Isparta yolu	22
13	Antalya	Kemer	Göynük	19
14	Antalya	Kumluca	Kumluca	380
15	Antalya	Demre	Gürses	377
16	Muğla	Fethiye	Gökben	503
17	Muğla	Ula	Portakallı	77
18	Muğla	Marmaris	Marmaris	53
19	Muğla	Milas	Kemerköy	23
20	Aydın	Kuşadası	Dilek Yarımadası	59
21	İzmir	Urla	Bademli	100

22	İzmir	Karaburun	Ambarseki	163
23	Giresun	Merkez	Mezarlık	2
24	Giresun	Bulancak	Küçüklü	10
25	Giresun	Eynesil	Çavuşlu	10
26	Trabzon	Çarşıbaşı	Büyükdere	170
27	Rize	Pazar	Liman	5
28	Trabzon	Yomra	Kaşüstü	129
29	Trabzon	Merkez	Değirmendere	22
30	Ordu	Fatsa	Bolaman	5
31	Ordu	Merkez	Altınordu	5
32	Samsun	Merkez	Barıncık	21
33	Samsun	Ondokuzmayıs	Geleriç	2
34	Samsun	Bafra	Kelikler	8
35	Samsun	Alaçam	Yukarıelma	15
36	Samsun	Alaça	Esentepe	249
37	Samsun	Yakakent	Merkez	15
38	Sinop	Gerze	Merkez	7
39	Sinop	Erfelek	Merkez	169
40	Sinop	Merkez	Osmaniye	115
41	Sinop	Ayancık	Dervent	61
42	Sinop	Türkeli	Merkez	30
43	Kastamonu	Merkez	Ginolu	70
44	Kastamonu	Abana	Merkez	12
45	Kastamonu	İnebolu	Gemiciler	62
46	Kastamonu	Doğanyurt	Kayran	233
47	Kastamonu	Cide	Aydıncık	145
48	Kastamonu	Cide	Kuşçu	16
49	Bartın	Kurucaşile	Kapısuyu	147
50	Bartın	Amasra	Kaleşah	145
51	Bartın	Merkez	Karasu	23
52	Zonguldak	Merkez	Gökgöl	164
53	Zonguldak	Kilimli	Çamlık	88
54	Zonguldak	Merkez	Kozlu	46
55	Zonguldak	Alaplı	Merkez	20
56	Zonguldak	Ereğli	Gülüç	9
57	Düzce	Akçakoca	Merkez	10
58	Sakarya	Karasu	Yenimahalle	61
59	Sakarya	Kaynarca	Merkez	48
60	Kocaeli	Kandıra	Ağva yolu	51
61	İstanbul	Ağva	Küçükaşağı	96
62	İstanbul	Şile	Merkez	16
63	İstanbul	Beykoz	Merkez	214
64	Kocaeli	Gölcük	Başiskele	9
65	Kocaeli	Karamürsel	Kaytazdere	29
66	Yalova	Merkez	Soğucak	29
67	Yalova	Çınarcık	Merkez	5

68	Bursa	Gemlik	Kurşunlu	12
69	Bursa	Mudanya	Merkez	4
70	Balıkesir	Erdek	Ocaklar	4
71	Balıkesir	Bandırma	Edincik	200
72	İzmir	Selçuk	Şirince	339
73	İzmir	Tire	Başköy	305
74	Aydın	Merkez	Efeler	59
75	Aydın	Sultanhisar	Salavatlı	74
76	İzmir	Dikili	Kabakum	73
77	Balıkesir	Ayvalık	Merkez	77
78	Balıkesir	Altınoluk	Merkez	11
79	Çanakkale	Küçükkuyu	Mıhlı	7
80	Çanakkale	Merkez	Güzelyalı	4
81	Çanakkale	Lapseki	Merkez	19
82	Çanakkale	Eceabat	Alçıtepe	80
83	Tekirdağ	Merkez	Barbaros	15
84	Tekirdağ	Şarköy	Gaziköy	25
85	Tekirdağ	Şarköy	Mürefte	11
86	Tekirdağ	Şarköy	Merkez	11
87	Tekirdağ	Merkez	Değirmenaltı	8
88	İstanbul	Fatih	Gülhane	41
89	İstanbul	Adalar	Büyükada	3
90	İstanbul	Üsküdar	Fethipaşa	87
91	Bursa	İznik	Hocaköy	185
92	Yalova	Merkez	Elmalık	78
93	Bursa	Mustafakemalpaşa	Akçapınar	39
94	İzmir	Menemen	ETAE	10

Toplanan defne yaprağı örnekleri toplanır toplanmaz yaş haliyle morfolojik ölçümleri yapılmıştır. Daha sonra yapraklar 35 ^{o}C'de kurutularak yapılacak analizler için polipropilen torbalarda saklanmıştır.



Şekil 3.1. 94 adet defne yaprağı örnekleri

Çeri domates örnekleri Sivas toptan sebze ve meyve halinden temin edilmiştir (Şekil 3.2). Laboratuvara getirilen numuneler o gün hazırlanmış olan kaplama materyaliyle kaplanıp, 4 ºC ve 25 ºC'de depolanmıştır.

Şekil 3.2. Kaplanmamış taze çeri domates örnekleri

3.1.2. Kimyasal materyal

- Etanol, Hekzan, Sodyum Karbonat, Gliserin (%99.5 saflıkta) → Tekkim Kimya San. Tic. Ltd. Şti, Bursa
- Metanol, Potasyum Peroksidisülfat → Carlo Erba Reagents, Almanya
- Tween 80, 2,2 difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH), (±)-6-Hidroksi-2,5,7,8-tetrametilkroman-2-karboksilik asit (Troloks), 2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiyazolin-6-sülfonik asit) diamonyum tuzu (ABTS) → Tokyo Chemical Industry, İsviçre
- Gallik Asit → Isolab, İstanbul
- Folin–Ciocalteu reaktifi → AFG Bioscience, ABD
- Kitosan (%91.3 saflıkta) → BLD Pharm, Almanya
- Sodyum Aljinat, Asetik Asit → Sigma Aldrich, ABD
- Aseton → Yasin Teknik, İstanbul
- Bakteriyolojik pepton → Guangdong Huankai Microbial Sci.&Tech.Co.Ltd, Çin
- Triptik soya agar (TSA)→ Biokar Diagnostics, Fransa
- Patates dekstorz agar (PDA) → Condalab, İspanya

firmalarından temin edilmiştir.

3.1.3. Test kültürleri

Çalışmada mikrobiyolojik analizlerde kullanılan Bacillus *cereus* (ATCC 11778), *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Escherichia coli* (ATCC 25922) ve *Salmonella enterica* (ATCC 14028) Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Mikrobiyoloji Laboratuvarından temin edilmiştir. Analizler öncesi *B. cereus, S. aureus, S. enterica* ve *E. coli* 37±2 °C'de, 18-24 saat Triptik Soy Broth (TSB) besiyerinde iki kez geliştirilerek aktive edilmişlerdir.

3.1.4. Kullanılan alet ve ekipmanlar

Araştırmanın çeşitli basamaklarında, hassas terazi (OHAUS PrSeries, İviçre), baharat öğütücü (Sinbo SCM2934, İstanbul) ve (Emir Makine, İstanbul), UV-VIS

Spektrofotmetre (PG Instrument, T60, İngiltere), santrifüj (Hermle Z327K, Almanya), vorteks (Velp Scientifica, İtalya), otoklav (HMC HV-85L, Almanya), steril kabin (Esco, Classic II BSC, Singapur), ısıtıcılı manyetik karıştırıcı (Stuart, İngiltere), saf su cihazı (Merck, Millipore, Almanya), pH metre (İnolab 7110, İstanbul), buzdolabı (Vestel NF 45001, Türkiye), mantolu balon ısıtıcı (Weightlab instruments, İstanbul), çalkalamalı su banyosu (Mikrotest, İstanbul), Renk analizi cihazı (Minolta CR300, Japonya), Refraktometre (Hanna HI96801, Türkiye), clevenger düzeneği (Çalışkan Lab, Ankara) kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

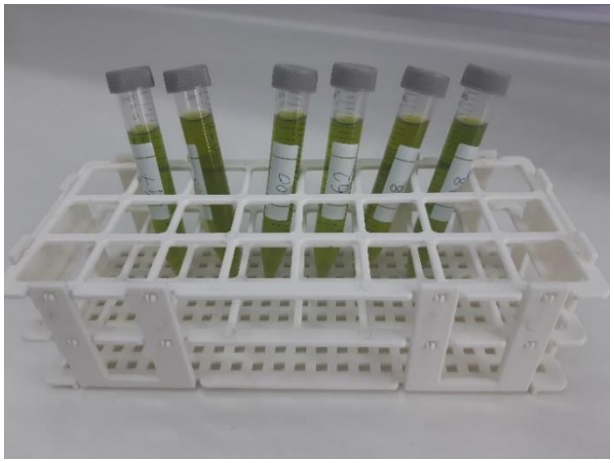
Defne yaprakları ve elde edilen ekstraktlarına uygulanan tüm analizler 3 paralel olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

3.2.1. Morfolojik ölçümler

Yaş yaprak ağırlığı, yaş yaprak uzunluğu (cm) ve yaş yaprak genişliği (cm) alınmış ve daha sonra 35 ^{o}C'de kurutularak kuru yaprak ağırlıkları alınmıştır.

3.2.2. Ekstraktların hazırlanması

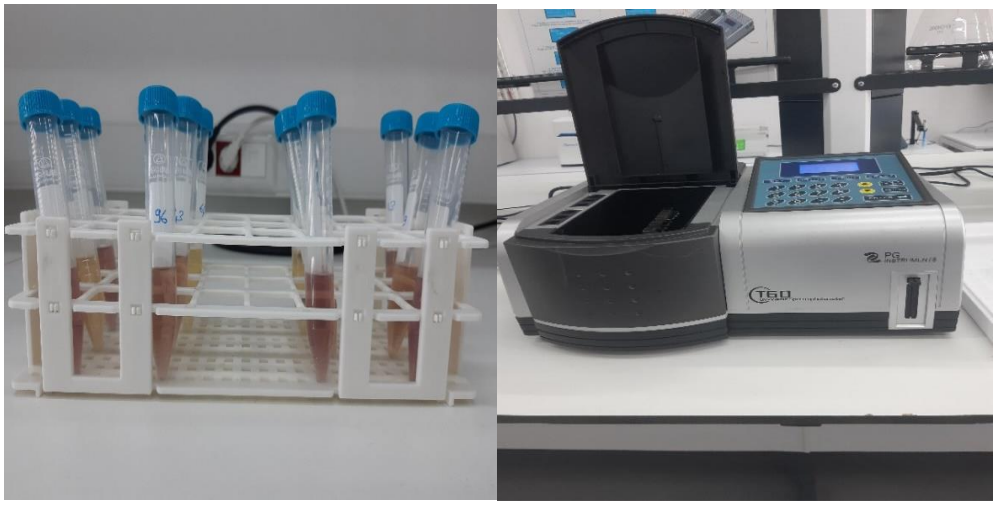
Öğütücede öğütülen 1 g toz örnek, 20 ml %80 metanol:su çözeltisi ile ultrasonik su banyosunda 150 dakika ekstrakte edilmiştir. Santrifüjlenen (7000 rpm, 15 dak) örneklerden çözgen fazı ayrılmış, kalan katı faza 2 kez daha ekstraksiyon işlemi uygulanmıştır. Daha sonra Whatman filtre kağıdında süzülen örnekler -18 °C'de analiz gününe kadar depolanmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Defne yaprağı ekstraktı (%80 metanol:su çözeltisi ile)

3.2.3. Serbest radikali giderme aktivitesi (DPPH) tayini

Ekstraktların DPPH serbest radikalini giderme aktiviteleri, Singh ve Singh (2002) uyguladığı yönteme göre saptanmıştır. 100 µl ekstrakt, 4.9 ml DPPH metanol çözeltisi (0.1 mM) ile karıştırılıp, karışım oda sıcaklığında ve karanlıkta 2 saat bekletilmiştir. 517 nm'deki absorbansları spektrofotometre ile ölçülmüştür (Şekil 3.4). Standart olarak troloksun değişik derişimleri (0, 12.5, 25, 50, 62.5, 125, 250 mg/l) kullanılarak kalibrasyon eğrisi oluşturulmuştur. Örneklerin serbest radikal giderme aktivitesi standarda ait kalibrasyon grafiği kullanılarak mg troloks eşdeğeri (TE)/g kuru madde (KM) olarak hesaplanmıştır.



Şekil 3.4. Serbest radikali giderme aktivitesi (DPPH•) tayini için renk değişimi ve absorbans ölçümleri

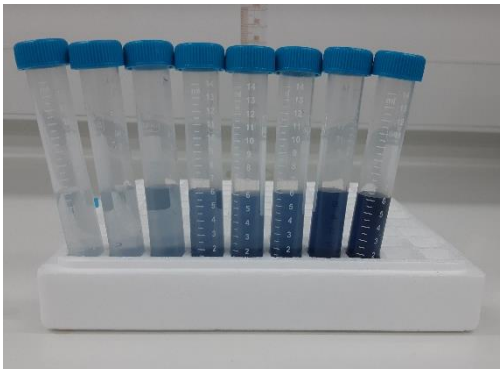
3.2.4. Katyon radikali giderme aktivitesi (ABTS)

ABTS (2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit) radikal yakalama aktivitesi Re ve ark. (1999)'na göre gerçekleştirilmiştir. 7 mM olarak hazırlanan ABTS çözeltisi, 2.45 mM hazırlanan potasyum persülfat çözeltisi 1:1 oranında karıştırılmış ve 16 saat boyunca oda sıcaklığında karanlıkta bekletilmiştir (Şekil 3.5). 1 mL ABTS-potasyum persülfat çözeltisi 17.5 ml %80 metanol:su ile reaksiyona girdikten sonra spektrofotometrede 734 nm'de 0.700 (±0.02) absorbans değerini verecek şekilde seyreltilerek hazırlanmıştır. Önceden hazırlanan 100 µl ekstrakt çözeltisine 3 ml ABTS çözeltisi eklendikten sonra oda sıcaklığında ve karanlıkta 10 dakika bekletilmiştir. Blank çözelti de ekstrakt olmaksızın aynı şekilde hazırlanmıştır. Karışımın 734 nm'deki absorbansları spektrofotometre ile ölçülmüştür. Standart olarak kullanılan troloksun değişik konsantrasyonlarda (0, 10, 20, 30, 40, 50, 75, 100 mg/l) hazırlanan çözeltileri ile kalibrasyon eğrisi oluşturulmuştur. Örneklerin katyon radikali giderme aktivitesi standarda ait kalibrasyon grafiği kullanılarak mg troloks eşdeğeri (TE)/g KM olarak hesaplanmıştır.

Şekil 3. 5. ABTS ve potasyum peroksidisülfat çözeltilerinin hazırlanması

3.2.5. Toplam fenolik madde tayini

Ekstraktların toplam fenolik madde (TPC) içeriği, Singleton ve Rossi (1965) tarafından tanımlanan Folin-Ciocalteu (FC) yöntemine göre belirlenmiştir. 0.5 ml ekstrakt çözeltisine, 2.5 ml FC reaktifi (0.2 N) eklenmiştir. 3 dakika karanlıkta muhafaza edildikten sonra reaksiyon tüpüne 2 ml %7.5 Na_2C0_3 ilave edilmiştir. Hazırlanan karışım oda sıcaklığında karanlıkta 45 dakika bekletildikten sonra, örneklerin absorbans değerleri spektrofotometre kullanılarak 760 nm'de ölçülmüştür (Şekil 3.6). Standart olarak kullanılan gallik asit (0, 10, 20, 30, 40, 50, 75 ve 100 mg/l) konsantrasyonları ile hazırlanmış (Şekil 3.6) ve kalibrasyon eğrisi oluşturulmuştur. Örneklerin toplam fenolik madde miktarı standartlara ait kalibrasyon grafiği kullanılarak hesaplanmıştır. Elde edilen veriler seyreltmeler dikkate alınarak mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/g KM olarak ifade edilmiştir.



Şekil 3.6. Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan gallik asit standart çözeltileri

3.2.6. Defne yaprağının fenotipik özelliklerinin genom çapı ilişkili çalışmalar (GWAS) ile tanımlanması

DNA izolasyonu

DNA izolasyonu, kalite ve miktar ayarlaması Baloch ve ark. (2018)'in yılında yürütmüş oldukları proje kapmasında yapılmıştır. Defne yapraklarında DNA izolasyonu Doyle ve Doyle (1990) prosedürüne göre yapılmıştır. 100 mg defne yaprağına 1 mL ekstraksiyon tamponu (%2 setil trimetilamonyum bromür (CTAB), 100 mM Tris-HCl, pH 7.5, 1.4 M NaCl, 20 mM EDTA, pH 8.0, 20 ml/ml β-merkaptoetanol 20 mg PVP) ilave edildikten sonra 1 saat boyunca 60 °C'de inkübe edilmiştir. Daha sonra 600 µL kloroform eklenerek santrifüj edildikten sonra numuneler %70 etanol ile yıkanıp, damıtılmış su içerisinde çözündürülerek RNAaz A enzimi ile desteklenmiştir.

DNA kalite ve miktar ayarlaması

DNA örnekleri, %1.5 TAE tamponu içeren %1 agaroz jel içerisinde 80 V'ta 1-1.5 saat süreyle elektroforezlenmiştir. DNA kalitesini ve miktarını görselleştirmek için etidyum bromür ile boyandıktan sonra ve UV ışığı altında görüntülenmişlerdir. Aynı örneklerin DNA'sı da spektrofotometrede ölçülmüş ve A260/280 nm absorbans oranına göre DNA saflığı belirlenmiştir (Doyle ve Doyle, 1990). DArTseq analizi için 50 ng/µl konsantrasyona sahip 20 µl DNA kullanılmıştır.

GBS (sekanslama ile genotipleme) analizi

DArTseq analizi için 94 adet defne genotipinden elde edilen DNA'lar Diversity Arrays Technology Pty Ltd Australia (http://www.diversityarrays.com/) firmasına gönderilmiştir. DArTseq analizi, Garavito ve ark. 2016'nın *Coffea canephora*'da uyguladıkları DArTseq protokolüne göre yapılmıştır. Genotipleme Diversity Arrays Technology firmasından alınan hizmet çerçevesinde yapılmış ve bu hizmet neticesinde sekanslama yöntemiyle 12.188 markör elde edilmiştir.

Moleküler markör analizi

DarTseq markörleri, herbir defne örneğindeki markör varlığı için 1 ve yokluğu için 0 olarak puanlanmıştır (Baloch ve ark., 2017).

Genetik çeşitlilik için veri analizleri

94 farklı genotipte defne yaprağında DNA analizi Karık ve ark. (2019) tarafından daha önce yapılmış ve GWAS analizleri için sonuçlar saklanmıştır.

94 defne genotipindeki genetik varyasyon düzeyini araştırmak için etkili alel sayısı (Ne), gen çeşitliliği (h), Shannon bilgi indeksi (I) ve Nei'nin genetik mesafesi gibi çeşitli çeşitlilik parametreleri ölçülmüştür. Bu çalışmada değerlendirilen germplazm Türkiye'nin dört bölgesinden (Akdeniz, Karadeniz, Ege ve Marmara bölgesi) toplananan defnelerde PopGene kullanılarak bölge bazında çeşitlilik ölçümleri hesaplanmıştır. Moleküler varyans analizi (AMOVA) ve temel koordinat analizi (PCoA), GenAlEx 6.5 programı ile belirlenmiştir. 94 defne genotipi arasındaki ilişkinin düzeyini anlamak için, komşu birleştirme analizi, R istatistik yazılımı (versiyon 3.4.1, Viyana, Avusturya) kullanılarak yapılmıştır. Türk defne germplazmasının popülasyon yapısını araştırmak için, STRUCTURE yazılımı (versiyon 2.3.4, Stanford, CA, ABD) kullanılmıştır (Karik ve ark., 2019).

Sürekli bir K serisi, beş bağımsız çalışmada 1'den 10'a kadar test edilmiştir. Daha sonra sonuçlar, 94 genotipte tahmini K değeri için Structure Harvester versiyonu 0.6.94 yazılımında çalıştırılmıştır (Earl ve Von Holdt, 2012). Delta K (ΔK), ardışık K değerleri arasında verinin log olasılığındaki değişim oranına dayanmaktadır Bu, popülasyondaki küme sayısını (K) belirlemek için kullanılmaktadır (Evanno ve ark., 2005).

GWAS analizi

GWAS analizi (markörler ve özellikler arasındaki ilişki), Mixed Linear Model (MLM) çerçevesinde, akrabalık (kinship) matrisi TASSEL programı kullanılarak test edilmiştir. Bu çalışmada uygulanan yöntemler, tüm işaretleyiciler tek bir modele uyarlanmıştır ve hepsinin etkileri eş zamanlı olarak tahmin edilmiş ve test edilmiştir.

Fenotipik verilerin uygunluğunu test etmek için, sıfır hipotezi (H_o) kurularak Quantile-Quantile grafiği (q-q plot) çizilmiştir. Her bir özellik için (morfolojik ve fizikokimyasal özellikler) ayrı ayrı kromozomlarla bağlantılı markörlerin dağılımını kontrol etmek için Manhattan grafiği kullanılmıştır (Alsaleh, 2016; Nadeem, 2019).

3.2.7. Uçucu yağ ekstraksiyonu

Toplam fenolik madde bakımından en yüksek 5 sonuca sahip defne yaprak örnekleri (Samsun 3, Antalya1, Muğla3, Çanakkale4 ve Giresun1) belirlendikten sonra uçucu yağ ekstraksiyonu yapılmıştır. Clevenger tipi aparatın 2 litrelik cam balonuna kurutulmuş 100 g defne yaprağı ile 1 l saf su koyulup karıştırıldıktan sonra kaynama sağlanmış ve distilasyon işlemi başlatılmıştır. Kaynayan suyun buharı ile sürüklenen ve clevenger aparatının büretinde toplanan uçucu yağın miktarı sabitleninceye kadar (yaklaşık 3 saat) kaynama devam etmiştir. Daha sonra uçucu yağ ve saf su tabakalarının birbirinden ayrılması ve soğuması için bekletildikten sonra uçucu yağ hacmi ölçülerek alınmıştır. Uçucu yağ ekstraksiyonu aşamaları Şekil 3.7'de gösterilmiştir. Elde edilen uçucu yağlar analiz edilinceye kadar -18 ^oC'de saklanmıştır (Şekil 3.7).

Şekil 3.7. Uçucu yağ ekstraksiyon aşamaları

3.2.8. Uçucu yağ kompozisyonu

5 farklı defne bitkisine ait yapraklardan elde edilmiş uçucu yağda kompozisyon analizi yapılmıştır. Analizler hizmet alımı ile Sivas Cumhuriyet Üniversitesi İleri Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde yürütülmüştür. Çizelge 3.2'de GC-MS parametreleri verilmiştir.

Çizelge 3.2. GC-MS parametreleri

Kullanılan cihaz	Shimadzu, GCMS-QP2010 Ultra
Otomatik örnekleyici	EST Flex 2
Kolon	Rxi-5ms (30mx0.25x0.25)
Taşıyıcı gaz ve akış hızı	Helyum – 1.3 ml/dk.
Sıcaklık diyagramı	60 °C'de 5 dakika bekletilir, 5 °C/dk artışla 120 °C'ye çıkartılır ve 5 dakika bekletilir, 5 °C/dk artışla 260 °C'ye çıkartılır ve 5 dakika bekletilir.
Toplam analiz süresi	55 dakika
İnjektör sıcaklığı	280 °C
İnjektör modu	Split (1:10)
İyon kaynağı sıcaklığı	200°C
MS modu	Scan, 40-550 m/z
Enjeksiyon hacmi	0.5 ml

Uçucu yağ bileşenlerinin tanımlanması relatif gecikme zamanları, bilgisayarda bulunan ticari Wiley GC/MS Library, Adams Library, Mass Finder 2.1 Library (McLafferty F. W. 1989, Joulain D. 2001) kütle spekturumu kütüphaneleri ve orjinal bileşikler kullanılarak maddelerin kütle spektrumu profillleri karşılaştırılarak tanımlamalar yapılmıştır.

3.2.9. Yenilebilir kaplama malzemesinin hazırlanması

Yenilebilir film kaplama maddesi olarak iki ayrı kaplamanın tek tek ve birlikte kullanımı tasarlanmıştır. Kitosan ve sodyum aljinat ile birlikte hidrodistilasyon metodu ile ekstrakte edilmiş defne yaprağı uçucu yağı kullanılmıştır ve çeşitli konsantrasyonlarda denemeler yapılmıştır. Tez kapsamında planlanan ve ön denemeleri yapılan yenilebilir film kaplamaların listesi aşağıda verilmiştir:

- Farklı konsantrasyonlarda kitosan ve defne yaprağı uçucu yağı
- Farklı konsantrasyonlarda sodyum aljinat ve defne yaprağı uçucu yağı
- Farklı konsantrasyonlarda kitosan + sodyum aljinat + defne yaprağı uçucu yağı

3.2.9.1. Kitosan ve defne yaprağı uçucu yağı filminin hazırlanması

%1'lik bir kitosan solüsyonu hazırlamak için, 1 g kitosan (%1 w/w) %10 asetik asit:su manyetik karıştırıcı yardımıyla oda sıcaklığında 3 saat boyunca çözündürülmüştür. Esnekliği sağlamak için ise çeşitli konsantrasyonlarda gliserol eklenmiştir ve ön deneme yapılmıştır. Ön denemeden elde edilen sonuçlara göre en iyi sonuç 1 g kitosan için 0.75 g gliserol olarak bulunmuştur. Çözelti daha sonra 37 ^{o}C'de 60 dk boyunca karıştırılmıştır. Daha sonra 100 ml olarak hazırlanmış kitosan solüsyonunun içine emülsifiye edici madde olarak 0.25 ml Tween80 eklenmiştir. Tekrar manyetik karıştırıcıda 30 dk karıştırıldıktan sonra çeşitli konsantrasyonlarda denemelerle defne uçucu yağı eklenmiştir ve tekrar manyetik karıştırıcıda 5 dakika karıştırılarak yenilebilir film ve kaplama formülasyonu hazırlanmıştır. Defne yaprağı uçucu yağı çok keskin kokuya sahip olduğu için 1 g kitosan için 10-40 µl arasında denemeler yapılmıştır. Çizelge 3.3'te kitosan ve defne uçucu yağı ile yapılan denemeler görülmektedir. Elde edilen sonuçlara göre kalite kriterleri açısından en iyi sonucu veren yenilebilir film formülasyonları seçilmiştir.

Çizelge 3.3. Kitosan filminin hazırlanması için yapılan ön denemeler

Kitosan konsantrasyonu (%)	**Gliserol (%)**	**Defne uçucu yağı (µl)**
0.50	5	10
	10	20
	25	40
0.75	5	10
	10	20
	25	40
1.00	5	10
	10	20
	25	40
1.50	5	10
	10	20
	25	40
2.00	5	10
	10	20
	25	40
2.50	5	10
	10	20
	25	40

3.2.9.2. Sodyum aljinat ve defne yaprağı uçucu yağı filminin hazırlanması

Sodyum aljinat, 45 °C'de suda çözündürülerek farklı konsantrasyonlarda (%0.5-2) sodyum aljinat filmi hazırlanmış ve plastikleştirici olarak %5 ile %20 aralığında değişen farklı oranlarda gliserol ilave edilmiştir. Daha sonra 10-40 µl arasında değişen defne yaprağı uçucu yağı ile muamele edildikten sonra hava akımı yardımıyla kurutulmuştur.

Çizelge 3.4. Sodyum aljinat filminin hazırlanması için yapılan ön denemeler

Sodyum aljinat konsantrasyonu (%)	**Gliserol (%)**	**Defne uçucu yağı (µl)**
0.50	5	10
	10	20
	25	40
0.75	5	10
	10	20
	25	40
1.00	5	10
	10	20
	25	40
1.50	5	10
	10	20
	25	40
2.00	5	10
	10	20
	25	40

3.2.9.3. Sodyum aljinat+kitosan+defne yaprağı uçucu yağı filminin hazırlanması

Kitosan ve sodyum aljinat film formülasyonları hazırlanışındaki gibi aynı şekilde tek tek hazırlanıp karışım şeklinde film hazırlanmıştır. Ancak iki ayrı kaplama materyalinin farklı çözücülerde çözünmelerinden dolayı istenilen kalitede film oluşmamıştır. Şekil 3.8'de elde edilen çözeltinin görüntüsü ve kaplandığında domatesteki görüntüsü gösterilmiştir.

Şekil 3.8. Kitosan+sodyum aljinat+defne yaprağı uçucu yağıyla hazırlanan film

Hazırlanan film formülasyonları oda koşullarında kurutulduktan sonra en iyi sonuç veren örnekler seçilmiştir. Buna göre Çizelge 3.5'te kaplama materyali olarak kullanılacak maddelerin konsantrasyonları gösterilmiştir.

Çizelge 3.5. Yenilebilir film formülasyonları

Kitosan(g) /100 ml	**Gliserol (g)**	**Tween 80 (ml)**	**Uçucu yağ (µl)**	**Sodyum aljinat(g) /100 ml**	**Gliserol (g)**	**Uçucu yağ (µl)**
1.00	0.75	0.25	10	1.00	0.75	10
1.50	1.12	0.37	15	1.50	1.12	15
2.00	1.50	0.50	20	2.00	1.50	20

Hazırlanan kaplama solüsyonları taze olarak temin edilmiş çeri domateslere uygulanmıştır. Domatesler film formülasyonlarına 30 dakika süreyle daldırılmış ve bekletilmiştir (polivinil kaplarda). Daha sonra çıkarılıp 20 dakika bekletildikten sonra tekrar 30 dakika süreyle daldırılmıştır. Daha sonra ambalajı etiketlenen domatesler süzülüp 2 saat boyunca kurumaya (oda koşulları hava akımlı) alınmıştır. Kuruma işlemi bittikten sonra kapakları kapatılan kontrol grubu (kaplanmamış) ve kaplama yapılmış domatesler soğukta ve oda koşullarında raf ömrünü belirlemek için ayrı ayrı 4 ^{o}C ve 25 ^{o}C'de 21 gün boyunca depolanmıştır. Örneklere 1, 7, 14 ve 21. gün sonlarında kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal analizler yapılmıştır.

Şekil 3.9. Film hazırlanması ve daldırma aşamaları

Şekil 3.10. Sırasıyla 25 ^{o}C ve 4 ^{o}C'de depolanan domatesler

3.2.10. Çeri domateslerde yapılan analizler

3.2.10.1. pH değeri

Pulp haline gelmiş domatesten 5 g alınıp üzerine 40 ml saf su ilave edilmis ve pH değeri pH metre ile belirlenmiştir (Erge, 2007).

Şekil 3.11. Domateste pH değerinin ölçülmesi

3.2.10.2. Titre edilebilir asit miktarı (TA) (%)

Domateslerden elde edilen meyve suyunun 0.1 N NaOH ile pH'ı 8.1 oluncaya kadar titrasyona devam edilmiş ve asitlik sitrik asit cinsinden % olarak ifade edilmiştir (Anonim, 2002)

3.2.10.3. Ağırlık kaybı

Örneklerin % ağırlık kaybı değerleri, başlangıç (a) ve depolama periyodları sonundaki tartımları (b) alınarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Arabpoor ve ark., 2021).

$$\%Ağırlık\ kaybı = \frac{a-b}{a} x100 \quad (3.1)$$

3.2.10.4. Suda çözünebilir kuru madde miktarı (°Briks) tayini

Domateslerin sıkılması ile elde edilen domates sularında el refraktometresi ile ölçülmüş ve °Briks olarak ifade edilmiştir.

3.2.10.5. Kabuk rengi analizi

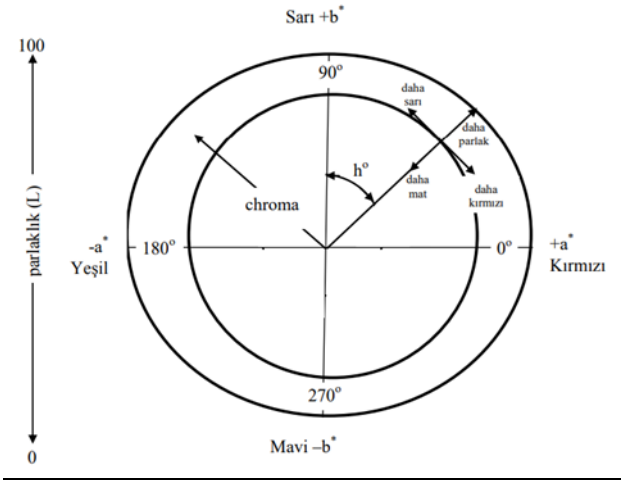
Meyvelerin ekvator bölgesinin karşılıklı iki yüzeyinde renk analizi L* a* ve b* değerleri okunarak gerçekleştirilmiştir. Renk ölçümlerine başlamadan önce cihaz, beyaz kalibrasyon plakası ile kalibre edilmiştir. Renk değişimlerini belirlemede Chroma (C*) değeri ve hue açısı (h°) değerleri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (McGuire, 1992).

$C^* = \sqrt{(a^{*2}+b^{*2})}$

$h^o = \arctan(b^*/a^*)$ (3.2)

.

Şekil 3.12. Renk analiz cihazı



Şekil 3.13. CIELCH renk skalası (URL-8)

3.2.10.6. Meyve eti sertliği tayini

Meyvenin ekvatoral bölgesinde 3 farklı bölgeden 1 mm çaplı uç kullanılarak dijital penetrometre ile ölçüm yapılmış, sonuçlar Newton (N) olarak verilmiştir.

V_{test}: 35 mm/dakika

V_{return}: 500 mm/dk

V_{pos1}: 500 mm/dk

V_{pos2}: 100 mm/dk

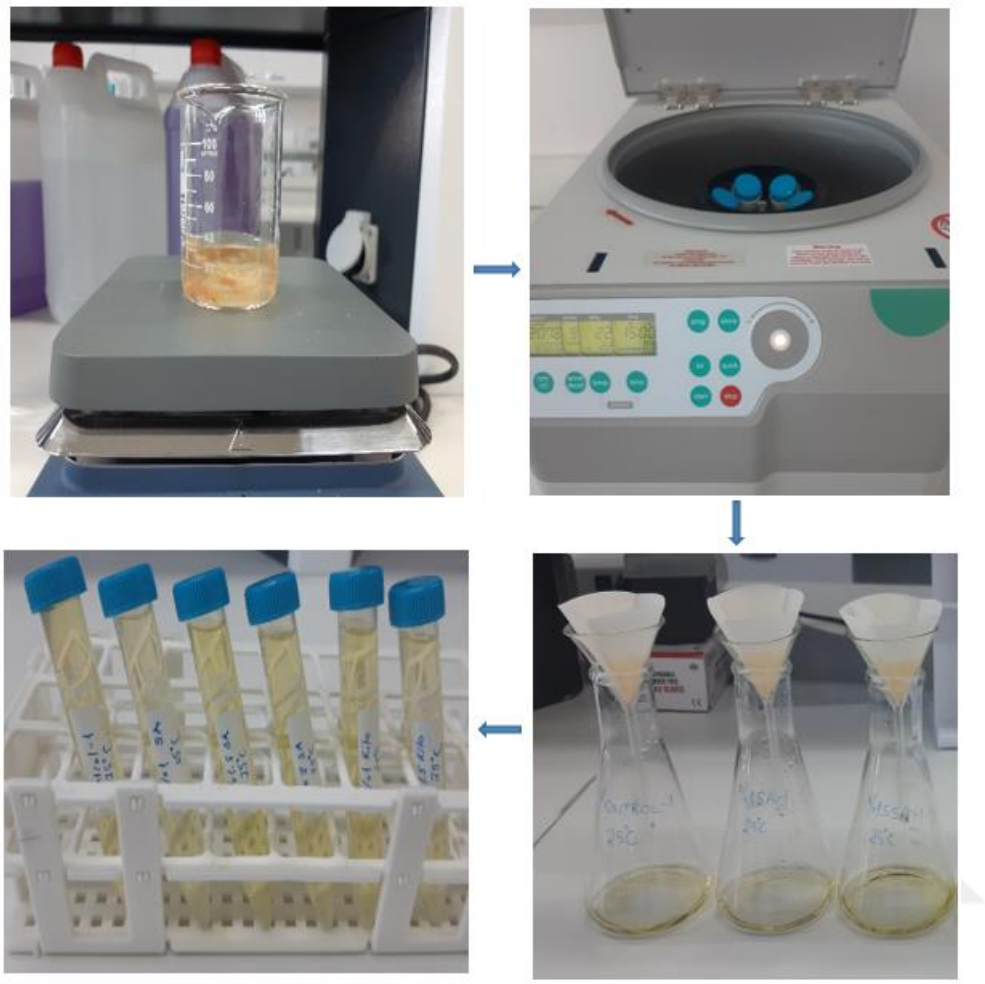
L_e: 460 mm

F_v: 0.020 N

Şekil 3.14. Meyve eti sertliği analizinden bir görüntü

3.2.10.7. Meyvelerin ekstraksiyonu

Muhafaza edilen domateslerde toplam fenolik madde miktarı ve toplam antioksidan kapasitenin belirlenmesi amacıyla meyve ekstraksiyonu gerçekleştirilmiştir. Domatesler blender yardımı ile püre haline getirildikten sonra 1 g örnek tartılarak 25 ml methanol ile homojenizatör kullanılarak 2 dakika süreyle homojenize edilmiştir. Elde edilen çözelti 16 saat 4 ^{o}C'de tutulduktan sonra, santrifüjde 8000 rpm'de 15 dakika santrifüj edilmiştir. Süpernatant kısmı alınarak analiz edilinceye kadar -18 $^{\circ}$C'de saklanmıştır (Thaipong ve ark., 2006). Şekil 3.15'te domateste yapılan ekstraksiyon işlemi görülmektedir.



Şekil 3. 15. Domates meyvesinin ekstraksiyon aşamaları (sırasıyla homojenizasyon, santrifüj edilme, filtreleme, ekstrakt eldesi)

3.2.10.8. Likopen miktarı

Likopen analizi için kullanılacak çeri domateslerden 1 g örnek alınmıştır. 2:1:1 oranında 16 ml'lik hekzan/etanol/aseton karışımı eklenmiştir. 60 dakika çalkalayıcı su banyosunda bekledikten sonra 1 ml saf su ilave edilmiştir ve tekrar 3 dk çalkalanmıştır. Elde edilen solüsyonun apolar kısmı (hekzan) ayırma hunisi ile ayrılmıştır. Ayrılan kısım UV-vis spektrofotometresinde 503 nm'de absorbansı okunarak aşağıda verilen formül ile hesaplanmıştır (Denklem 3.3) (Choi ve ark., 2014).

$$Likopen\ \left(\frac{mg}{kg}\right) = \frac{\text{A503 x 536.9 x 16 x 0.5}}{\text{1 x 172}} \qquad (3.3)$$

A503: 503 nm'de ölçülen absorbans değeri
536.9 : Likopenin moleküler ağırlığı (g/mol)
16 : karışım solventin hacmi
0.5 : solventte altta kalan ile üst kısmın birbirine oranı
extinction coefficient (sönümleme katsayısı) : 172
numune ağırlığı : 1 g

3.2.10.9. Duyusal analizler

0., 7., 14. ve 21. günlerde domatesler dış görünüm ve koku bakımından 6 panelist tarafından 1-9 arası puan skalasında duyusal olarak değerlendirilmiştir. 1= aşırı kötü, tüketilemez; 3= kötü, pazarlanamaz; 5= orta; 7= iyi; 9= çok iyi puanlamasında, skalada 5 ve daha yüksek puan alan domatesler pazarlanabilir ve tüketilebilir kalitedeki meyveler olarak değerlendirilmiştir.

3.2.10.10. Mikrobiyolojik analizler

10 g domates örnekleri steril koşullarda 90ml %0.1'lik peptonlu su ile homojenize edilmiştir ve 10^{-1} seyreltisi hazırlanmıştır. Cam deney tüplerine 9 ml peptonlu su (%0.1) hazırlanmış ve hazırlanan 10^{-1} seyreltiğinden dilüsyonlar hazırlanmıştır (Ben David ve Davidson, 2014).

Toplam bakteri sayımı

Toplam psikrofil ve mezofil aerobik bakteri sayımı yapılmıştır**.**

-Toplam psikrofil aerobik bakteri sayımı (TPAB): TPAB için 10^{-1}'den 10^{-6}'ya kadar hazırlanmış dilüsyonlardan Triptik Soya Agar (TSA) içeren petrilere yayma plak yöntemiyle ekimler yapıldıktan sonra, petri kutuları 4±2 ºC'de 15 gün inkübe edilmiştir. İnkübasyon işleminden sonra 2-200 arasında koloni içeren kültürler değerlendirmeye alınmış ve sonuçlar log kob/g olarak verilmiştir (FDA-BAM, 2001a).

-Toplam mezofil aerobik bakteri sayımı (TMAB): TMAB için 10^{-1}'den 10^{-6}'ya kadar hazırlanmış dilüsyonlardan Triptik Soya Agar (TSA) içeren petrilere yayma plak yöntemiyle ekimler yapıldıktan sonra, petri kutuları 35 ± 2 ºC'de 3-5 gün inkübe edilmiştir. İnkübasyondan sonra değerlendirmeye alınan kolonilerin sonuçları log kob/g olarak verilmiştir (FDA-BAM, 2001a).

Maya-küf sayımı

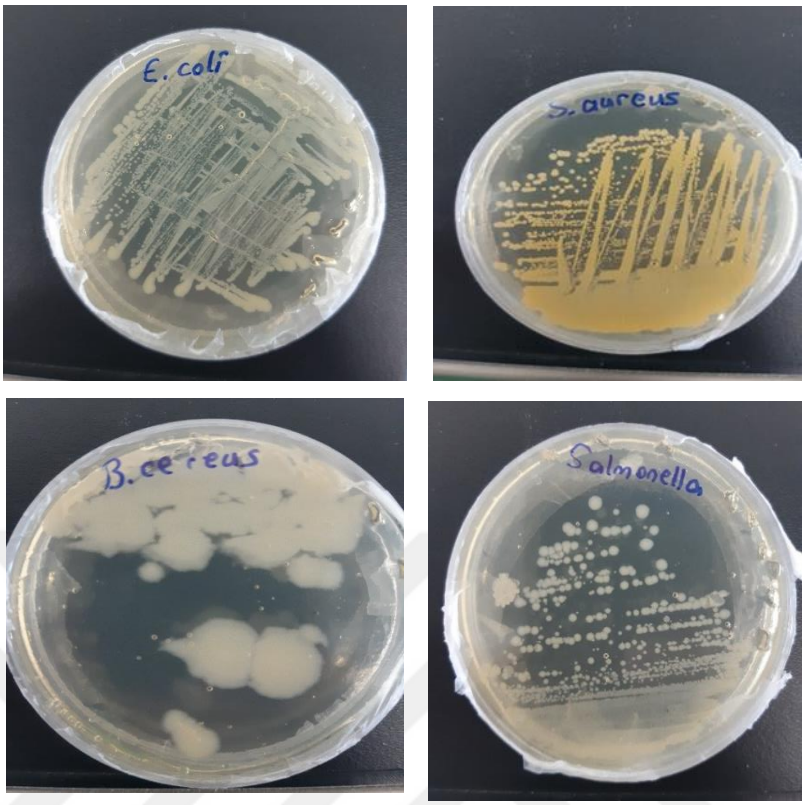
Maya ve küf sayımı için 10^{-1}'den 10^{-6}'ya kadar hazırlanmış dilüsyonlardan Patates Dekstroz Agar (PDA) içeren petrilere yayma plak yöntemiyle ekimler yapıldıktan sonra, petri kutuları 25±2 ºC'de 5 gün inkübe edilmiştir (FDA-BAM, 2001b).

3.2.10.11. Yenilebilir film ve kaplamaların ve defne uçucu yağlarınınantimikrobiyal aktivitesi ve minimum inhibisyon konsantrasyounun belirlenmesi

Disk difüzyon yöntemi

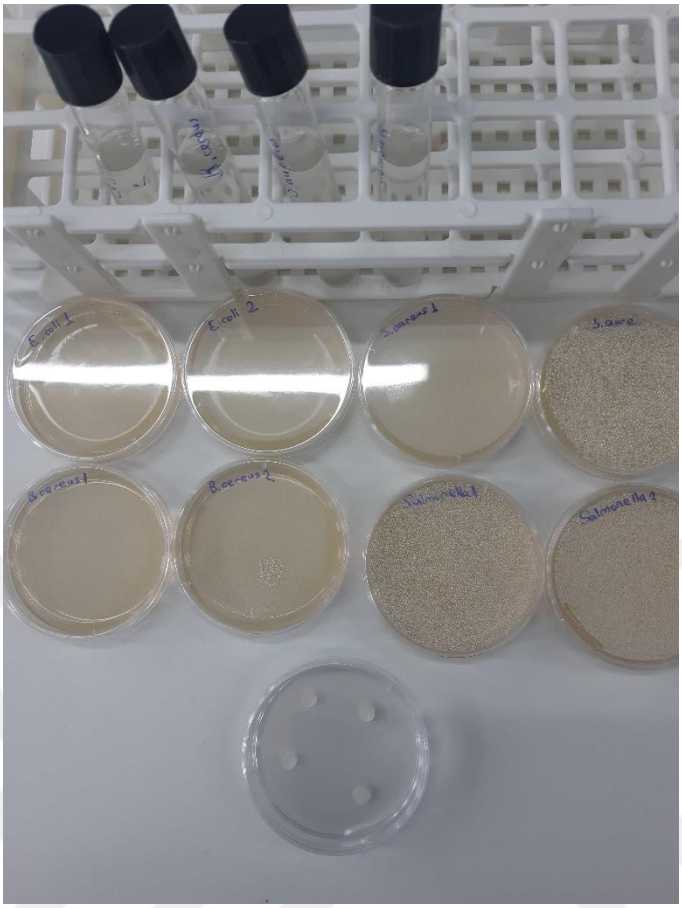
Yenilebilir film ve kaplamaların ve defne uçucu yağlarının antibakteriyel aktivitesinin değerlendirilmesi için 4 adet suş kullanılmıştır: *Staphylococcus aureus, Bacillus cereus*, *Escherichia coli* ve *Salmonella enteritidis*. Antibakteriyel aktivite tespiti için disk difüzyon ve 96 kuyucuklu plaklarda mikrodilüsyon yöntemi kullanılmıştır.

İlk olarak *S. aureus*, *E. coli*, *B. cereus ve Salmonella* triptik soya agar (TSA) besiyerinde 37 °C'de 24 saat süreyle geliştirilmiştir (Şekil 3.16). İnkübasyondan sonra bakteriyel süspansiyonların her birinin bulanıklığı nitel olarak ayarlanmıştır. Bakteri süspansiyonlarından 0.1 ml, TSA'nın yüzeyine yayılmış ve plakaların kurumasına izin verilmiştir. Daha sonra aseptik koşullar altında 9 ml'lik olarak hazırlanmış peptonlu sulara bakteri suşlarından 1 koloni düşecek şekilde alınmış ve çözdürülmüştür. Tüplerden eküvyon çubuğu yardımıyla bakterilerden alınıp TSA'ya ekim yapılmıştır ve 10 dk oda sıcaklığında beklemeye bırakılmıştır.



Şekil 3.16. Geliştirilen bakteri suşlarının görüntüsü

%1, %1.5 ve %2 kitosan+defne uçucu yağı, %1, %1.5 ve %2 sodyum aljinat+defne uçucu yağı solüsyonları ve saf defne uçucu yağları hazırlanmıştır. Emici diskler (Whatman diski No. 3, 6 mm çapında) 10 µl uçucu yağ ile doyurulmuş ve daha sonra aşılanmış plakaların yüzeyine yerleştirilmiştir (Şekil 3.17). Ayrıca emdirilmemiş diskler pozitif kontrol olarak kullanılmıştır. 37 °C'de 24 saatlik inkübasyonun ardından inhibisyon bölgeleri ölçülmüş ve mm cinsinden ifade edilmiştir (Perez ve ark., 1999).



Şekil 3.17. Disk difüzyon analizinden bir görüntü

96 kuyucuklu plaka ile mikrodilüsyon yöntemi

Bakteriyel hücre büyümesini engelleyebilen en düşük uçucu yağ ve yenilebilir film ve kaplama solüsyonlarının konsantrasyonuna karşılık gelen MİK'i belirlemek için 96 kuyucuklu plakalarda mikrodilüsyon yöntemi kullanılmıştır.

Aseptik koşullar altında defne uçucu yağlarının, %1, %1.5, %2 kitosan+defne uçucu yağlarının ve %1, %1.5 ve %2 sodyum aljinat+defne uçucu yağlarının MİK için farklı konsantrasyonları hazırlanmıştır. Sırasıyla 1:1 (100 mg/ml), 1:2 (50 mg/ml), 1:4 (25 mg/ml), 1:8 (12.5 mg/ml), 1:16 (6.25 mg/ml), 1:32 (3.125 mg/ml), 1:64 (1.5625 mg/ml), 1:128 (0.78 mg/ml), 1:256 (0.39 mg/ml) ve 1:512 (0.195 mg/ml) oranlarında konsantrasyonlar hazırlanmıştır.

Her bir mikro kuyucuğa 100 µl uçucu yağ ve kaplama solüsyonlarının seyreltisi eklenmiştir. İlk kuyucuğa %10'luk seyreltiden konulduktan sonra sırasıyla 10. kuyucuk dahil seyreltilerden eklenmiştir. Son kuyucuğa hiçbir çözeltiden konulmamış ve pozitif kontrol olarak değerlendirilmiştir. Daha sonra her bir kuyucuğa 90 µl triptik soya agar besiyerinden ve 10 µl bakteri kültürlerinden eklenmiş ve 37 °C'de 24 saat inkübe edilmiştir. Süre sonunda yüzeyinde bulanıklık, membran ve çökelti bulunan kuyucuklar bakteri üremesi açısından pozitif olarak değerlendirilmiştir.

Plaka inkübasyonundan sonra mikrobiyal büyüme göstermeyen sıralar, minimum inhibisyon konsantrasyonunu belirlemek için kullanılmıştır. Bunun için her kuyucuktan 100 µL alınarak, TSA besiyerine aşılanmış ve 37 °C'de 24 saat inkübe edilmiştir. Üremenin olmadığı kuyucuklar bu şekilde tespit edilmiştir.

3.3. İstatistiksel analiz

Çalışma, tesadüf parselleri deneme desenine göre düzenlenmiştir. Denemeden elde edilen veriler JMP-17 paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş, ortalamaları arasındaki farklılıklar Student's t-test çoklu karşılaştırma testine ($p<0.01$) ve mikrobiyolojik analizler Tukey testine göre gruplandırılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Morfolojik Özellikler

94 defne genotipinde rastgele seçilen 50 yapraktan alınan 5 yaprak örneğinde yaş yaprak genişliği, uzunluğu ve ağırlığı alınmıştır. Yaprak genişliği, uzunluğu, yaş ağırlığı ve kurutulduktan sonraki kuru yaprak ağırlığı Çizelge 4.1'de sunulmuştur. Her bir örneğin ortalaması ve ortalamanın standart sapması şeklinde sonuçlar gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Defne genotiplerinin yaprak uzunluğu ve genişliği (cm)

Genotip kodu	Genotip adı	Yaprak uzunluğu(cm)	Yaprak genişliği (cm)
1	Hatay1	$6.07\pm0.51^{c-t}$	$2.90\pm0.65^{b-l}$
2	Hatay2	$6.77\pm0.25^{a-m}$	$2.97\pm0.20^{b-k}$
3	Hatay3	$5.53\pm0.20^{f-x}$	$2.40\pm0.10^{c-p}$
4	K.maraş	$4.17\pm0.35^{r-x}$	$2.57\pm0.60^{c-o}$
6	Mersin1	$4.43\pm0.11^{o-x}$	$2.53\pm0.25^{c-p}$
7	Mersin2	$5.97\pm0.05^{c-u}$	$2.93\pm0.23^{b-k}$
8	Mersin3	$4.03\pm0.40^{s-x}$	$2.70\pm0.17^{c-o}$
9	Mersin4	$4.30\pm0.17^{q-x}$	$2.63\pm0.05^{c-o}$
10	Antalya1	$6.20\pm0.45^{c-s}$	$3.47\pm0.25^{a-d}$
11	Antalya2	$7.27\pm0.46^{a-h}$	$2.93\pm0.11^{b-k}$
12	Antalya3	$6.50\pm0.30^{c-p}$	$2.33\pm0.05^{c-p}$
13	Antalya4	$4.83\pm0.28^{k-x}$	$2.47\pm0.05^{c-p}$
14	Antalya5	$6.83\pm0.70^{a-l}$	$2.83\pm0.05^{b-m}$
15	Antalya6	$5.17\pm0.15^{h-x}$	$1.97\pm0.15^{g-p}$
16	Muğla1	$6.17\pm0.28^{c-t}$	$2.27\pm0.25^{d-p}$
17	Muğla2	$6.77\pm0.75^{a-m}$	$2.10\pm0.17^{e-p}$
18	Muğla3	$5.33\pm0.57^{h-x}$	$2.97\pm0.20^{b-k}$
19	Muğla4	$5.20\pm0.5^{h-x}$	$2.67\pm0.23^{c-o}$
20	Aydın1	$6.33\pm0.23^{c-r}$	$3.57\pm0.68^{a-c}$
21	İzmir1	$6.53\pm0.23^{c-o}$	$3.20\pm0.40^{a-g}$
22	İzmir2	$4.63\pm0.11^{m-x}$	$1.83\pm0.28^{i-p}$
23	Giresun1	$6.93\pm0.11^{a-k}$	$3.30\pm0.17^{a-e}$
24	Giresun2	$6.40\pm0.17^{c-q}$	$2.97\pm0.20^{b-k}$
25	Giresun3	$5.50\pm0.00^{f-x}$	$2.00\pm0.17^{f-p}$
26	Trabzon1	$7.23\pm0.25^{a-i}$	$2.97\pm0.20^{b-k}$
27	Rize	$6.27\pm0.50^{c-r}$	$2.67\pm0.41^{c-o}$

28	**Trabzon2**	**8.90±0.36^{a}**	2.70±0.17^{c-o}
29	Trabzon3	5.87±0.11^{c-v}	2.60±0.20^{c-o}
30	Ordu1	6.00±0.20^{c-u}	2.37±0.25^{c-p}
31	Ordu2	6.40±0.17^{c-q}	2.50±0.30^{c-p}
32	Samsun1	6.50±0.30^{c-p}	2.67±0.11^{c-o}
33	Samsun2	7.97±0.40^{a-c}	4.07±0.23^{ab}
34	Samsun3	6.57±1.20^{c-o}	2.40±0.34^{c-p}
35	Samsun4	5.40±0.17^{g-x}	2.80±0.00^{b-n}
36	Samsun5	6.30±0.17^{c-r}	3.10±0.10^{a-i}
37	Samsun6	6.87±0.30^{a-k}	2.27±0.50^{d-p}
38	**Sinop1**	3.60±0.34^{w-x}	**1.27±0.05^{p}**
39	Sinop2	5.87±0.51^{c-v}	2.27±0.28^{d-p}
40	Sinop3	5.33±0.41^{h-x}	2.37±0.23^{c-p}
41	Sinop4	5.27±0.57^{h-x}	2.40±0.1^{7c-p}
42	Sinop5	6.07±0.23^{c-t}	1.90±0.10^{h-p}
43	Kastamonu1	4.57±0.05^{n-x}	2.10±0.10^{e-p}
44	Kastamon2	6.40±0.17^{c-q}	2.90±0.10^{b-l}
45	Kastamonu3	4.67±0.28^{l-x}	1.43±0.28^{op}
46	Kastamonu4	7.83±0.76^{a-d}	2.37±0.23^{c-p}
47	Kastamonu5	3.83±0.28^{u-x}	1.77±0.49^{j-p}
48	Kastamonu6	6.17±0.28^{c-t}	2.13±0.05^{e-p}
49	Bartın1	4.33±0.76^{p-x}	2.63±0.47^{c-o}
50	Bartın2	5.00±0.00^{j-x}	2.20±0.17^{d-p}
51	Bartın3	5.97±0.46^{c-u}	2.73±0.11^{c-n}
52	Zonguldak1	7.17±0.57^{a-j}	2.77±0.05^{c-n}
53	Zonguldak2	7.57±0.40^{a-g}	3.00±0.10^{b-j}
54	Zonguldak3	6.87±0.11^{a-k}	2.80±0.60^{b-n}
55	**Zonguldak4**	7.17±0.11^{a-j}	**4.37±0.49^{a}**
56	Zonguldak5	7.67±1.25^{a-f}	2.77±0.76^{c-n}
57	Düzce	6.97±0.87^{a-k}	3.17±0.46^{a-h}
58	Sakarya1	5.73±0.68^{d-w}	2.80±0.70^{b-n}
59	Sakarya2	5.33±0.76^{h-x}	1.53±0.05^{n-p}
60	Kocaeli1	4.40±0.85^{o-x}	1.63±0.15^{l-p}
61	İstanbul1	5.00±0.69^{j-x}	1.80±0.30^{j-p}
62	İstanbul2	6.63±0.96^{b-n}	2.40±0.52^{c-p}
63	İstanbul3	5.10±0.52^{h-x}	1.73±0.11^{j-p}
64	Kocaeli2	5.43±0.20^{g-x}	2.47±0.35^{c-p}
65	Kocaeli3	5.20±0.98^{h-x}	2.30±0.52^{c-p}
66	Yalova1	6.17±0.85^{c-t}	2.23±0.55^{d-p}
67	Yalova2	5.30±0.17^{h-x}	2.23±0.32^{d-p}
68	Bursa1	6.70±0.78^{b-n}	2.53±0.46^{c-p}

69	Bursa2	4.67±1.04^{l-x}	1.70±0.26^{k-p}
70	Balıkesir1	5.37±0.80^{h-x}	1.60±0.00^{m-p}
71	Balıkesir2	5.20±0.98^{h-x}	1.97±0.55^{g-p}
72	**İzmir3**	**3.47±0.92^{x}**	1.63±0.61^{l-p}
73	İzmir4	5.07±0.64^{i-x}	1.63±0.11 $^{l-p}$
74	Aydın2	5.60±0.52^{e-x}	1.97±0.15^{g-p}
75	Aydın3	6.57±0.40^{c-o}	3.27±0.23^{a-f}
77	Balıkesir1	6.83±0.85^{a-l}	2.50±0.26^{c-p}
78	Balıkesir2	5.87±0.96^{c-v}	2.53±0.45^{c-p}
79	Çanakkale1	4.27±0.40^{q-x}	1.90±0.17^{h-p}
80	Çanakkale2	6.77±0.32^{a-m}	3.33±0.20^{a-e}
81	Çanakkale3	5.43±0.97^{g-x}	1.73±0.23^{j-p}
82	Çanakkale4	6.07±0.51^{c-t}	2.80±0.20^{b-n}
83	Tekirdağ1	8.77±0.87^{ab}	2.53±0.15^{c-p}
84	Tekirdağ2	3.73±0.68^{v-x}	2.60±0.36^{c-o}
85	Tekirdağ3	6.63±1.10^{b-n}	2.77±0.45^{c-n}
86	Tekirdağ4	5.13±0.60^{h-x}	2.17±0.30^{e-p}
87	Tekirdağ5	4.00±1.05^{t-x}	1.93±0.51^{g-p}
88	İstanbul4	5.90±0.36^{c-v}	2.47±0.11^{c-p}
89	İstanbul5	4.03±0.83^{s-x}	1.73±0.23^{j-p}
90	İstanbul6	4.83±0.90^{k-x}	1.90±0.26^{h-p}
91	Bursa3	6.30±0.85^{c-r}	2.33±0.41^{c-p}
92	Yalova3	5.20±0.52^{h-x}	2.13±0.61^{e-p}
93	Bursa4	5.80±1.08^{c-v}	2.23±0.32^{d-p}
94	İzmir6	7.73±1.02^{a-e}	2.80±0.52^{b-n}
	Min	3.47	1.26
	Mak	8.90	4.37
	Ortalama	5.83	2.46
	Standart sapma	1.13	0.55
	Varyans	1.29	0.31
	Varyasyon katsayısı	19.38	22.35

Araştırmada kullanılan 94 farklı defne genotipine ait yaprak uzunluklarına ait veriler, minimum, maksimum, ortalama, standart sapma, varyans ve varyasyon katsayısı değerleri Çizelge 4.1'de verilmiştir. Verilen her bir değer 50 adet örnekten seçilen 5 adet yaprağın uzunluğunun ortalamasını ve standart sapmasını ifade etmektedir. Defne genotipleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Çizelge 4.1'e göre en yüksek yaprak uzunluğu 8.9±0.36 cm ile 28 numaralı örnek olan Trabzon2'de, en düşük yaprak uzunluğu 3.47±0.92 cm ile 72 numaralı örnek olan İzmir3'te tespit edilmiştir. Farklı defne genotipleri arasında yaprak uzunluğu bazında büyük varyasyonlar

olduğu belirlenmiştir (VK=19.38). Lokasyonlar kendi içlerinde ve bölgelerinde değerlendiridiğinde istatistiksel olarak önemli fark görülmüştür ($p<0.01$). En kısa ve en uzun yaprak örneği Şekil 4.1'de gösterilmiştir. Yaprak uzunluğu bitkinin yetiştiği rakıma göre değişiklik göstermiştir. Bitkinin yetiştiği toprak, iklim, rüzgar yönü gibi birçok çevresel etkenden kaynaklı değişim olabileceği düşünülmektedir. Coğrafi bölge bazında değerlendirme yapıldığında aynı bölgede bulunan farklı şehirler arasında dahi büyük farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Erat (2016) tarafından yapılan çalışmada en düşük yaprak uzunluğu 5.36 cm, en yüksek yaprak uzunluğu ise 7.99 cm olarak bulunmuştur. Boza (2011) çalışmasına göre yaprak boyu uzunluğu 6-8 cm aralığındadır. Bu çalışmalar doğrultusunda araştırmada elde edilen veriler Erat (2016) ve Boza (2011) çalışmalarının verilerinin dışında kalmıştır.

Şekil 4.1. En uzun yaprak 28 numara Trabzon2 ve en kısa yaprak 72 numara İzmir3'e ait görüntüler

Yaprak genişliği ile ilgili elde edilen veriler Çizelge 4.1'de sunulmuştur. Çizelge 4.1'e göre en yüksek yaprak genişliği 4.37±0.49 cm ile 55 numaralı örnek olan Zonguldak4'te, en düşük yaprak genişliği 1.27±0.05 cm ile 38 numaralı örnek olan Sinop1'de tespit edilmiştir. Farklı defne genotipleri arasında yaprak genişliği bazında büyük varyasyonlar olduğu belirlenmiştir (VK=22.35). Lokasyonlar ve bölgeler karşılaştırıldığında

istatistiksel olarak önemli fark görülmüştür ($p<0.01$). İller kendi aralarında değerlendirildiğinde, örneğin Antalya1 ve Antalya2 arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli ($p<0.01$) iken, Antalya3 ve Antalya4 örneklerinde önemsiz ($p>0.01$) bulunmuştur. En az ve en çok genişliğe sahip yaprak örneği Şekil 4.2'de gösterilmiştir. Yaprak boyunda olduğu gibi yaprak enleri de bitkinin yetiştiği toprak, rakım, iklim ve rüzgar yönü gibi çevresel etkenden kaynaklı değişim gözlenmiştir. Coğrafi bölgeler baz alınarak yaprak genişliği değerlendirildiğinde bölgeler arası farkın önemli düzeyde olmadığı tespit edilmiştir. Yaprak genişliği değerlerine ilişkin veriler değerlendirildiğinde şehirlere göre düzensiz bir dağılım olduğu görülmektedir. Erat (2016) yapmış olduğu çalışmada üç farklı popülasyondan alınan yaprak örneklerinde en düşük yaprak genişliğini 2.26 cm ve en yüksek yaprak genişliğini 5.93 cm olduğu bulmuştur. Boza (2011) Karaburun, Çeşme ve Dilek Yarımadası'ndan elde ettikleri defne yaprakları örneklerinde yaprak en uzunluklarını 2.5-3.5 cm aralığında belirlemiştir. Yazıcı (2002) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise en yüksek yaprak genişliği 6.8 cm ve en düşük yaprak genişliği 1.6 cm olarak bulunmuştur. Bu çalışmalar doğrultusunda araştırmada elde edilen veriler Erat (2016), Boza (2011) ve Yazıcı (2002) çalışmalarının verileriyle benzerlik göstermektedir.

Şekil 4. 2. En düşük genişliğe sahip yaprak 38 numara Sinop1 ve en yüksek genişliğe sahip yaprak 55 numara Zonguldak4'e ait görüntüler

Çizelge 4.2. Defne genotiplerinin yaş ve kuru yaprak ağırlıkları (g)

Genotip kodu	Genotip adı	Yaprak yaş ağırlığı(gr)	Yaprak kuru ağırlığı (g)	Nem miktarı (kuru bazda) (%)
1	Hatay1	0.23±0.06^{e-h}	0.12±0.04^{b-f}	4.72
2	Hatay2	0.32±004^{b-h}	0.15±0.02^{b-f}	5.20
3	Hatay3	0.34±0.14^{a-h}	0.16±0.07^{a-f}	5.30
4	K.maraş	0.37±0.04^{a-h}	0.17±0.01^{b-f}	5.42
6	Mersin1	0.44±0.17^{a-h}	0.20±0.08^{a-f}	5.31
7	Mersin2	0.49±0.19^{a-h}	0.27±0.06^{a-e}	4.50
8	Mersin3	0.63±0.04^{a-c}	0.31±0.01^{ab}	5.00
9	Mersin4	0.35±0.05^{a-h}	0.14±0.03^{b-f}	5.81
10	Antalya1	0.34±0.09^{a-h}	0.16±0.05^{a-f}	5.29
11	Antalya2	0.44±0.16^{a-h}	0.20±0.08^{a-f}	5.42
12	Antalya3	0.31±0.03^{b-h}	0.13±0.01^{b-f}	5.68
13	Antalya4	0.35±0.03^{a-h}	0.17±0.01^{a-f}	5.26
14	Antalya5	0.54±0.09^{a-h}	0.28±0.05^{a-d}	4.83
15	Antalya6	0.21±0.06^{e-h}	0.10±0.02^{d-f}	5.01
16	Mugla1	0.61±0.18^{a-d}	0.27±0.07^{a-e}	5.47
17	Mugla2	0.19±0.10^{e-h}	0.08±0.04^{d-f}	5.79
18	Mugla3	0.37±0.08^{a-h}	0.16±0.03^{a-f}	5.57
19	Mugla4	0.28±0.04^{c-h}	0.15±0.05^{b-f}	4.45
20	Aydın1	0.47±0.10^{a-h}	0.23±0.07^{a-f}	5.02
21	**İzmir1**	**0.70±0.24^{a}**	**0.37±0.16^{a}**	4.59
22	İzmir2	0.24±0.07^{e-h}	0.11±0.03^{c-f}	5.36
23	Giresun1	0.47±0.13^{a-h}	0.21±0.03^{a-f}	5.49
24	Giresun2	0.30±0.03^{c-h}	0.15±0.03^{b-f}	4.92
25	Giresun3	0.46±0.20^{a-h}	0.26±0.13^{a-f}	4.37
26	Trabzon1	0.41±0.13^{a-h}	0.21±0.09^{a-f}	4.90
27	Rize	0.28±0.04^{c-h}	0.12±0.04^{b-f}	5.57
28	Trabzon2	0.32±0.04^{b-h}	0.12±0.03^{b-f}	6.09
29	Trabzon3	0.38±0.04^{a-h}	0.15±0.02^{b-f}	5.93
30	Ordu1	0.40±0.08^{a-h}	0.17±0.03^{a-f}	5.82
31	Ordu2	0.34±0.07^{a-h}	0.14±0.03^{b-f}	5.73
32	Samsun1	0.37±0.04^{a-h}	0.14±0.01^{b-f}	5.99
33	Samsun2	0.53±0.10^{a-f}	0.24±0.02^{a-f}	5.32
34	Samsun3	0.36±0.122^{a-h}	0.15±0.05^{b-f}	5.65
35	Samsun4	0.41±0.05^{a-h}	0.23±0.06^{a-f}	4.30
36	Samsun5	0.29±0.02^{c-h}	0.12±0.01^{b-f}	5.72
37	Samsun6	0.34±0.08^{a-h}	0.15±0.03^{b-f}	5.63

38	Sinop1	0.15±0.03^{h}	0.07±0.02^{ef}	5.10
39	Sinop2	0.30±0.02^{c-h}	0.14±0.02^{b-f}	5.35
40	Sinop3	0.268±0.01^{d-h}	0.12±0.00^{b-f}	5.43
41	Sinop4	0.30±0.07^{c-h}	0.16±0.07^{a-f}	4.49
42	Sinop5	0.25±0.02^{d-h}	0.11±0.01^{b-f}	5.30
43	Kastamonu1	0.25±0.03^{d-h}	0.11±0.01^{b-f}	5.33
44	Kastamon2	0.39±0.07^{a-h}	0.18±0.03^{a-f}	5.42
45	Kastamonu3	0.31±0.07^{b-h}	0.15±0.05^{b-f}	5.03
46	Kastamonu4	0.49±0.01^{a-h}	0.22±0.00^{a-f}	5.51
47	Kastamonu5	0.24±0.04^{e-h}	0.10±0.02^{d-f}	5.71
48	Kastamonu6	0.29±0.00^{c-h}	0.13±0.00^{b-f}	5.48
49	Bartın1	0.21±0.02^{e-h}	0.09±0.01^{d-f}	5.63
50	**Bartın2**	**0.13±0.02^{h}**	0.09±0.01^{d-f}	3.23
51	Bartın3	0.27±0.04^{d-h}	0.15±0.00^{b-f}	4.48
52	Zonguldak1	0.35±0.09^{a-h}	0.17±0.06^{a-f}	5.05
53	Zonguldak2	0.30±0.12^{c-h}	0.17±0.06^{a-f}	4.31
54	Zonguldak3	0.25±0.05^{d-h}	0.15±0.02^{a-f}	4.14
55	Zonguldak4	0.47±0.05^{a-h}	0.21±0.02^{a-f}	5.37
56	Zonguldak5	0.52±0.11^{a-g}	0.23±0.05^{a-f}	5.55
57	Düzce	0.54±0.12^{a-e}	0.22±0.06^{a-f}	5.85
58	Sakarya1	0.35±0.19^{a-h}	0.16±0.07^{a-f}	5.45
59	Sakarya2	0.25±0.02^{d-h}	0.11±0.01^{c-f}	5.52
60	Kocaeli1	0.35±0.20^{a-h}	0.15±0.06^{b-f}	5.55
61	İstanbul1	0.19±0.02^{e-h}	0.10±0.00^{d-f}	4.76
62	İstanbul2	0.35±0.09^{a-h}	0.18±0.04^{a-f}	4.65
63	İstanbul3	0.42±0.17^{a-h}	0.24±0.12^{a-f}	4.08
64	Kocaeli2	0.21±0.08^{e-h}	0.11±0.02^{c-f}	4.85
65	Kocaeli3	0.32±0.10^{b-h}	0.16±0.08^{a-f}	4.78
66	Yalova1	0.32±0.18^{b-h}	0.17±0.11^{a-f}	4.67
67	Yalova2	0.44±0.18^{a-h}	0.22±0.12^{a-f}	4.81
68	Bursa1	0.41±0.06^{a-h}	0.19±0.01^{a-f}	5.41
69	Bursa2	0.43±0.13^{a-h}	0.21±0.08^{a-f}	4.98
70	Balıkesir1	0.20±0.02^{e-h}	0.12±0.01^{b-f}	3.99
71	Balıkesir2	0.20±0.05^{e-h}	0.09±0.02^{d-f}	5.53
72	**İzmir3**	0.14±0.03^{h}	**0.06±0.01^{f}**	5.59
73	İzmir4	0.36±0.09^{a-h}	0.17±0.04^{a-f}	5.13
74	Aydın2	0.33±0.05^{b-h}	0.15±0.02^{b-f}	5.32
75	Aydın3	0.66±0.08^{ab}	0.31±0.04^{a-c}	5.34
77	Balıkesir1	0.39±0.09^{a-h}	0.18±0.04^{a-f}	5.38
78	Balıkesir2	0.33±0.01^{b-h}	0.16±0.01^{a-f}	5.17
79	Çanakkale1	0.24±0.05^{e-h}	0.12±0.01^{b-f}	4.80
80	Çanakkale2	0.28±0.00^{c-h}	0.11±0.00^{b-f}	5.88

81	Çanakkale3	0.18±0.04^{f-h}	0.07±0.02^{ef}	5.98
82	Çanakkale4	0.32±0.04^{b-h}	0.15±0.01^{b-f}	5.33
83	Tekirdağ1	0.23±0.03^{e-h}	0.10±0.01^{d-f}	5.44
84	Tekirdağ2	0.31±0.04^{b-h}	0.14±0.03^{b-f}	5.50
85	Tekirdağ3	0.40±0.15^{a-h}	0.19±0.11^{a-f}	5.06
86	Tekirdağ4	0.28±0.02^{c-h}	0.11±0.00^{b-f}	5.80
87	Tekirdağ5	0.25±0.04^{e-h}	0.09±0.02^{d-f}	6.02
88	İstanbul4	0.42±0.03^{a-h}	0.13±0.06^{b-f}	6.92
89	İstanbul5	0.16±0.01^{gh}	0.07±0.00^{ef}	5.41
90	İstanbul6	0.24±0.02^{e-h}	0.12±0.01^{b-f}	4.98
91	Bursa3	0.30±0.02^{c-h}	0.13±0.01^{b-f}	5.73
92	Yalova3	0.30±0.05^{c-h}	0.14±0.02^{b-f}	5.42
93	Bursa4	0.22±0.01^{e-h}	0.09±0.00^{d-f}	5.82
94	İzmir6	0.32±0.02^{b-h}	0.13±0.01^{b-f}	5.68
	Min	0.134	0.064	3.23
	Mak	0.702	0.379	6.92
	Ortalama	0.344	0.163	5.25
	Standart sapma	0.115	0.058	0.54
	Varyans	0.013	0.003	0.30
	Varyasyon katsayısı	33.43	35.58	10.45

Ölçümlerde her bir örnek grubundan alınan 5 defne yaprağına ait ortalama yaş ve kuru yaprak ağırlığı değerleri Çizelge 4.2'de verilmiştir. Yaprak ağırlıkları için defne genotipleri arasındaki istatistiksel fark önemlidir ($p<0.01$). Lokasyonlar kendi bölgelerinde değerlendirildiğinde bazı iller arasındaki yaş ve kuru yaprak ağırlıkları farkı önemli iken. bazılarında önemsiz olarak tespit edilmiştir. Çizelge 4.2'ye göre en yüksek yaş yaprak ağırlığı 0.702±0.24 g ile 21 numaralı örnek olan İzmir1'de. en düşük yaş yaprak ağırlığı 0.134±0.02 g ile 50 numaralı örnek olan Bartın2'de tespit edilmiştir. Coğrafi bölgeler baz alındığında yaş yaprak ağırlığı arasındaki fark önemsiz düzeydedir. Erat (2016) tarafından farklı defne popülasyonlarında yapılan çalışmada yaş yaprak ağırlığının en yüksek değeri 0.83 g ve en düşük değeri 0.18 g olarak tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Erat (2016)'nın yapmış olduğu çalışmayla benzerlik göstermiştir.

Kuru yaprak ağırlığı değerlendirildiğinde en yüksek kuru yaprak ağırlığı yine 21 numaralı örnek olan İzmir1'de 0.37±0.16 gr olarak tespit edilmiştir. En düşük kuru yaprak ağırlığına sahip örnek 0.064±0.004 gr ile 72 numaralı İzmir3 örneğidir.

Nem miktarı değerlendirildiğinde en yüksek nem miktarı 88 numaralı örnek olan İstanbul4'te %6.92, en düşük nem miktarı ise 50 numaralı örnek olan Bartın2'de %3.23 olarak tespit edilmiştir. Türk Gıda Kodeksi'ne göre defne yaprağı için nem miktarı en fazla %8 olmalıdır.

4.2. Serbest radikali giderme kapasitesi (DPPH)

94 adet farklı defne genotipine ait yapraklarla hazırlanan ekstraktların DPPH yöntemi ile antioksidan kapasitesi. standart troloks çözeltisi ile çizilen kalibrasyon grafiği yardımıyla hesaplanmıştır (Ek 7.1). Ekstraktların serbest radikali giderme aktiviteleri (DPPH) Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3'e göre en yüksek serbest radikali giderme kapasitesi (DPPH) 146.7±0.35 mg TE/g KM ile 25 numaralı örnek olan Giresun3'te. en az serbest radikali giderme aktivitesi (DPPH) 41.7±1.41 mg TE/g KM ile 57 numaralı örnek olan Düzce'de tespit edilmiştir. Farklı defne genotipleri arasında serbest radikali giderme aktivitesi sonuçları arasındaki standart sapmanın 23.25 olduğu belirlenmiştir. Karadeniz Bölgesi'ne ait defne genotiplerin en düşük DPPH aktivitesine sahip olduğu görülmüştür. En düşük ve en yüksek DPPH aktiviteleri arasındaki fark çok yüksek olarak tespit edilmiştir. Defne genotiplerinde DPPH aktiviteleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Lokasyonlar kendi aralarında değerlendirildiğinde DPPH aktivitelerinin istatistiksel olarak aralarındaki fark önemlidir.

Kıvrak ve ark. (2017) tarafından yapılan çalışmada Fethiye/Muğla yöresinden toplanan defne yapraklarından farklı çözücüler ile ekstraktlar hazırlanmıştır. Antioksidan aktiviteleri incelendiğinde etil asetat ile hazırlanan ekstraktın DPPH aktivitesi 75.65±0.77, etanol ile hazırlanan ekstraktın DPPH aktivitesi 129.10±0.66, hekzan ile hazırlanan ekstraktın DPPH aktivitesi 201.47±0.60 ve su ile hazırlanan ekstraktın DPPH aktivitesi 203.55±0.98 µg/ml olarak tespit edilmiştir.

Nehir El ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada İzmir'den temin edilen defne yapraklarında farklı yöntemlerle esansiyel yağ elde etmiş ve bu yöntemlerin antioksidan aktivitelerine

olan etkisini incelemişlerdir. DPPH inhibisyon değerlerini farklı ekstraksiyon yöntemlerine göre %76.3, %83.3 ve %91.1 olarak tespit etmişlerdir.

Saharkhiz ve ark. (2018) farklı ekstraksiyon yöntemlerinin defne yaprağının kimyasal kompozisyonuna ve antioksidan aktivitesine olan etkilerini çalışmışlardır. Hidrodestilasyon, hidrobuhar destilasyon, mikrodalga destekli hidrodestilasyon ve omik destekli hidrodestilasyon ekstraksiyon yöntemlerinden elde edilen sonuçlara göre IC50 değerleri sırasıyla 0.84, 1.4, 3.7 ve 2.5 olarak bulunmuştur. Hidrodestilasyon yöntemiyle elde edilen ekstraktın en yüksek antioksidan kapasitesine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Tarçın, kimyo, defne, nane, kekik, biberiye ve adaçayı bitkilerinden elde edilen uçucu yağlarda kimyasal kompozisyon ve antioksidan aktivitelerinin incelendiği bir çalışmada, en yüksek serbest radikali giderme aktivitesi %79 ± 0.54 ile defnede bulunmuştur (Önenç ve ark.. 2016).

Tural ve Turhan (2017)'de yaptıkları çalışmada kekik (*Thymus vulgaris* L.), biberiye (*Rosmarinus officinalis L.*) ve defne (*Lauris nobilis L.*) esansiyel yağları ve karışımlarının antimikrobiyal ve antioksidan özelliklerini incelemişlerdir. En yüksek serbest radikali giderme aktivitesinin defnede olduğunu bildirmişlerdir.

Farklı araştırıcılar tarafından farklı bölgelerde ve ülkelerde yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen defne yapraklarının serbest radikali giderme aktivitelerinin geniş bir aralıkta değiştiği görülmektedir. Elde ettiğimiz DPPH aktiviteleri sonuçları bu aralıkların içerisinde yer almaktadır. Yapılan çalışmalar, yaprağın toplandığı ay, rakım, bölgesel özellikler, yıllık iklim verileri gibi faktörlerin DPPH aktivileri üzerine önemli etkisinin olduğunu ortaya koymaktadır.

Çizelge 4.3. 94 Defne genotipine ait ekstrakların serbest radikali giderme aktivitesi (DPPH) ve katyon radikali giderme aktivitesi (ABTS)

Genotip kodu	Genotip adı	Serbest radikali giderme aktivitesi (DPPH) mg TE/g KM	Katyon radikali giderme aktivitesi (ABTS) mg TE/g KM
1	Hatay1	142.32±0.53^{g-m}	114.47±0.24^{c-i}
2	Hatay2	144.45±0.70^{b-f}	114.73±0.12^{b-g}
3	Hatay3	142.07±0.17^{g-n}	112.90±0.24^{o-u}
4	K.maraş	137.82±0.88^{rs}	112.71±0.00^{q-w}
6	Mersin1	117.20±0.35^{b1c1}	112.80±0.12^{p-v}
7	Mersin2	141.82±0.17^{g-o}	113.42±0.24^{k-q}
8	Mersin3	137.07±0.53st	112.20±0.74^{u-y}
9	Mersin4	126.20±1.06^{y}	109.99±0.62^{c1-e1}
10	Antalya1	143.45±1.06^{c-i}	113.94±0.99^{g-m}
11	Antalya2	124.20±0.70^{z}	112.27±0.37^{t-y}
12	Antalya3	140.07±0.17^{o-q}	112.80±0.12^{p-v}
13	Antalya4	145.07±0.53^{a-c}	114.20±0.86^{e-k}
14	**Antalya5**	143.57±0.88^{c-h}	**115.70±0.24^{a}**
15	Antalya6	109.95±0.70^{d1}	112.54±0.00^{r-x}
16	Muğla1	120.82±0.17^{a1}	113.68±0.37^{i-o}
17	Muğla2	143.70±0.70^{b-g}	113.41±0.24^{k-q}
18	Muğla3	136.20±1.06st	113.77±0.00^{i-n}
19	Muğla4	133.70±0.70^{u}	114.99±0.00^{a-e}
20	Aydın1	93.95±1.41^{h1}	109.73±0.24^{d1-f1}
21	İzmir1	143.32±0.17^{c-i}	115.26±0.12^{a-c}
22	İzmir2	144.45±0.70^{b-f}	115.08±0.12^{a-d}
23	Giresun1	135.70±0.00^{t}	113.42±0.49^{k-q}
24	Giresun2	144.70±0.70^{b-e}	113.85±0.37^{h-n}
25	**Giresun3**	**146.70±0.35^{a}**	115.52±0.00^{ab}
26	Trabzon1	136.32±0.53st	113.85±0.12^{h-n}
27	Rize	84.82±0.88^{j1}	97.19±0.62^{p1}
28	Trabzon2	110.20±1.06^{d1}	109.38±0.49^{e1-g1}
29	Trabzon3	142.45±0.70^{g-m}	114.47±0.24^{c-i}
30	Ordu1	142.20±0.35^{g-n}	114.99±0.24^{a-e}
31	Ordu2	140.70±1.06^{l-q}	115.26±0.62^{a-c}
32	Samsun1	140.82±0.88^{l-q}	114.12±0.00^{f-k}
33	Samsun2	121.20±0.35^{a1}	113.42±0.00^{k-q}
34	Samsun3	142.95±1.41^{e-k}	114.99±0.00^{a-e}
35	Samsun4	142.45±1.06^{g-m}	114.03±0.37^{f-l}
36	Samsun5	143.32±0.17^{c-i}	114.64±0.24^{c-h}

37	Samsun6	132.45±1.06^{uv}	112.54±0.74^{r-x}
38	Sinop1	58.57±0.53^{n1}	107.54±0.62^{i1-k1}
39	Sinop2	66.95±0.35^{l1}	107.01±0.62^{i1-j1}
40	Sinop3	131.95±0.35^{uv}	109.03±0.00^{f1g1}
41	Sinop4	140.32±1.23^{n-q}	113.06±0.00^{n-t}
42	Sinop5	116.07±0.53^{c1}	108.77±0.12^{g1h1}
43	Kastamon1	142.95±0.35^{e-k}	111.84±0.00^{x-z}
44	Kastamon2	141.70±0.00^{h-o}	112.71±0.24^{q-w}
45	Kastamon3	140.82±1.23^{l-q}	113.24±0.00^{l-r}
46	Kastamon4	131.57±0.88^{vw}	111.84±0.74^{x-z}
47	Kastamon5	141.20±0.70^{j-q}	112.45±0.62^{r-x}
48	Kastamon6	123.20±0.70^{z}	112.10±0.86^{u-y}
49	Bartın1	69.70±0.70^{k1}	107.80±0.49^{i1ji}
50	Bartın2	144.95±0.00^{a-d}	114.29±0.24^{d-j}
51	Bartın3	143.07±0.53^{d-j}	113.15±0.12^{m-s}
52	Zonguldak1	145.20±0.00^{a-c}	114.99±0.00^{a-e}
53	Zonguldak2	111.82±0.88^{d1}	106.84±0.37^{k1l1}
54	Zonguldak3	143.70±0.70^{b-g}	99.20±0.99^{o1}
55	Zonguldak4	145.57±1.94^{ab}	115.17±0.24^{a-c}
56	Zonguldak5	142.20±1.06^{g-n}	113.77±0.74^{i-n}
57	**Düzce**	**41.70±1.41^{p1}**	110.78±0.99^{a1-c1}
58	Sakarya1	139.70±0.35^{p-r}	114.47±0.24 $^{c-i}$
59	Sakarya2	144.70±1.06^{b-e}	113.06±0.00^{n-t}
60	**Kocaeli1**	52.70±1.41^{o1}	**74.64±0.49^{q1}**
61	İstanbul1	126.45±1.41^{y}	106.22±0.00^{l1m1}
62	İstanbul2	141.07±1.41^{k-q}	113.15±0.12^{m-s}
63	İstanbul3	144.95±1.59^{a-d}	113.15±0.12^{m-s}
64	Kocaeli2	143.57±0.17^{c-h}	113.42±0.00^{k-q}
65	Kocaeli3	142.57±0.53^{f-l}	112.10±0.12^{u-y}
66	Yalova1	143.70±0.00^{b-g}	113.77±0.24^{i-n}
67	Yalova2	128.07±0.53^{xy}	114.82±0.00^{b-f}
68	Bursa1	136.45±0.35st	110.26±0.24^{c1d1}
69	Bursa2	63.95±0.70^{m1}	109.03±0.49^{f1g1}
70	Balıkesir1	142.95±0.35^{e-k}	111.13±0.49 $^{z-b1}$
71	Balıkesir2	116.57±1.23^{b1c1}	105.96±0.12^{m1}
72	İzmir3	140.07±1.23^{o-q}	108.15±0.00^{h1i1}
73	İzmir4	144.45±0.35^{b-f}	112.54±0.00^{r-x}
74	Aydın2	139.32±0.88^{qr}	112.45±0.12^{r-x}
75	Aydın3	100.70±0.70^{f1}	113.24±0.00^{l-r}
77	Balıkesir1	143.70±0.00^{b-g}	111.49±0.00^{y-a1}
78	Balıkesir2	118.32±0.17^{b1}	111.92±0.12^{w-z}
79	Çanakkale1	96.45±0.70^{g1}	102.89±0.74^{n1}

80	Çanakkale2	141.57±1.23^{i-p}	112.01±0.00^{v-y}
81	Çanakkale3	120.70±1.06^{a1}	113.15±0.12^{m-s}
82	Çanakkale4	129.70±0.70^{wx}	114.47±0.24^{c-i}
83	Tekirdağ1	143.57±0.17^{c-h}	113.24±0.00^{l-r}
84	Tekirdağ2	126.95±0.35^{y}	114.03±0.37^{f-l}
85	Tekirdağ3	139.57±0.17^{qr}	113.50±0.37^{j-q}
86	Tekirdağ4	118.20±0.35^{b1}	113.24±0.24^{l-r}
87	Tekirdağ5	107.57±0.17^{e1}	112.36±0.49^{s-x}
88	İstanbul4	111.32±0.17^{d1}	103.33±0.86^{n1}
89	İstanbul5	136.57±0.88st	108.85±0.49^{g1h1}
90	İstanbul6	111.70±0.35^{d1}	109.99±0.37^{c1-e1}
91	Bursa3	142.07±0.53^{g-n}	114.47±0.00^{c-i}
92	Yalova3	130.82±0.17^{vw}	110.35±0.12^{b1-d1}
93	Bursa4	140.57±0.53^{m-q}	113.59±0.00^{j-p}
94	İzmir6	89.32±0.88^{i1}	112.54±0.00^{r-x}
	Min	41.70	74.64
	Mak	146.70	115.70
	Ortalama	128.06	111.57
	Standart sapma	23.25	5.13
	Varyans	540.88	26.31
	Varyasyon katsayısı	4.29	44.33

4.3. Katyon radikali giderme aktivitesi (ABTS)

Defne yapraklarının ABTS yöntemi ile antioksidan aktivitesi, standart troloks çözeltisi ile çizilen kalibrasyon grafiği yardımıyla hesaplanmıştır (Ek 7.2). Ekstraktların katyon radikali giderme aktiviteleri (ABTS) Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Defne genotiplerinde ABTS aktiviteleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Lokasyonlar kendi aralarında değerlendirildiğinde ABTS aktiviteleri arasındaki fark önemlidir. Çizelge 4.3'e göre en yüksek katyon radikali giderme aktivitesi (ABTS) 115.7±0.24 mg TE/g KM ile 14 numaralı örnek olan Antalya5'te, en düşük katyon radikali giderme aktivitesi (ABTS) 74.64±0.49 mg TE/g KM ile 60 numaralı örnek olan Kocaeli1'de tespit edilmiştir. Örnekler arasında istatistiksel açıdan önemli düzeyde fark olmadığı görülmüştür ($p>0.01$).

Kıvrak ve ark. (2017) tarafından yapılan çalışmada antioksidan aktiviteleri incelendiğinde etil asetat ile hazırlanan ekstraktın ABTS aktivitesi 24.98±0.87, etanol ile hazırlanan ekstraktın ABTS aktivitesi 43.74±0.57, hekzan ile hazırlanan ekstraktın ABTS aktivitesi 55.34±1.21 ve su ile hazırlanan ekstraktın ABTS aktivitesi 99.75±1.41 µg/ml olarak tespit edilmiştir.

Nehir El ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada ABTS inhibisyon değerlerini farklı ekstraksiyon yöntemlerine göre %92.1. %93.9 ve %94.1 olarak tespit etmişlerdir.

Boulilaa ve ark. (2015) dört farklı enzim kullanarak (selülaz, hemiselülaz, ksilinaz ve bunların karışımı) ekstraksiyon yapmış ve ABTS aktivitesi üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Enzimler arasında ABTS aktivitesi üzerinde önemli bir etkinin olmadığı görülmüştür. Selülaz, hemiselülaz, ksilinaz ve bunların karışımı için IC50 değerleri sırasıyla 1142.91±46.87, 1371.68±38.79, 1073.73±33.60 ve 1212.74±34.68 µg/ml bulunmuştur.

Çalışmada metanol ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen farklı ekstraktlar için bulunan ABTS aktiviteleri yapılan çalışmaların aralığındadır. DPPH aktivitesi sonuçlarıyla ABTS sonuçları arasında yakın değerler bulunmaktadır. Genel olarak bitki ekstraktlarının antioksidan aktivitelerinin belirlenmesinde karmaşık bileşimleri nedeniyle tek yöntem önerilmemektedir. Bu yüzden tez çalışmamızda antioksidan aktivitelerini belirlemek için iki farklı analiz yöntemi olan DPPH ve ABTS uygulanmıştır.

4.4. Toplam fenolik madde miktarı

Defne yaprakları için toplam fenolik madde miktarı (TPC) standart gallik asit çözeltisi ile çizilen kalibrasyon grafiği yardımıyla hesaplanmıştır (Ek 7.3). Ekstraktların toplam fenolik madde miktarı (TPC) Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Defne genotiplerinde TPC miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Lokasyonlar kendi aralarında değerlendirildiğinde TPC miktarları arasındaki fark önemlidir. Çizelge 4.4'e göre en yüksek toplam fenolik madde miktarı

(TPC) 249.43±1.49 mg GAE/g KM ile 34 numaralı örnek olan Samsun3'te, en düşük toplam fenolik madde miktarı (TPC) 133.03±0.61 mg GAE/g KM ile 78 numaralı örnek olan Balıkesir2'de tespit edilmiştir. Farklı defne genotipleri arasında toplam fenolik madde miktarı sonuçları arasındaki varyasyon katsayısının 12.88 olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. 94 Defne genotipine ait ekstraktların toplam fenolik madde miktarları

Genotip kodu	**Genotip adı**	**Toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/g KM)**
1	Hatay1	$178\pm0.20^{k-q}$
2	Hatay2	$179.33\pm0.35^{j-o}$
3	Hatay3	$188.14\pm0.20^{f-h}$
4	K.maraş	$155.48\pm0.00^{d1-h1}$
6	Mersin1	$159.40\pm0.55^{y-f1}$
7	Mersin2	$180.98\pm0.35^{i-m}$
8	Mersin3	208.10 ± 0.15^{cd}
9	Mersin4	$176.52\pm0.05^{k-r}$
10	Antalya1	215.76 ± 0.20^{b}
11	Antalya2	$164.69\pm0.50^{v-y}$
12	Antalya3	$153.25\pm0.40^{f1-i1}$
13	Antalya4	208.17 ± 0.05^{cd}
14	Antalya5	$162.89\pm0.40^{x-b1}$
15	Antalya6	$186.23\pm0.35^{f-i}$
16	Muğla1	$157.92\pm0.61^{z-g1}$
17	Muğla2	$160.84\pm0.25^{x-e1}$
18	Muğla3	213.53 ± 0.30^{bc}
19	Muğla4	$204.58\pm2.59^{x-e1}$
20	Aydın1	$176.56\pm0.20^{k-r}$
21	İzmir1	$149.69\pm0.25^{h1-l1}$
22	İzmir2	$171.45\pm0.20^{r-u}$
23	Giresun1	189.36 ± 0.20^{fg}
24	Giresun2	208.25 ± 0.05^{cd}
25	Giresun3	$142.82\pm0.71^{m1-p1}$
26	Trabzon1	$155.33\pm0.20^{e1-h1}$
27	Rize	$143.28\pm0.35^{m1-o1}$
28	Trabzon2	$161.88\pm0^{x-c1}$
29	Trabzon3	$136.88\pm0.86^{p1-q1}$
30	Ordu1	191.99 ± 0.45^{ef}
31	Ordu2	$163.10\pm0.20^{x-a1}$
32	Samsun1	$163.10\pm0.40^{x-a1}$

33	Samsun2	$172.53\pm0.00^{q\text{-}u}$
34	**Samsun3**	$\mathbf{249.43\pm1.49^{a}}$
35	Samsun4	$149.97\pm0.35^{h1\text{-}k1}$
36	Samsun5	203.82 ± 0.20^{d}
37	Samsun6	$146.38\pm0.25^{j1\text{-}n1}$
38	Sinop1	$175.58\pm0.25^{m\text{-}t}$
39	Sinop2	$142.71\pm0.76^{n1\text{-}p1}$
40	Sinop3	$184.87\pm0.35^{g\text{-}j}$
41	Sinop4	$155.66\pm0.05^{d1\text{-}h1}$
42	Sinop5	$146.34\pm0.30^{j1\text{-}n1}$
43	Kastamonu1	$136.84\pm0.30^{p1\text{-}q1}$
44	Kastamon2	$161.63\pm0.15^{x\text{-}d1}$
45	Kastamonu3	$142.46\pm0.50^{n1\text{-}p1}$
46	Kastamonu4	$138.03\pm0.35^{o1\text{-}q1}$
47	Kastamonu5	$179.36\pm0.20^{j\text{-}o}$
48	Kastamonu6	$160.51\pm0.71^{x\text{-}e1}$
49	Bartın1	$164.25\pm0.10^{v\text{-}y}$
50	Bartın2	$178.14\pm0.20^{k\text{-}q}$
51	Bartın3	$170.26\pm0.05^{s\text{-}v}$
52	Zonguldak1	135.33 ± 0.10^{q1}
53	Zonguldak2	$163.75\pm0.20^{v\text{-}z}$
54	Zonguldak3	$160.69\pm0.05^{x\text{-}e1}$
55	Zonguldak4	$162.46\pm0.10^{x\text{-}b1}$
56	Zonguldak5	$143.64\pm0.86^{l1\text{-}o1}$
57	Düzce	$148.93\pm0.40^{i1\text{-}m1}$
58	Sakarya1	$162.64\pm0.35^{x\text{-}b1}$
59	Sakarya2	191.52 ± 0.10^{ef}
60	Kocaeli1	$157.17\pm0.25^{a1\text{-}g1}$
61	İstanbul1	$175.08\pm0.15^{m\text{-}t}$
62	İstanbul2	$182.24\pm0.50^{h\text{-}k}$
63	İstanbul3	$173.68\pm0.30^{n\text{-}t}$
64	Kocaeli2	136.66 ± 0.05^{p1q1}
65	Kocaeli3	$159.23\pm0.20^{y\text{-}f1}$
66	Yalova1	$146.70\pm0.00^{j1\text{-}n1}$
67	Yalova2	$179.79\pm0.10^{j\text{-}n}$
68	Bursa1	196.77 ± 0.30^{e}
69	Bursa2	$153.53\pm0.10^{f1\text{-}i1}$
70	Balıkesir1	$175.05\pm0.20^{m\text{-}t}$
71	Balıkesir2	$166.63\pm0^{u\text{-}x}$

72	İzmir3	$179.04\pm0.35^{j\text{-}p}$
73	İzmir4	$156.74\pm0.35^{b1\text{-}g1}$
74	Aydın2	$160.37\pm0.50^{y\text{-}e1}$
75	Aydın3	$143.82\pm0.61^{k1\text{-}o1}$
77	Balıkesir1	$169.51\pm0.30^{t\text{-}w}$
78	**Balıkesir2**	**133.03 ± 0.61^{q1}**
79	Çanakkale1	$152.13\pm0.15^{g1\text{-}j1}$
80	Çanakkale2	134.87 ± 0.66^{q1}
81	Çanakkale3	$162.78\pm0.55^{x\text{-}b1}$
82	Çanakkale4	210.48 ± 0.05^{bc}
83	Tekirdağ1	$173.61\pm0.20^{o\text{-}t}$
84	Tekirdağ2	$182.06\pm0.15^{h\text{-}l}$
85	Tekirdağ3	$176.09\pm0.45^{k\text{-}s}$
86	Tekirdağ4	$175.94\pm0.05^{l\text{-}s}$
87	Tekirdağ5	$172.92\pm0.05^{p\text{-}t}$
88	İstanbul4	$143.39\pm0.20^{m1\text{-}o1}$
89	İstanbul5	$155.76\pm0^{c1\text{-}h1}$
90	İstanbul6	$179.79\pm0.20^{j\text{-}n}$
91	Bursa3	$146.56\pm0.20^{j1\text{-}n1}$
92	Yalova3	$161.95\pm0.30^{x\text{-}b1}$
93	Bursa4	$185.19\pm0.10^{g\text{-}j}$
94	İzmir6	$170.19\pm0.25^{s\text{-}v}$
	Min	133.03
	Mak	249.43
	Ortalama	168.09
	Standart sapma	21.66
	Varyans	469.38
	Varyasyon katsayısı	12.88

Hartanti ve ark. (2019)'un yaptıkları çalışmada defne yaprağı (*Syzygium polianthum*) etanol ekstraktlarının toplam fenol içeriğini tespit etmişlerdir. Perkolasyon ve sokselet metoduyla elde ettikleri etanol ekstraktından farklı konsantrasyonlar hazırlamışlardır. Sokselet metoduyla hazırladıkları ekstraktların toplam fenolik madde miktarı sırasıyla 10, 25, 50, 150, 300 ve 600 µg/ml konsantrasyonları için 35.4, 90.8, 92.4, 139, 187.9 ve 201.8 ppm iken, perkolasyon metoduyla hazırladıkları ekstraktların toplam fenolik madde miktarı sırasıyla 10, 25, 50, 150, 300 ve 600 µg/ml konsantrasyonları için. 53.6, 5, 61.4, 99, 150.4 ve 193.7 ppm olarak bulmuşlardır.

Boulilaa ve ark. (2015) selülaz, hemiselülaz, ksilinaz ve bunların karışımı için buldukları toplam fenolik madde miktarı sırasıyla 7.12±0.64, 6.89±0.62, 6.64±0.49 ve 6.33±0.54 mg GAE/g olarak bildirilmiştir. Enzim ile ekstraksiyonun toplam fenolik madde üzerinde önemli etkisinin görülmediğini söylemişlerdir.

Conforti ve ark. (2006) yapmış oldukları çalışmada yabani ve kültüre alınmış *Laurus nobilis* yaprakları ile *Foeniculum vulgare* piperitum tohumlarının kimyasal bileşimi ve antioksidan aktiviteleri belirlenmiştir. Yabani *Laurus nobilis* yapraklarında toplam fenolik madde miktarı (TPC) 201 mg GAE/g, kültüre alınmış yapraklarda 219 mg GAE/g, yabani rezene yapraklarında 151 mg GAE/g ve kültüre alınmış rezene yapraklarında 100 mg GAE/g olarak bulunmuştur.

Kıvrak ve ark. (2017) tarafından yapılan çalışmada toplam fenolik madde miktarı incelendiğinde etil asetat ile hazırlanan ekstraktın toplam fenolik madde miktarı 54.42±0.14, etanol ile hazırlanan ekstraktın toplam fenolik madde miktarı 25.32±0.10, hekzan ile hazırlanan ekstraktın toplam fenolik madde miktarı 12.80±0.35 ve su ile hazırlanan ekstraktın toplam fenolik madde miktarı 11.04±0.20 µg/mg olarak tespit edilmiştir. Sonuçlara dayanarak fenolik bileşiklerin ekstraktların antioksidan aktiviteleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu söylenmiştir.

Murraya koenigii (köri yaprakları), *Laurus nobilis* (defne yaprakları) ve *Camellia sinensis* (yeşil ve siyah çay yaprakları) dahil olmak üzere üç bitki türünden yapraklar seçilmiş ve analiz edilmiştir. Metanolik ekstrakt hazırlandıktan sonra antioksidan kapasitesi ve toplam fenolik madde miktarı tayini yapılmıştır. *Laurus nobilis* (defne yaprakları)'nda toplam fenolik madde miktarı 550 mg GAE/100 g bulunmuştur (Ishtiaque ve ark., 2015).

Muñiz-Márqueza ve ark. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada *Laurus nobilis* L. (Lauraceae). *Coriandrum sativum* L. (Apiaceae) ve *Amaranthus hybridus* L.(Amaranthaceae) polifenollerinin ekstraksiyonu katı-sıvı ekstraksiyonu ile gerçekleştirilmiştir. *Laurus nobilis* L., *Coriandrum sativum* L. ve *Amaranthus hybridus*

L. örnekleri için toplam fenolik madde miktarı sırasıyla 10.23±1.59, 1.38±0.06 ve 5.08±0.40 mg GAE/g olarak bulunmuştur.

Cezayir'in Laghouat kentinden temin edilen defne yapraklarında toplam fenolik madde miktarı 25.70±0.86 mg GAE/g olarak tespit edilmiştir (Guenane ve ark., 2016).

Farklı araştırıcılar tarafından farklı bölgelerde ve ülkelerde yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen defne yapraklarının toplam fenolik madde miktarının geniş bir aralıkta değiştiği görülmektedir. Elde ettiğimiz toplam fenolik madde miktarı sonuçları bu aralıkların içerisinde yer almaktadır. Yapılan çalışmalar; yaprağın toplandığı ay, rakım, bölgesel özellikler, yıllık iklim verileri gibi faktörlerin toplam fenolik madde miktarı üzerine önemli etkisinin olduğunu ortaya koymaktadır.

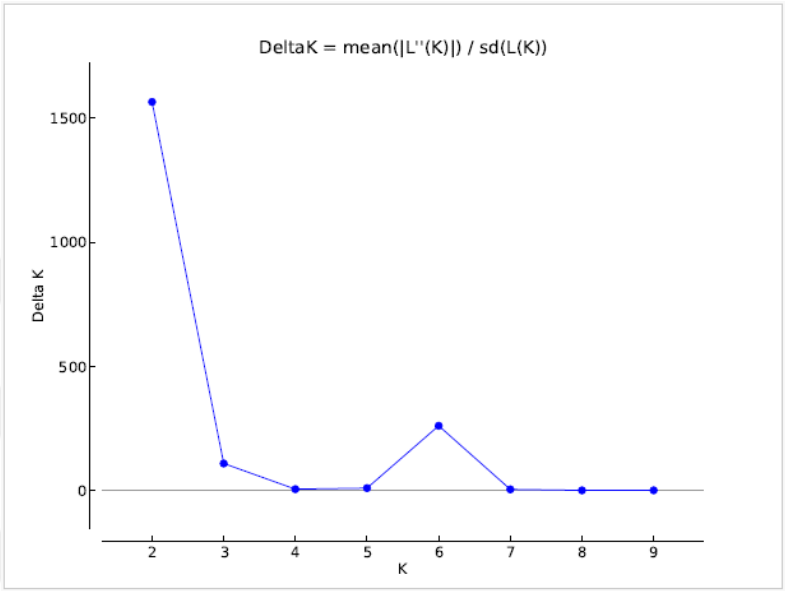
4.5. Defne yapraklarında genetik çeşitlilik ve popülasyon yapısının belirlenmesi

Defne yaprağı gen kaynaklarının tüm genom DArTseq profili 12.188 DarTseq markörü kullanılarak belirlenmiştir.

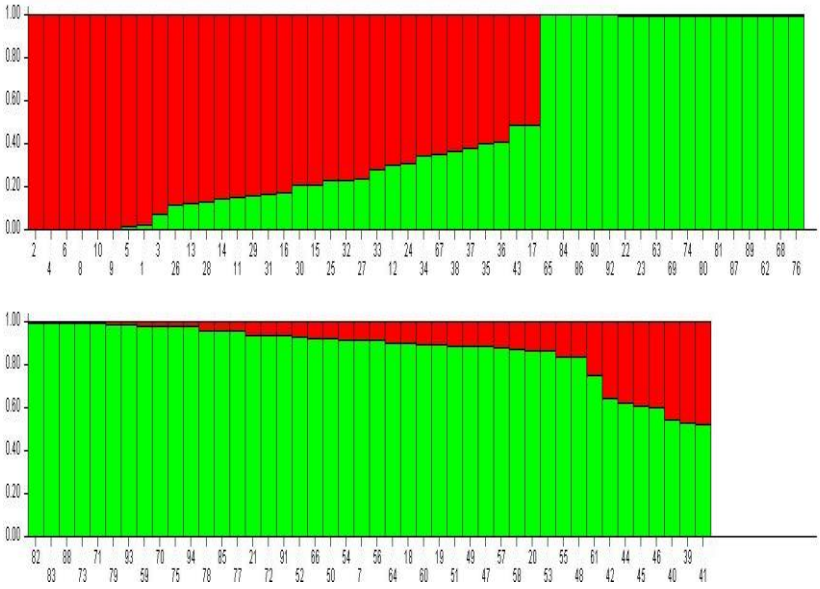
Defne yaprağı koleksiyonunun içindeki ve grupları arasındaki tür içi farklılaşma ve popülasyon yapısı tespiti Structure (v.2.3.4 yazılımı) ile gerçekleştirilmiştir. Bir dizi popülasyon (K) için ortalama olasılığı tahmin etmek amacıyla alel frekanslarını ilişkilendirmek amacıyla karışım modeli kullanılmıştır. Bu yapı analizi en az 10 çalışma ve 50.000 tekrar için gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar. 94 genotip için uygun K değerlerini tahmin etmek amacıyla Structure Harvester programında hesaplanmıştır. Delta K (ΔK). ardışık K değerleri arasındaki verinin log olasılığındaki değişim oranına dayalı olarak popülasyondaki küme sayısını (K) belirlemek için kullanılmıştır.

94 defne genotipinde gerçekleştirilen popülasyon yapısı analizinden elde edilen sonuçlar Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'te sunulmuştur. Şekil 4.3, defne popülasyonundaki grup sayısının iki farklı gruba ayrılabileceğini göstermektedir (K=2).

K=2'de, genotipler iki gruba göre (I ve II) sınıflandırılmıştır. Grup I ve grup II basit genetik yapıya sahiptir. Şekil 4.4 farklı renklerle temsil edilen iki grubun varlığını ortaya koymaktadır: kırmızı (Grup-I) ve yeşil (Grup-II). Sonuçlara göre Grup-I 33 katılımdan oluşurken, Grup-II 61 katılımdan oluşmuştur.



Şekil 4.3. 94 defne genotipinde DArtseq primeri kullanılarak oluşturulan ΔK tablosu



Şekil 4.4. 94 defne genotipinde DArTseq primeri kullanılarak oluşturulan Structure kümeleme analizi

K değeri için Q matrisi (popülasyon üyelik tahminleri) Structure çalışmalarından çıkarılmıştır. Bu matris, alt grupların her birindeki her genotip için tahmini üyelik katsayılarını sağlamaktadır. Evanno ve ark. (2005) tarafından önerilen delta (K) kriteri en yüksek değeri vermiş olup, bu yöntemin birinci yapı düzeyine yol açtığı bilinmektedir. Bu da esas olarak genotipleri ayırıyor gibi görünebilmektedir. Mevcut çalışma panelinde, ilişkilendirme modelinde yalnızca bir ortak değişken kullanmanın genotip sınıflandırmasını tam olarak düzenleyemeyeceği görüşü çalışmamız ile doğrulanmaktadır (Alsaleh. 2016). Q-matrisi ve Kinship yaklaşımı sınıflandırmanın doğru bir şekilde yapılabilmesi için en çok tercih edilen yöntemlerdir. Genel Linear Modeli (GLM). genellikle tek markör üzerinde çalışırken, karışık linear model (MLM) birden fazla markör üzerinde çalışmaktadır.

DArTseq ve SNP analizlerinde her bandın bir lokusu temsil ettiği kabul edilmiş ve ikili veri olarak puanlanmıştır. Bantların varlığı '1', yokluğu ise '0' olarak belirtilmiştir. Alellerin ikili formatta puanlanması süreci basitleştirmektedir. Popülasyon-1 ve Popülasyon-2'lerden 1 değerine yakın olan o popülasyona %100 yakınken, 0'a yakın olan o popülasyona en uzak olarak kabul edilmektedir. Popülasyon oranının %75'ten fazla olanları homozigot genler iken. az olanlar heterozigot (tanımlanamamış) genler olarak nitelendirilmektedir.

Çizelge 4.5'te. kırmızı renk Popülasyon-1'i. yeşil renk Popülasyon-2'yi ve mavi renk karışık yani heterozigot gen olan Popülasyon-3'ü göstermektedir.

Çizelge 4.5. Defne genotiplerine ait Q-matris popülasyonları

Örnek	Genotip adı	Popülasyon-1	Popülasyon-2
1	Hatay1	0.975	0.025
2	Hatay2	1.000	0.000
3	Hatay3	0.928	0.072
4	K.maraş	1.000	0.000
6	Mersin1	1.000	0.000
7	Mersin2	0.082	0.918
8	Mersin3	1.000	0.000
9	Mersin4	0.999	0.001

10	Antalya1	1.000	0.000
11	Antalya2	0.849	0.151
12	Antalya3	0.698	0.302
13	Antalya4	0.876	0.124
14	Antalya5	0.854	0.146
15	Antalya6	0.786	0.214
16	Muğla1	0.822	0.178
17	Muğla2	0.510	0.490
18	Muğla3	0.097	0.903
19	Muğla4	0.103	0.897
20	Aydın1	0.131	0.869
21	İzmir1	0.058	0.942
22	İzmir2	0.001	0.999
23	Giresun1	0.001	0.999
24	Giresun2	0.689	0.311
25	Giresun3	0.771	0.229
26	Trabzon1	0.883	0.117
27	Rize	0.762	0.238
28	Trabzon2	0.865	0.135
29	Trabzon3	0.841	0.159
30	Ordu1	0.791	0.209
31	Ordu2	0.830	0.170
32	Samsun1	0.768	0.232
33	Samsun2	0.720	0.280
34	Samsun3	0.656	0.344
35	Samsun4	0.594	0.406
36	Samsun5	0.589	0.411
37	Samsun6	0.617	0.383
38	Sinop1	0.630	0.370
39	Sinop2	0.467	0.533
40	Sinop3	0.454	0.546
41	Sinop4	0.475	0.525
42	Sinop5	0.352	0.648
43	Kastamonu1	0.514	0.486
44	Kastamonu2	0.377	0.623
45	Kastamonu3	0.387	0.613
46	Kastamonu4	0.399	0.601
47	Kastamonu5	0.114	0.886
48	Kastamonu6	0.161	0.839
49	Bartın1	0.113	0.887
50	Bartın2	0.076	0.924

51	Bartın3	0.109	0.891
52	Zonguldak1	0.069	0.931
53	Zonguldak2	0.133	0.867
54	Zonguldak3	0.080	0.920
55	Zonguldak4	0.158	0.842
56	Zonguldak5	0.085	0.915
57	Düzce	0.116	0.884
58	Sakarya1	0.123	0.877
59	Sakarya2	0.016	0.984
60	Kocaeli1	0.102	0.898
61	İstanbul1	0.249	0.751
62	İstanbul2	0.002	0.998
63	İstanbul3	0.001	0.999
64	Kocaeli2	0.093	0.907
65	Kocaeli3	0.000	1.000
66	Yalova1	0.073	0.927
67	Yalova2	0.648	0.352
68	Bursa1	0.002	0.998
69	Bursa2	0.001	0.999
70	Balıkesir1	0.017	0.983
71	Balıkesir2	0.005	0.995
72	İzmir3	0.060	0.940
73	İzmir4	0.004	0.996
74	Aydin2	0.001	0.999
76	İzmir5	0.002	0.998
77	Balıkesir1	0.042	0.958
78	Balıkesir2	0.037	0.963
79	Çanakkale1	0.011	0.989
80	Çanakkale2	0.001	0.999
81	Çanakkale3	0.001	0.999
82	Çanakkale4	0.002	0.998
83	Tekirdağ1	0.002	0.998
84	Tekirdağ2	0.000	1.000
85	Tekirdağ3	0.041	0.959
86	Tekirdağ4	0.000	1.000
87	Tekirdağ5	0.001	0.999
88	İstanbul4	0.002	0.998
89	İstanbul5	0.001	0.999
90	İstanbul6	0.000	1.000
91	Bursa3	0.062	0.938
92	Yalova3	0.000	1.000

93	Bursa4	0.012	0.988
94	İzmir6	0.018	0.982

Verilere göre kırmızı ile gösterilen defne genotipleri Popülasyon-1 kategorisine alınmıştır. %100 homozigotluk geni taşıyan örnekler; Hatay1, Kahramanmaraş, Mersin1, Mersin3 ve Antalya1'dir. Yeşil ile gösterilen defne genotipleri Popülasyon-2 kategorisine alınmıştır. %100 homozigotluk geni taşıyan örnekler; Kocaeli3, Tekirdag2, Tekirdag4, İstanbul6 ve Yalova3 olmuştur. Popülasyon-2'ye bakıldığında Popülasyon-1'e göre homozigotluk genlerinin daha yüksek oranda olduğu görülmektedir. En yüksek homozigotluk geni Marmara Bölgesi etrafında toplanmıştır. Mavi ile gösterilen defne genotipleri ise heterozigotluğu yüksek olan karışık popülasyonlardır. En yüksek heterozigotluk gösteren gen Muğla2 (0.510-0.490) olmuştur. Heterozigotluk geninin en fazla Karadeniz bölgesi etrafında toplandığı görülmektedir.

Çizelge 4.6. 4.7 ve 4.8'de homozigot ve heterozigot genlerin bölgelere göre ayrı ayrı dağılımları görülmektedir.

Çizelge 4.6. Popülasyon-1'e ait defne genotipleri

Örnek	**Bölge**	**Genotip adı**	**Popülasyon 1**
1	Akdeniz	Hatay1	0.975
2	Akdeniz	Hatay2	1.000
3	Akdeniz	Hatay3	0.928
4	Akdeniz	K.maraş	1.000
5	Akdeniz	Adana	0.979
6	Akdeniz	Mersin1	1.000
8	Akdeniz	Mersin3	1.000
9	Akdeniz	Mersin4	0.999
10	Akdeniz	Antalya1	1.000
11	Akdeniz	Antalya2	0.849
13	Akdeniz	Antalya4	0.876
14	Akdeniz	Antalya5	0.854
15	Akdeniz	Antalya6	0.786
16	Ege	Muğla1	0.822
25	Karadeniz	Giresun3	0.771
26	Karadeniz	Trabzon1	0.883
27	Karadeniz	Rize	0.762

28	Karadeniz	Trabzon2	0.865
29	Karadeniz	Trabzon3	0.841
30	Karadeniz	Ordu1	0.791
31	Karadeniz	Ordu2	0.830
32	Karadeniz	Samsun1	0.768

Çizelge 4.7. Popülasyon-2'ye ait defne genotipleri

Örnek	Bölge	Genotip adı	Popülasyon 2
7	Akdeniz	Mersin2	0.918
18	Ege	Muğla3	0.903
19	Ege	Muğla4	0.897
20	Ege	Aydın1	0.869
21	Ege	İzmir1	0.942
22	Ege	İzmir2	0.999
23	Karadeniz	Giresun1	0.999
47	Karadeniz	Kastamonu5	0.886
48	Karadeniz	Kastamonu6	0.839
49	Karadeniz	Bartın1	0.887
50	Karadeniz	Bartın2	0.924
51	Karadeniz	Bartın3	0.891
52	Karadeniz	Zonguldak1	0.931
53	Karadeniz	Zonguldak2	0.867
54	Karadeniz	Zonguldak3	0.920
55	Karadeniz	Zonguldak4	0.842
56	Karadeniz	Zonguldak5	0.915
57	Karadeniz	Düzce	0.884
58	Marmara	Sakarya1	0.877
59	Marmara	Sakarya2	0.984
60	Marmara	Kocaeli1	0.898
61	Marmara	İstanbul1	0.751
62	Marmara	İstanbul2	0.998
63	Marmara	İstanbul3	0.999
64	Marmara	Kocaeli2	0.907
65	Marmara	Kocaeli3	1.000
66	Marmara	Yalova1	0.927
68	Marmara	Bursa1	0.998
69	Marmara	Bursa2	0.999
70	Marmara	Balıkesir1	0.983
71	Marmara	Balıkesir2	0.995
72	Ege	İzmir3	0.940
73	Ege	İzmir4	0.996
74	Ege	Aydın2	0.999
75	Ege	Aydın3	0.983
76	Ege	İzmir5	0.998
77	Marmara	Balıkesir1	0.958
78	Marmara	Balıkesir2	0.963

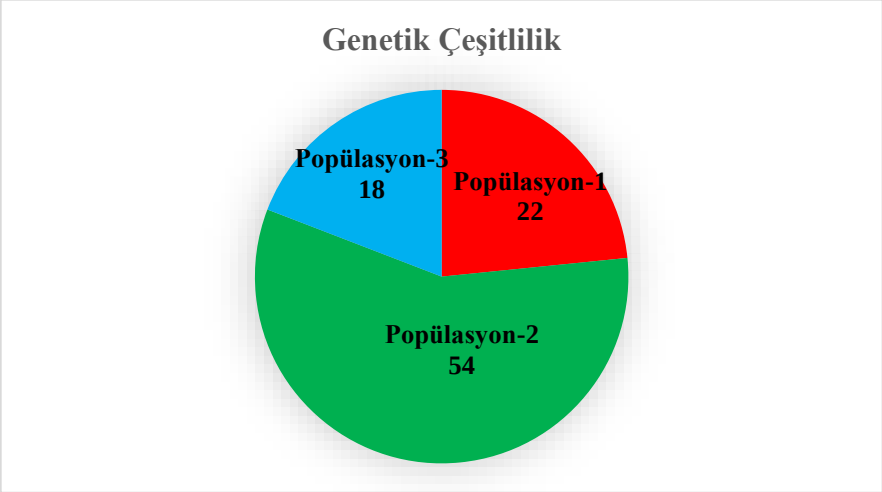
79	Marmara	Çanakkale1	0.989
80	Marmara	Çanakkale2	0.999
81	Marmara	Çanakkale3	0.999
82	Marmara	Çanakkale4	0.998
83	Marmara	Tekirdağ1	0.998
84	Marmara	Tekirdağ2	1.000
85	Marmara	Tekirdağ3	0.959
86	Marmara	Tekirdağ4	1.000
87	Marmara	Tekirdağ5	0.999
88	Marmara	İstanbul4	0.998
89	Marmara	İstanbul5	0.999
90	Marmara	İstanbul6	1.000
91	Marmara	Bursa3	0.938
92	Marmara	Yalova3	1.000
93	Marmara	Bursa4	0.988
94	Ege	İzmir6	0.982

Popülasyon-1'de 13 genotip Akdeniz Bölgesi, 1 genotip Ege Bölgesi, 8 genotip Karadeniz Bölgesi'ne aittir. Popülasyon-2'de ise 1 genotip Akdeniz Bölgesi, 11 genotip Ege Bölgesi, 12 genotip Karadeniz Bölgesi ve 30 genotip Marmara Bölgesi'nde yer almaktadır.

Çizelge 4.8. Karışık Popülasyon-3'e ait defne genotipleri

Numara	Bölge	Genotip adı	Popülasyon 3	Popülasyon 1	Popülasyon 2
12	Akdeniz	Antalya3		0.698	0.302
17	Ege	Muğla2		0.510	0.490
24	Karadeniz	Giresun2		0.689	0.311
33	Karadeniz	Samsun2		0.720	0.280
34	Karadeniz	Samsun3		0.656	0.344
35	Karadeniz	Samsun4		0.594	0.406
36	Karadeniz	Samsun5		0.589	0.411
37	Karadeniz	Samsun6		0.617	0.383
38	Karadeniz	Sinop1		0.630	0.370
39	Karadeniz	Sinop2		0.467	0.533
40	Karadeniz	Sinop3		0.454	0.546
41	Karadeniz	Sinop4		0.475	0.525
42	Karadeniz	Sinop5		0.352	0.648
43	Karadeniz	Kastamonu1		0.514	0.486
44	Karadeniz	Kastamon2		0.377	0.623
45	Karadeniz	Kastamonu3		0.387	0.613
46	Karadeniz	Kastamonu4		0.399	0.601
67	Marmara	Yalova2		0.648	0.352

Popülasyon-3 yani karışık popülasyonda Karadeniz Bölgesi'nde yüksek oranda genetik çeşitlilik görülmüştür. Bu verilere göre 22 adet genotip Popülasyon-1'de, 54 adet genotip Popülasyon-2'de ve 18 adet genotip karışık Popülasyon-3'te bulunmaktadır. En çok genotip çeşitliliğine sahip grup Popülasyon-2 olmuştur.



Şekil 4.5. 94 defne genotipi için Structure kümeleme analizi ile elde edilen sonuçlara göre genotiplerin coğrafi bölgelere göre dağılımı

Yılmaz. (2020). ISSR markörünü kullanarak yapmış olduğu çalışmada, 41 defne genotipini Popülasyon A'da, 53 defne genotipini ise Popülasyon B'de bulmuştur. Analiz sonuçlarına göre Popülasyon A'da yer alan genotiplerin hepsi Akdeniz Bölgesi'nden oluşmaktadır (Mersin/Erdemli genotipi hariç), Popülasyon B'de ise Marmara. Karadeniz ve Ege bölgelerinden olan genotipler yer almıştır.

4.6. Moleküler varyans analizi

94 defne genotipindeki genetik varyasyon düzeyini araştırmak için etkili alel sayısı (Ne), gen çeşitliliği (h), Shannon bilgi indeksi (I) ve Nei'nin genetik mesafesi gibi çeşitli parametreler PopGene (v. 1.32) ile ölçülmüştür. Bu çalışmada değerlendirilen germplazm Türkiye'nin dört bölgesinden (Akdeniz, Karadeniz, Ege ve Marmara bölgesi) toplanmıştır. Bu nedenle PopGene kullanılarak bölge bazında çeşitlilik ölçümleri hesaplanmıştır. GenAlEx 6.5 yazılımı aracılığıyla moleküler varyans analizi (AMOVA) ve temel koordinat analizi (PCoA) araştırılmıştır.

Popülasyonlarda beklenen heterozigotluğun aynı değeri olarak kabul edilen eşit frekanslara sahip alellerin sayısı olan etkin alel sayısı araştırılmıştır. Düşük frekanslı aleller, etkin alel sayısına çok az katkıda bulunmuştur. 94 adet defne genotipinin toplanma bölgelerine göre çeşitlilik indeksleri hesaplanmıştır (Çizelge 4.9). Karadeniz

bölgesindeki genotipler daha yüksek sayıda etkili alel (1.626). gen çeşitliliği (0.529) ve beklenen heterozigotluk (0.358) göstermiştir. Akdeniz bölgesine ait genotipler minimum sayıda etkili alel (1.431). gen çeşitliliği (0.380) ve beklenen heterozigotluğu (0.253) göstermiştir.

Çizelge 4.9. Türkiye defne gen plazması için bölge bazlı çeşitlilik indekslerinin değerlendirilmesi

Bölgeler	Na	Ne	I	He	uHe	%P
Akdeniz	1.648	1.431	0.380	0.253	0.262	74.82
Ege	1.812	1.570	0.477	0.324	0.338	85.84
Karadeniz	1.950	1.626	0.529	0.358	0.364	96.17
Marmara	1.912	1.589	0.500	0.338	0.344	93.19
Hepsi	1.830	1.554	0.471	0.318	0.327	87.50

Na: Farklı alellerin sayısı. Ne: Etkili alellerin sayısı. I: Shannon'ın bilgi dizini. He: Beklenen heterozigotluk. uHe: Tarafsız beklenen heterozigotluk. %P: Popülasyon yüzdesi

Yılmaz (2020), defne genotiplerinde He (genetik çeşitlilik değeri) değerlerini sırasıyla. Karadeniz Bölgesi için 0.28, Marmara Bölgesi için 0.27, Ege Bölgesi için 0.26 ve Akdeniz Bölgesi için 0.24 olarak bulmuştur.

Moleküler varyans analizinde AMOVA yapılarak popülasyonlar karşılaştırılmıştır. Popülasyonlar arasında (%13) ve popülasyonlar içinde daha yüksek varyasyonlar (%87) ortaya çıkarmıştır. Çizelge 4.10'da AMOVA analizi sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.10. Türk defne germplazmındaki genetik çeşitliliği ortaya çıkaran moleküler varyans analizi (AMOVA)

Kaynak	df	SS	MS	Est. var.	%
Popülasyonlar arasında	3	31508.585	10502.862	362.579	13%
Popülasyonlar içinde	90	221333.926	2459.266	2459.266	87%
Toplam	93	252842.511		2821.845	100%

df: serbestlik derecesi. SS: kareler toplamı. MS: kareler ortalaması. est.var: tahmini fark

Bulgularımız gruplar içinde büyük ve anlamlı farklılıklar göstermiştir. Sonuçlarımız büyük ölçüde Karık ve ark. (2019)'nın defne genotiplerinde bulduğu değerler ile örtüşmektedir. Bu, incelenen defne koleksiyonunda önemli bir çeşitlilik modelinin bulunduğunu göstermektedir. AMOVA sonuçları aynı zamanda tüm varyans

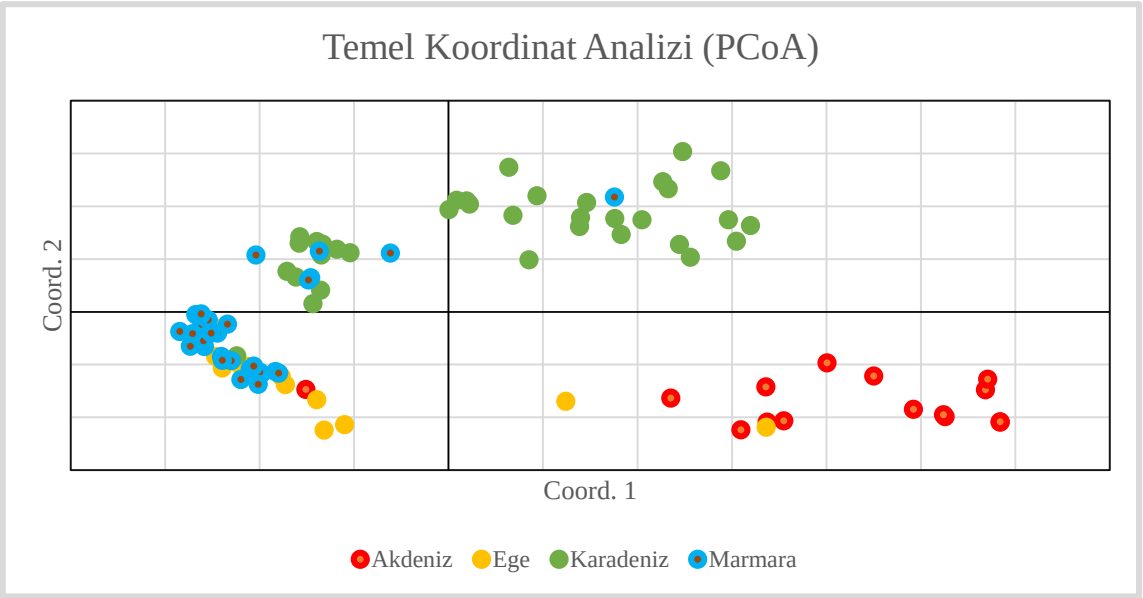
bileşenlerinin grup karşılaştırmasının herhangi bir düzeyinde anlamlı olduğunu ($p < 0.001$) göstermiştir.

Türk defne germplazmındaki genetik varyasyonları daha kapsamlı bir şekilde aydınlatabilmek için toplama bölgelerine göre çeşitlilik indeksleri de hesaplanmıştır (Çizelge 4.9). Karadeniz Bölgesi'ndeki genotipler diğer bölgelere göre daha yüksek çeşitlilik gösterirken, en az çeşitlilik gösteren bölgenin ise Akdeniz Bölgesi olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle, bu çeşitli genotipler defnedeki ıslah faaliyetleri için genetik stok görevi görme kapasitesine sahiptir.

4.7. Temel koordinat analizi (PCoA)

Moleküler markörlerin daha ileri analizler için kullanılmadan önce doğruluğunun değerlendirilmesi kritik öneme sahiptir. Bu nedenle defne genotipleri arasındaki genetik ilişkiler temel koordinat analizi (PCoA) yoluyla grafiksel olarak araştırılmıştır. PCoA popülasyon yapısının modellerini açıklamak için ortak baskın genotipik mesafe ve kovaryans standardize edilmiş metodoloji kullanılarak GenALEX V6.5 yazılımı ile gerçekleştirilmiştir.

PCoA özellikle mesafe matrisindeki mesafeler ile düşük boyutlu uzaydaki mesafeler arasındaki doğrusal korelasyonu maksimuma çıkarmaktadır. Şekil 4.6'da 94 defne genetipinin bölgelere göre PCoA grafiği gösterilmiştir.



Şekil 4.6. 94 defne genotipinin coğrafi bölgelere göre oluşturulan temel koordinat (PCoA) analizi

Temel koordinat analizi (PCoA) aynı zamanda genotipleri toplanma bölgelerine göre ayırmıştır. Karadeniz bölgesinden gelen genotipler geniş bir dağılım alanı sergilemiştir. Daha sonra bu sıralamayı Marmara bölgesi takip etmiştir. Koordinat sisteminde Akdeniz Bölgesi'nde bulunan genotipler (1 genotip hariç) diğer bölgelerle birlikte yer almamıştır. Ege, Marmara ve Karadeniz Bölgeleri arasında yüksek oranda gen akışı olduğu görülmektedir.

Genetik çeşitliliğin değerlendirilmesi, yeni bir varyasyon kaynağı sağladığı için ıslah faaliyetlerine yönelik önemli bir adımdır (Karik ve ark., 2019). Bu çalışmadaki çeşitli genetik çeşitlilik indeksleri, çalışılan germplazmada daha yüksek çeşitliliğin varlığını ortaya koymuştur ve bu gelecekteki defne ıslahı faaliyetleri için kullanılabilecektir. Benzer şekilde çeşitlilik indeksleri Karadeniz Bölgesi'ndeki genotiplerde daha yüksek genetik çeşitliliğin varlığını doğrulamıştır. Tohumların karıştırılması ve uygun özellikler için germplazmanın seçilmesi Ege ve Akdeniz bölgesindeki genetik çeşitliliği azaltmaktadır.

4.8. GWAS analizi

GWAS analizi, 94 defne genetik kaynağından üretilen 12188 DarTseq kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada. DPPH ve ABTS ile önemli ölçüde ilişkili toplam 8 DarTseq markörü tanımlanmıştır. Bunlar arasında, 6 markör DPPH ile ve 1'i ABTS ile ilişkilendirilmiştir. Bu özellikler Çizelge 4.11'de gösterilmiştir. İlişkilendirme analizinin sonuçları Manhattan (Şekil 4.11) ve niceliksel-nicelik (Q–Q) grafiklerinde sunulmaktadır.

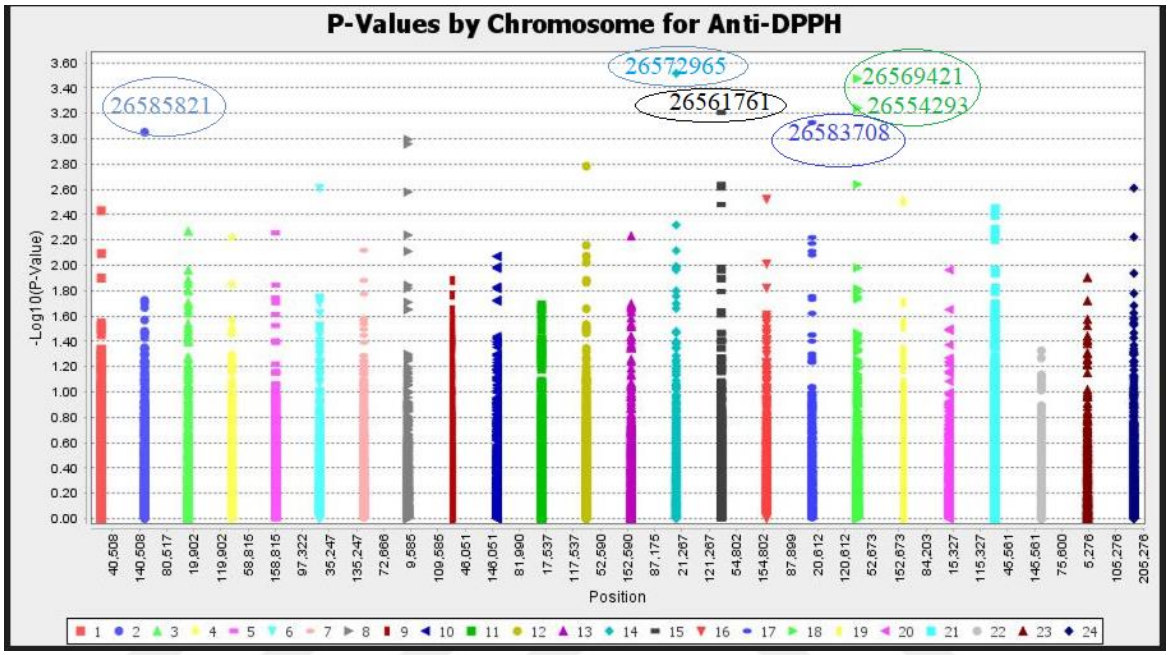
Çizelge 4.11. 94 defne genotipinde DPPH ve ABTS özelliklerinin için önemli bulunan DarTseq markörleri

Özellik	Kromozom	Markör	p- değeri	r^2
DPPH	14	26572965	3.05E-04	0.1884
	18	26569421	3.37E-04	0.1634
	18	26554293	5.77E-04	0.21781
	15	26561761	6.20E-04	0.16396
	17	26583708	7.46E-04	0.16378
	2	26585821	8.90E-04	0.13444
ABTS	24	26573947	7.38E-05	0.19684

4.8.1. Serbest radikali giderme aktivitesi (DPPH) için GWAS

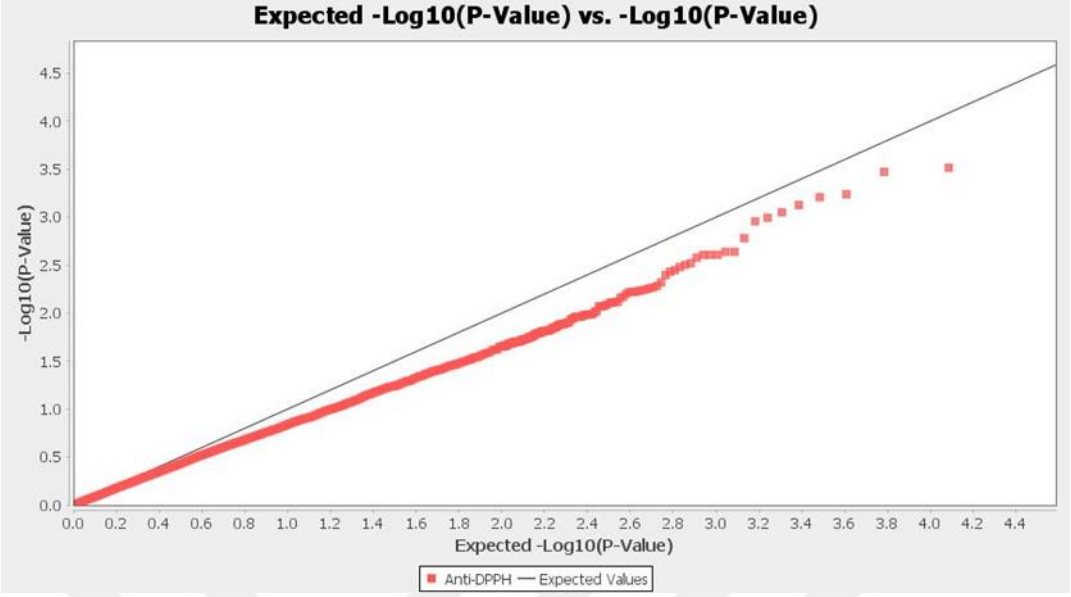
Defne bitkisinde DPPH ile ilişkili 6 ayrı DArTseq markörü belirlenmiştir. Bunlar 26572965, 26569421, 26554293, 26561761, 26583708 ve 26585821 numaralı markörlerdir. Bu 6 markörün DPPH ile önemli düzeyde ilişkisinin olduğu görülmüştür. 26572965 adlı markör DPPH'e ait varyasyonun %18.84 olduğunu ve 14 nolu kromozom üzerinde olduğunu göstermektedir. 26569421 ve 26554293 adlı markörler 18. kromozom üzerinde olup varyasyonları sırasıyla %16.34 ve 21.78, 26561761 adlı markör 15. kromozom üzerinde olup varyasyonu %16.39, 26583708 adlı markör 17. kromozom üzerinde olup %16.37 varyasyonu ve 26585821 adlı markör 2. kromozom üzerinde olup %13.44 varyasyonuna sahip olmuşlardır.

Şekil 4.7’de 94 defne genetik kaynağının DPPH ilişkisini gösteren Manhattan grafiği görülmektedir. Her nokta tek bir DArTseq’ı temsil etmektedir; x ekseni genomik konumu (kromozomlar: renkli ve etiketli) gösterirken ve y ekseni ilişki düzeyini göstermektedir.



Şekil 4.7. 94 defne genetik kaynağı kullanılarak DPPH ilişkisini gösteren Manhattan grafiği

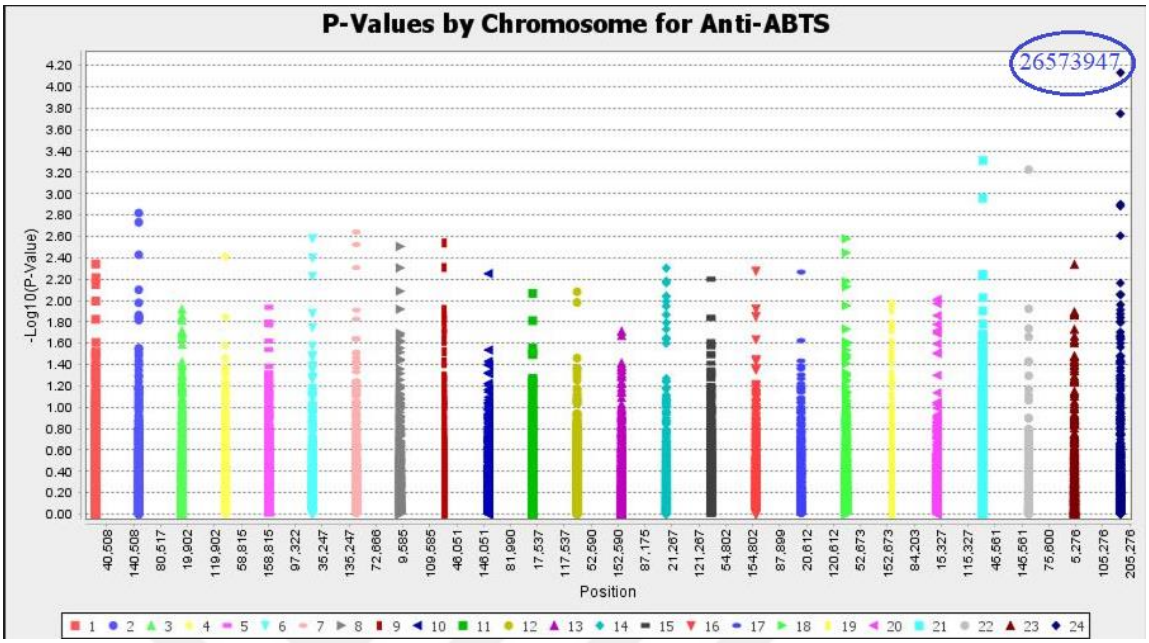
Q-Q grafikleri. P değerlerinin beklenen dağılımını ve gözlemlenen P değerlerini göstermektedir. Kırmızı noktalar siyah çizginin altına düştüğünde bu. beklenenden daha az ilişkinin bulunduğunu gösterirken; kırmızı noktalar çizginin üzerine çıkarsa bu. beklenenden daha fazla ilişkinin bulunduğunu göstermektedir. Şekil 4.8’de DPPH için QQ grafiği verilmiştir.



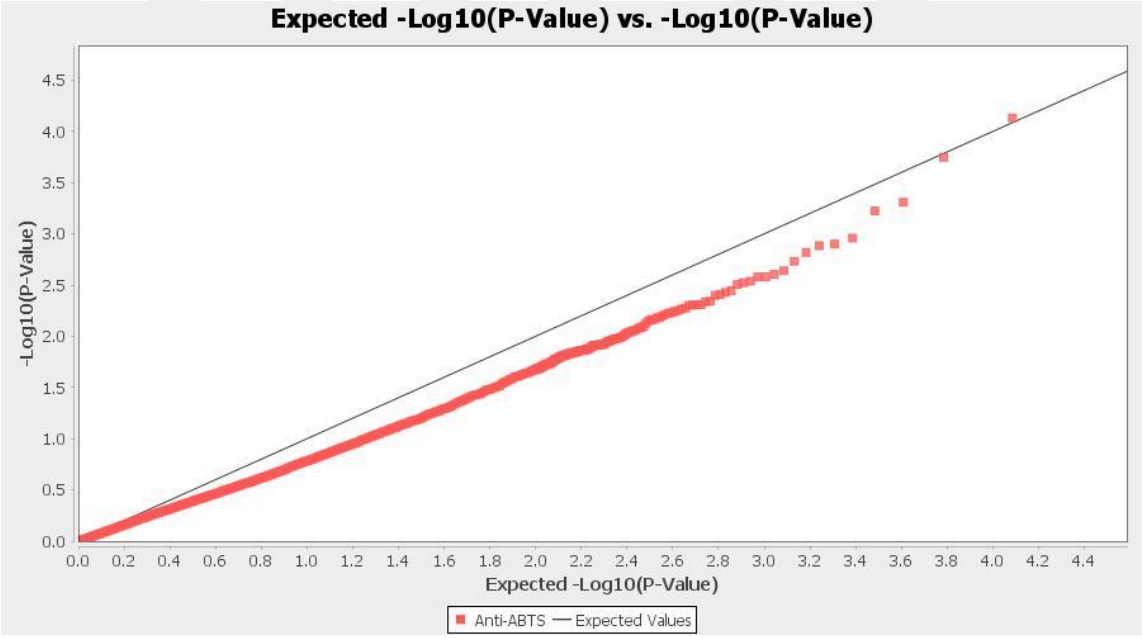
Şekil 4.8. DPPH için QQ-grafiği

4.8.2. Katyon radikali giderme aktivitesi (ABTS) için GWAS

ABTS için sadece 1 tane DArTseq markörü tespit edilmiştir. 26573947 adlı markör ABTS'ye ait varyasyonun %19.68 olduğunu ve 24 nolu kromozom üzerinde olduğunu göstermektedir. Şekil 4.9 ve Şekil 4.10'da sırasıyla Manhattan ve QQ grafikleri verilmiştir.



Şekil 4.9. 94 defne genetik kaynağı kullanılarak ABTS ilişkisini gösteren Manhattan grafiği



Şekil 4.10. DPPH için QQ-grafiği

Habyarimana ve ark. (2019)'un sorgum bitkisinde QTL markörü kullanarak GWAS analizi ile antioksidan aktivitesinin ilişkisini belirlemişlerdir. 17 tane markör tanımlanmış ve bunların hepsinin antioksidan kapasitesi üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu (r^2. %15-27) görülmüştür.

Ro ve ark. (2023), 29.183 SNP markörleri arasından GWAS ile önemli ölçüde ilişkili olan 20 SNP tanımlamıştır. 20 önemli SNP'den 11'i TPC, 4'ü ABTS aktivitesi ve 5'i FRAP ile ilişki göstermiştir. Kromozom 1 (1 SNP), 4 (2 SNP) ve 10 (1 SNP) üzerindeki önemli ölçüde bağlantılı 4 SNP'nin ABTS aktivitesiyle ilişkili olduğu bulunmuştur.

Nadeem ve ark. (2020), fasulyede 7900 DArTseq marköründen, yalnızca 4 markörü (DArT-3369938, DArT-8668387, DArT-8207664 ve DArT-3371498) antioksidan aktivite için istatistiksel olarak anlamlı ilişkide olduğunu tespit etmiştir.

GWAS, ürün türlerinde verim, biyotik ve abiyotik strese karşı direnç ve kalite de dahil olmak üzere ekonomik açıdan ilgili özelliklerle ilişkili genetik bölgelerin haritalandırılmasını sağlamaktadır (Ro ve ark., 2023) Bu bilgi aynı zamanda fenotipik varyasyonun altında yatan genleri bulmak için işaretleyici destekli seçilimi gerçekleştirmek üzere yetiştirme programlarında da kullanılmıştır (Liu ve Yan., 2019).
Defnede antioksidan aktivitelerini belirlemek için kullanılan 2 farklı yöntem olan DPPH ve ABTS ile ilişkili 7 adet DArTseq markörü belirlenmiştir. Bu da üründeki bu özelliklerin genetik düzenlemesini vurgulamaktadır. Bu markörler, antioksidan aktiviteyi arttırmayı amaçlayan yetiştirme programları için genetik belirteçler olarak hizmet etme potansiyeline sahip olmaktadır.

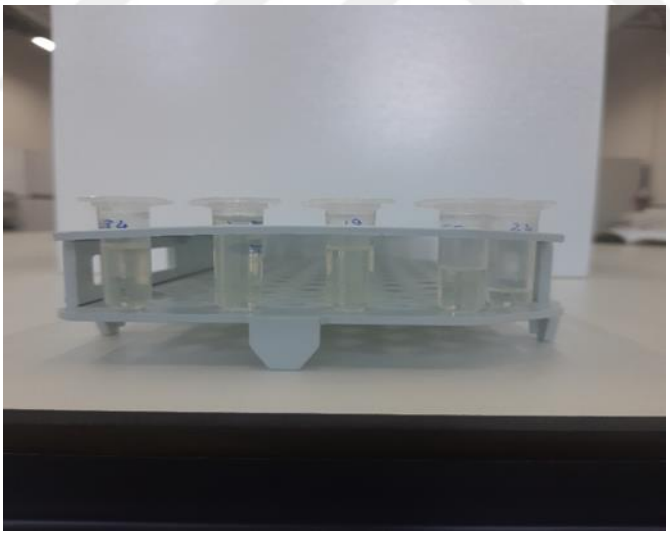
Bu çalışma, defnede antioksidan aktivitesini ve ilişkili markör bulmaya yönelik ilk çalışma olması nedeniyle ayrı bir öneme sahip olup, belirlenen markörler marköre dayalı defne ıslahında kullanılabilecektir.

4.9. Uçucu yağ miktarı

Toplam fenolik madde bakımından en yüksek 5 sonuca sahip defne yaprak örneklerinin (34 numara Samsun 3, 10 numara Antalya1, 18 numara Muğla3, 82 numara Çanakkale4 ve 24 numara Giresun2) uçucu yağ ekstraskiyonu Clevenger düzeneğinde gerçekleştirilmiştir. Çizelge 4.12'de 5 defne yaprağından elde edilen uçucu yağın miktarları (%) gösterilmiştir.

Çizelge 4.12. Çalışmada kullanılan defne yaprağı örneklerinin uçucu yağ miktarları (%)

Örnek Adı	Uçucu yağ miktarı (%)
34 (Samsun 3)	2.4
10 (Antalya 1)	3.6
18 (Muğla 3)	2.2
82 (Çanakkale 4)	0.8
24 (Giresun 2)	0.6



Şekil 4.11. 5 farklı defne yaprağından elde edilen uçucu yağ örnekleri (sırasıyla 34, 10, 18, 82 ve 24 numaralar)

Çizelge 4.12'den elde edilen verilere göre en yüksek uçucu yağ oranı 10 numara Antalya1'de %3.6, en düşük uçucu yağ oranı 24 numara Giresun2'de %0.6 olarak tespit edilmiştir.

Yılmaz (2015) tarafından yapılan çalışmada farklı yüksekliklerden ve bölgelerden toplanan defne yapraklarının uçucu yağ miktarları belirlenmiştir. En fazla uçucu yağ Hatay yöresinde 100-300 m'de yetişen defne yapraklarından elde edilmiştir (%1.74±0.0848). En az uçucu yağ ise Samsun yöresinde 0-100 m'de yetişen defne yapraklarından elde edilmiştir (%0.92±0.0212).

Derwich ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada Morocco'da yetişen defne yapraklarından uçucu yağ elde etmiş ve uçucu yağ kompozisyonunu incelemişlerdir. Uçucu yağ oranını %1.86 olarak bulmuşlardır.

Peris ve Blazquez (2015) tarafından yapılan başka bir çalışmada piyasadan elde edilen iki farklı uçucu yağda yağ oranı %0.26±0.16 ve %0.23±0.15 olarak bulunmuştur. Stefanova ve ark. (2020) Yunanistan ve Gürcistan'da yabani olarak yetiştirilen ağaçlardan elde edilen defne yapraklarının kimyasal bileşimini ve uçucu yağının kompozisyonlarını karşılaştırmışlardır. Yunan defne yapraklarının uçucu yağ miktarı %1.42±0.01 iken, Gürcü defne yapraklarının uçucu yağ miktarı %4.54 ± %0.04 olarak bulunmuştur.

Özcan ve Chalchat (2005) tarafından yapılan bir çalışmada. Türkiye'nin farklı bölgelerinde yetiştirilen defne bitkisiden (*Laurus nobilis* L.) su destilasyonu (hidrodestilasyon) ile elde ettikleri esansiyel yağların miktarlarını %2.0 (Hatay), %1.8 (Büyükeceli-Gülnar/Mersin), %2.6 (Bursa), %1.4 (Sinop), %2.0 (Alanya/Antalya), %1.7 (Muğla), %1.5 (Anamur/Mersin) olarak belirtmişlerdir.

Karık ve ark (2015) tez çalışmamızda da kullanılan 100 çeşit defne yaprağı örneklerinden uçucu yağ elde etmiş ve uçucu yağ miktarını belirlemişlerdir. Uçucu yağ oranları %0.4-4.5 arasında değişim göstermiştir. 2013 yılının Kasım ayı içerisinde topladıkları defne yapraklarında Hatay ilinde Samandağ, Yayladağı ve Antakya bölgelerindeki defne esansiyel yağı verimlerini sırasıyla %1.5, %1.6 ve %1.5 olarak belirlemişlerdir. En yüksek esansiyel yağ veriminin ise %4.5 ile Kastamonu ilinin Ginolu mevkiinden toplanan defne yapraklarına ait olduğunu saptamışlardır.

Literatürden elde edilen sonuçlar ile elde ettiğimiz sonuçların aralığı arasında tutarlılık görülmektedir. Tez çalışmamızda kullandığımız 5 farklı defneye ait yapraklarda aynı bölgeden farklı noktalardan alınan yaprak örneklerinde uçucu yağ oranının oldukça değişim gösterdiği görülmektedir. Bunun nedeni olarak toplama yapılan lokasyonların yüksekliği, toplama zamanı, populasyonların yönü, ekstraksiyon yöntemi farklılıkları gibi etmenlerin etkili olabileceği düşünülmektedir.

4.10. Uçucu yağ kompozisyonu

5 farklı defne uçucu yağlarının kimyasal bileşimi Çizelge 4.13. 4.14. 4.15. 4.16 ve 4.17'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.13'ün verilerine göre toplam 21 bileşenden 13 bileşenin konsantrasyonu %1'in üzerinde bulunmuştur. Ana bileşenler şu şekildedir: 1,8-sineol (%35.97), α-terpinil asetat (%9.68), α-terpineol (%9.31), linalil asetat (%4.37), β-eudesmol (%2.96), fenol, 2-metoksi-4-(1-propenil) (%2.82), 3-sikloheksen-1-ol, 4-metil-1-(1-metiletil)) (%2.81), +-α-terpineol (%2.45), β-pinen (%2.07) ve linalool (%1.58). Antalya1 örneğinden elde edilen uçucu yağ çeri domates kaplamasında kullanılmıştır.

Samsun3 örneğinden elde edilen uçucu yağlarda bulunan ana bileşenler; 1.8-sineol (%43.56), α-pinen (%15.63), sabinen (%14.64) ve β-pinen (%8.79). Muğla3 örneğinden elde edilen uçucu yağlarda bulunan ana bileşenler; 1,8-sineol (%45.86), α-pinen (%14.66), sabinen (%14.07) ve β-pinen (%8.35). Çanakkale4 örneğinden elde edilen uçucu yağlarda bulunan ana bileşenler; 1,8-sineol (%41.84), α-pinen (%17.33), sabinen (%14.98) ve hexanal (%2.92) ve Giresun2 örneğinden elde edilen uçucu yağlarda bulunan ana bileşenler; 1.8-sineol (%39.86), α-pinen (%15.66), kamphen (%14.52) ve sabinen (%8.72) olmuştur. Örneklerin uçucu yağ bileşenleri ve miktarları farklılık göstermiştir. Derwich ve ark. (2009)'un defne uçucu yağlarında yapmış olduğu çalışmada. ana bileşen 1,8-sineol (%52.43) iken, diğer baskın bileşenler ise α -terpinil asetat (%8.96), sabinen (%6.13), limonen (%5.25), α -pinen (3.72), linalool (%3.14), terpinen-4-ol (%2.56), α -terpinen (%2.12), α -pinen (%1.98), α-terpineol (%1.56) olarak bulunmuştur.

Peris ve Blazquez (2015), ticari defne uçucu yağlarında α-terpinil asetatı (%18.32 ve 17.27), 1,8-sineolü (%7.67 ve 3.52) ve linaloolu (%5.65 ve 3.53) olarak tespit etmişlerdir. Yunan defnesi uçucu yağlarında ana bileşenler: 1,8-sineol (%30.8), α-terpinil asetat (%14.9), α-terpineol (%8.0), sabinen (%7.9), terpinen-4 -ol (%6.0), α-pinen (%5.3), β-pinen (%3.6), metilöjenol (%3.6) ve γ-terpinen (%3.3). Gürcistan defnesi uçucu yağlarında ana bileşenler 1,8-sineol (%29.2), α-terpinil asetat (%22.6), sabinen (%12.2), metilöjenol (%8.1), α -pinen (%5.5), linalool (%3.7) ve β-pinen (%3.7) olarak bulunmuştur (Stefanova ve ark.. 2020).

Çizelge 4.13. Antalya1 defneyaprağından elde edilen esansiyel yağın kimyasal bileşimleri

No.	Bileşenler	RT, dk	Alan, %
1	Metil benzen	0.70	0.48
2	α-thujen	4.53	0.84
3	**α-pinen**	4.89	**6.98**
4	Kamphen	5.48	0.70
5	**α- terpineol**	6.72	**9.31**
6	Linalyl acetat	6.82	4.37
7	β-pinen	7.46	2.07
8	α-phellandren	7.98	0.63
9	α-terpinen	8.53	1.03
10	**Ökaliptol (1,8-sineol)**	9.39	**35.97**
11	γ-terpinen	10.30	1.35
12	Siklohekzen, 1-metil-4-(1-metiletildien)	11.45	0.64
13	Linalool	11.93	1.58
14	Siklohekzanmetanol. α , α.-dimetil-4-metilen-	14.34	0.48
15	3-Siklohekzan-1-ol, 4-metil-1-(1-metiletil)-	14.75	2.81
16	+-α- terpineol	15.21	2.45
17	δ-terpineol asetat	19.62	0.64
18	**α- terpinil asetat**	21.24	**9.68**
19	Fenol, 2-metoksi-4-(1-propenil)	21.59	2.82
20	Metil öjanol	23.25	0.52
21	β- ödesmol	23.89	2.96

Çizelge 4.14. Samsun3 defne yaprağından elde edilen esansiyel yağın kimyasal bileşimleri

No.	Bileşenler	RT, dk	Alan, %
1	**2- metil, 1-büten**	**1.34**	**1.31**
2	2-propanon	1.38	0.61
3	2-methyl-1.3-cyclohexadiene	2.68	0.52
4	**α-thujen**	**6.28**	**1.84**
5	**α-pinen**	**6.54**	**15.63**
6	**Kamphen**	**7.01**	**1.47**
7	**Sabinen**	**7.91**	**14.64**
8	**β-pinen**	**8.01**	**8.79**
9	**β-mirisin**	**8.50**	**1.68**
10	**o-Simen**	**9.68**	**2.25**
11	**Ökaliptol (1,8-Sineol)**	**9.99**	**43.56**
12	γ-Terpinen	10.88	0.56
13	Linalool	12.29	0.53
14	+-α- Terpineol	14.88	0.76
15	**α- terpinil asetat**	**21.01**	**1.10**

Çizelge 4.15. Muğla3 defne yaprağından elde edilen esansiyel yağın kimyasal bileşimleri

No.	Bileşenler	RT, dk	Alan, %	
1	2-propanon	1.37	0.88	
2	α-thujen	6.28	1.58	
3	**α-pinen**	**6.53**	**14.66**	
4	Kamphen	7.01	1.47	
5	**Sabinen**	**7.90**	**14.07**	
6	**β-pinen**	**8.00**	**8.35**	
7	β-mirisin	8.49	1.62	
8	α-felandren	8.95	0.53	
9	o-simen	9.67	1.88	
10	**Ökaliptol (1,8-sineol)**	**9.98**	**45.86**	
11	γ-terpinen	10.87	0.78	
12	Linalool	12.28	0.66	
13	+-α- terpineol	14.87	1.00	
14	α- terpinil asetat	21.00	1.52	

Çizelge 4.16. Çanakkale4 defne yaprağından elde edilen esansiyel yağın kimyasal bileşimleri

No.	Bileşenler	RT, dk	Alan, %
1	2- metil, 1-büten	1.34	1.59
2	2-propanon	1.38	0.71
3	2-methyl-1,3-cyclohexadiene	2.67	0.58
4	**Hexanal**	**3.02**	**2.92**
5	α-thujen	6.28	1.83
6	**α-pinen**	**6.53**	**17.33**
7	Kamphen	7.01	1.45
8	**Sabinen**	**7.89**	**14.98**
9	β-mirisin	8.49	1.47
10	o-simen	9.66	1.88
11	**Ökaliptol (1,8-sineol)**	**9.95**	**41.84**
12	γ-terpinen	14.87	0.60
13	α- terpinil asetat	23.56	1.36

Çizelge 4.17. Giresun2 defne yaprağından elde edilen esansiyel yağın kimyasal bileşimleri

No.	Bileşenler	RT, dk	Alan, %
1	Fitol	1.34	0.54
2	α-thujen	2.48	1.78
3	**α-pinen**	**6.01**	**15.66**
4	**Kamphen**	**7.41**	**14.52**
5	**Sabinen**	**7.61**	**8.72**
6	β-mirisin	8.02	1.63
7	α-felandren	8.94	0.53
8	o-simen	9.67	1.83
9	**Ökaliptol (1,8-sineol)**	**10.28**	**39.86**
10	γ-terpinen	10.87	0.73
11	Linalool	14.66	0.78
12	3-cyclohexen-1-ol, 4-methyl -1-(1-methylethyl)-	15.47	0.81
13	α- terpinil asetat	20.99	1.08

Bu çalışma ile literatür raporları arasında uçucu yağ içeriği açısından bildirilen farklılıklar aynı zamanda toplama yerlerinin yüksekliği, toplama süresi, popülasyonların yönü, ekstraksiyon yöntemi, çevresel, hasat ve hasat sonrası işleme faktörlerinden kaynaklanabilmektedir (Karık ve ark., 2015).

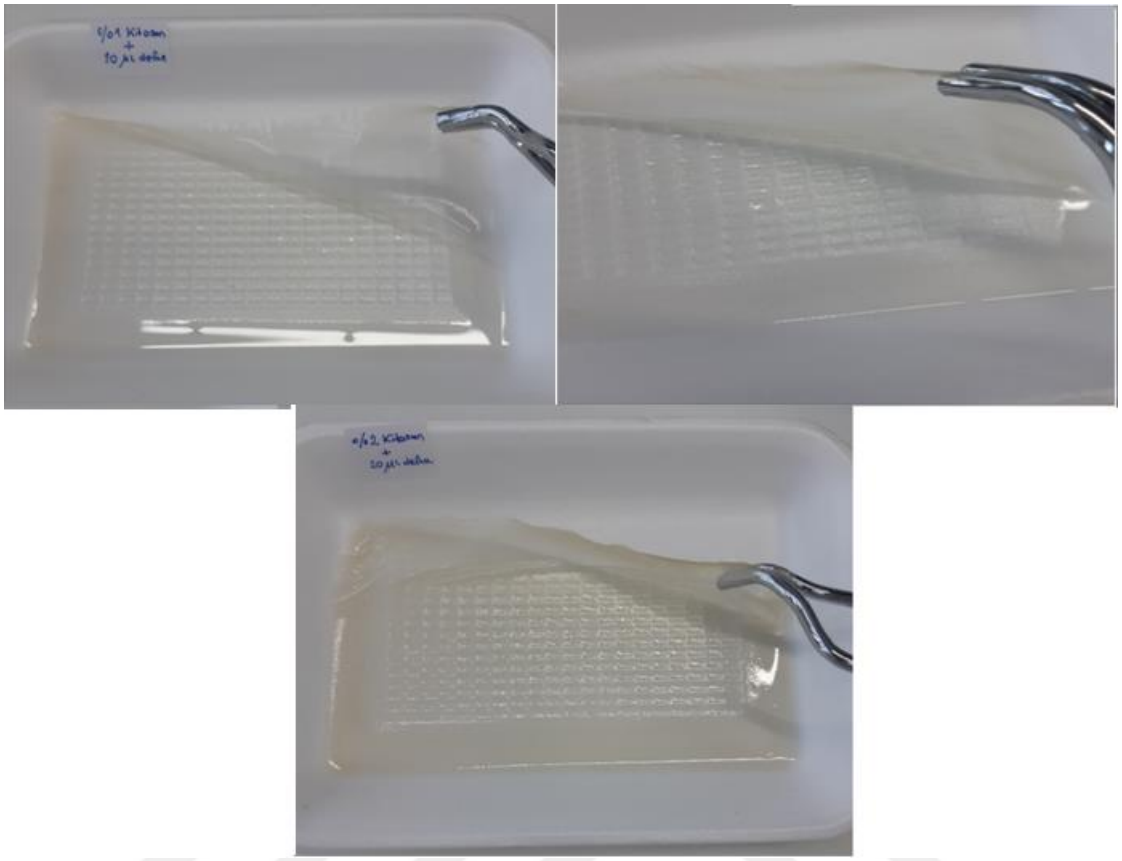
4.11. Yenilebilir kaplama malzemesinin hazırlanması

İki farklı malzemeyle hazırlanan yenilebilir kaplamaların beyaz köpük tabağa dökülerek kurutulduktan sonraki görüntüleri Şekil 4.12 ve Şekil 4.13'teki gibidir. Kitosan ve sodyum aljinat konsantrasyonlarına bağlı olarak renk ve kalınlık değişimi görülmektedir. Şekil 4.14'da kitosan ve sodyum aljinat karışımıyla hazırlanmış solüsyonun film haline getirilmiş hali görülmektedir. Solüsyon kısmında olduğu gibi film haline gelmiş hali de pütürlü ve kıvamlı yapıda olduğu için tez çalışmamıza dahil edilmemiştir.

Kaplama malzemesinin çeri domateslere uygulanması sonrasında 1., 7., 14. ve 21. günlerde farklı iki depolama sıcaklığında (4 ^{o}C ve 25 ^{o}C) domateslerin görüntüsünde meydana gelen değişimler Ekler kısmında verilmiştir. Çeri domatesler kontrol ve farklı konsantrasyonlardaki film kaplama materyaliyle iki paralel olacak şekilde depolanmıştır ve analizleri yürütülmüştür.

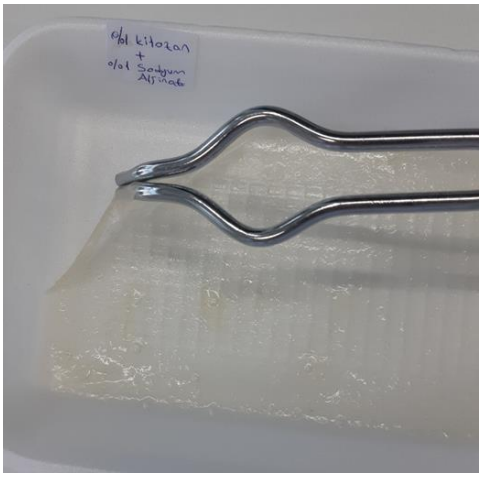
4 ^{o}C'de depolanan kontrol grubu domatesler 9. günden sonra küflendiği ve deforme olduğu için analizleri bu noktada sonlandırılmıştır. 25 ^{o}C'de depolanan kontrol grubu domatesler de 5. günden sonra yumuşadığı, küflendiği ve deforme olduğu için aynı şekilde analizi durdurulmuştur.

%1, %1.5 ve %2 sodyum aljinat konsantrasyonlarında hazırlanmış domateslerde 25 ^{o}C'de 12. günden sonra küflenmeye ve yumuşamaya başladığı için analizi sonlandırılmıştır.



Şekil 4.12. Sırasıyla %1, %1.5 ve %2 Kitosan ve defne uçucu yağı kaplama malzemesi

Şekil 4.13. Sırasıyla soldan sağa %1, %1.5 ve %2 sodyum aljinat ve defne uçucu yağı kaplama malzemesi



Şekil 4.14. %1 Kitosan ve %1 Sodyum aljinat ile hazırlanmış film kaplama malzemesi

4.12. Defne uçucu yağı ve kaplama solüsyonlarının antioksidan aktiviteleri ve toplam fenolik madde miktarları

Kaplama solüsyonları ve defne uçucu yağına ait serbest radikali giderme aktivitesi (DPPH). katyon radikali giderme aktivitesi (ABTS) ve toplam fenolik madde miktarı (TPC) Çizelge 4.18'de gösterilmiştir.

En yüksek DPPH aktivitesi 242.35±4.35 (mg TE/g KM) ile %2 SA örneğinde, en düşük DPPH aktivitesi 139.40±0.70 (mg TE/g KM) ile defne uçucu yağında, en yüksek ABTS aktivitesi 170.48±2.85 (mg TE/g KM) ile %2 SA örneğinde, en düşük ABTS aktivitesi 97.25±0.85 (mg TE/g KM) ile defne uçucu yağında, en yüksek TPC 12.25±0.40 (mg GAE/ KM g) ile defne uçucu yağında ve en düşük TPC 7.61±0.03 (mg GAE/KM g) ile %2 KİT örneğinde tespit edilmiştir.

DPPH aktiviteleri değerlendirildiğinde KİT uygulamaları arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmamıştır ($p>0.01$). Sodyum aljinat uygulamaları arasında %1 ve %1.5 SA arasındaki fark önemsizdir ($p>0.01$).

ABTS aktiviteleri bakımında KİT ve SA grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.01$). %1-%2 KİT grupları ve %1-%1.5 SA grupları arasındaki fark önemsizdir ($p>0.01$).

TPC miktarları karşılaştırıldığında kitosan uygulamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizken, sodyum aljinat uygulamaları arasındaki fark önemli olarak bulunmuştur.

Çay polifenolleri ve sodyum aljinat ile hazırlanan yenilebilir filmlerin antioksidan aktiviteleri sırasıyla DPPH ve ABTS için 90.62±2.48 (mg TE/g) ve 53.36±1.06 (mg TE/g) olarak bulunmuştur (Dou ve ark., 2018). Sellimi ve ark (2015) Tunus deniz yosunundan (*Cystoseira barbata*) elde edilen sodyum aljinatta DPPH aktivitesi 74 mg/ml olarak tespit edilmiştir.

Król ve ark. (2017) tarafından yapılan bir çalışmada, sodyum aljinat hidrosollarının DPPH aktivitesi 124 µM trolox/ml olarak bulunmuştur. Santos ve ark. (2020) mor soğan kabuğu ve sodyum aljinat ile hazırlanan yenilebilir filmlerin ABTS ve DPPH inhibisyon yüzdelerini sırasıyla %98.17 ve %48.20, TPC miktarını 31.36±0.37 mg GAE/g olarak tespit etmişlerdir.

Hassani ve ark. (2020), farklı konsantrasyonlarda zerdeçal, arap gamı ve sodyum aljinat ile hazırlanan yenilebilir filmlerin DPPH aktivitesini 30 µg/ml ve 200 µg/ml arasında bulmuştur. Luo ve ark. (2019), guava yaprağı ekstraktlarını içeren sodyum aljinat ile hazırladıkları filmlerin, DPPH inhibisyon aktivitelerini %25 ile %80 arasında bulmuştur. *Stevia rebaudiana* Bertoni'nin sulu yaprak ekstraktının sodyum aljinat ile kapsüllenerek, TPC ve antioksidan aktivitesinin belirlendiği bir çalışmada, TPC 2.64 mg GAE/ml ve ABTS aktivitesini 142.1±1.1 µmol troloks/g olarak tespit edilmiştir (Arriola, 2015).

Siripatrawan ve Harte (2010) tarafından yapılan bir çalışmada. %2, 5, 10 ve 20 konsantrasyonlarında hazırlanan kitosan ve yeşil çay ekstraktının DPPH radikal süpürme etkisi sırasıyla %28, 35, 42 ve 50 ve toplam fenolik madde miktarları 7, 10, 17 ve 32 mg GAE/g olarak tespit edilmiştir.

Kitosan ve *Mentha piperita* L. ile hazırlanan yenilebilir filmin IC50 değeri 147.7 µg/ml ve TPC miktarı 233.1 mg GAE/g olarak bulunmuştur (Salimgandomi ve Shabrangi., 2016). Pirbalouti ve ark. (2017) iki farklı çeşit reyhan ve kitosan ile hazırladığı yenilebilir filmin IC50 değeri 1542 mg/g ve TPC miktarı 18.23 mg GAE/g olarak tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.18. Kaplama solüsyonları ve defne uçucu yağının DPPH, ABTS aktivitesi ve TPC

Uygulama grupları	Serbest radikali giderme aktivitesi (DPPH) (mg TE/g KM)	Katyon radikali giderme aktivitesi (ABTS) (mg TE/g KM)	Toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/g KM)
%1 KİT	185.75±0.65c*	146.80±0.60d	7.66±0.19c
%1.5 KİT	177.30±2.10c	138.05±1.65c	8.13±0.01c
%2 KİT	175.45±0.15c	145.10±4.20d	7.61±0.03c
%1 SA	224.55±3.85b	150.66±0.55b	9.81±0.16bc
%1.5 SA	229.70±2.90b	165.62±1.35b	11.11±0.99ab
%2 SA	242.35±4.35a	170.48±2.85a	11.09±0.11ab
Defne uçucu yağı	139.40±0.70d	97.25±0.85e	12.25±0.40a

*: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.01$)

Elde ettiğimiz bulgular, literatür değerlerinden yüksek bulunmuştur. Kitosan ve sodyum aljinat gruplarının DPPH ve ABTS aktivitelerinin literatür değerlerinden yüksek çıkmasının sebebi defne uçucu yağının yüksek antioksidan kapasiteye sahip olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

4.13. Çeri domateslerin özellikleri

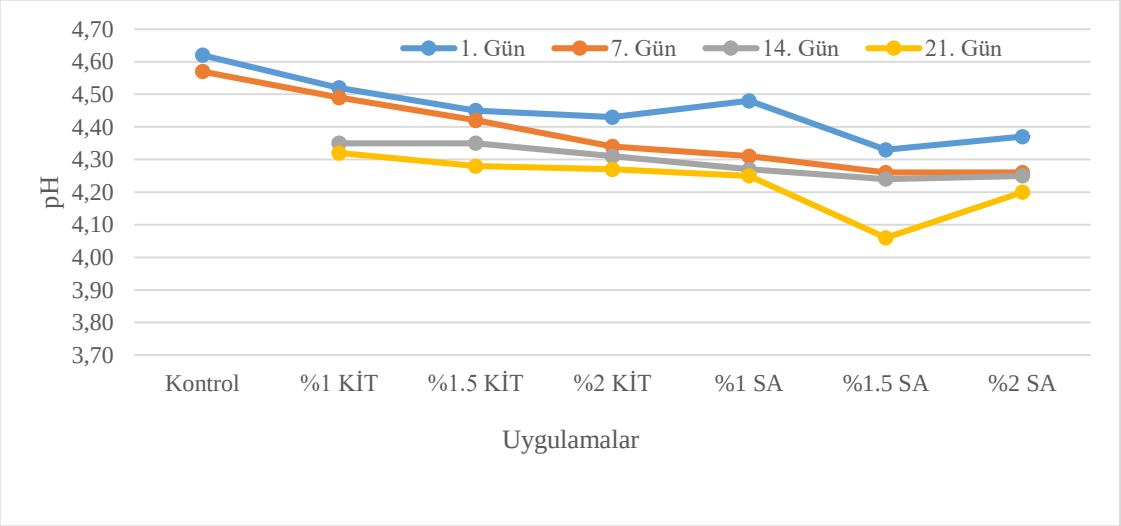
4.13.1. pH değeri

Tüm örnek gruplarına ait pH değerleri değişimi Çizelge 4.19'da depolama süresinde değişimleri Şekil 4.15 ve Şekil 4.16'da gösterilmiştir. Çeri domateslerin pH değerleri 4°C ve 25°C depolamada ve farklı günlerde değişkenlik göstermiştir. Domateslerin depolanmaları esnasında pH değerlerindeki değişimler uygulanan kaplama materyalinin asitlik/bazlık dengesinin farklı olmasından hem meyvede hem de kaplama materyalinde meydana gelen biyokimyasal reaksiyonlardan, solunum hızlarının farklılığından metabolik aktivite sonucunda oluşan oksijen ve karbondioksit konsantrasyonlarındaki değişimlerden kaynaklanmaktadır (Bai ve ark., 1988).

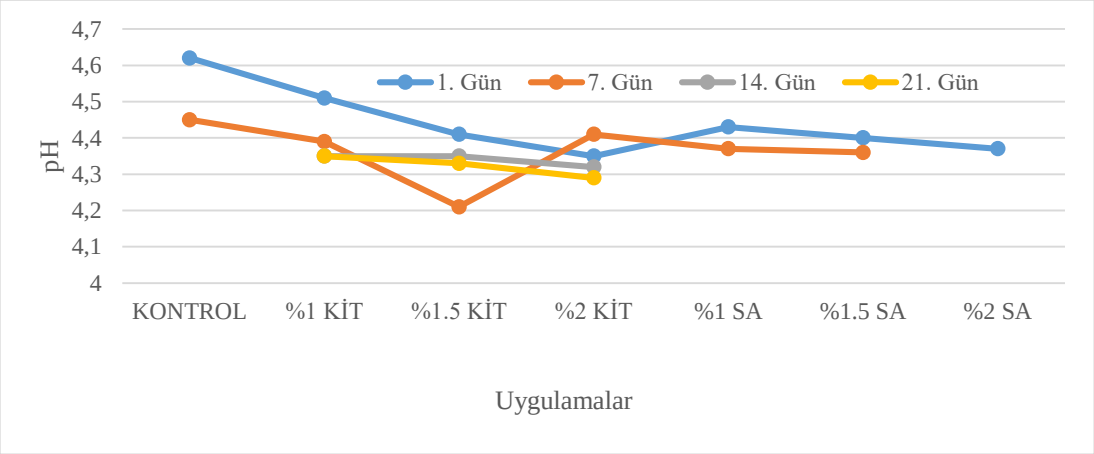
Çizelge 4.19. Depolama süresinde domateste görülen pH değişimleri

	pH							
	4 °C				25 °C			
	1. Gün	**7. Gün**	**14. Gün**	**21. Gün**	**1. Gün**	**7. Gün**	**14. Gün**	**21. Gün**
Kontrol	4.50±0.00Aa	4.57±0.00Ba			4.62±0.00Aa			
%1Kit	4.52±0.00Ab	4.49±0.00Ab	4.35±0.00Ca	4.32±0.00Ca	4.51±0.01Ab	4.45±0.00Ba	4.35±0.00Ca	4.35±0.00Ca
%1.5Kit	4.45±0.00Ad	4.42±0.00Bc	4.35±0.00DEa	4.28±0.00Fab	4.41±0.00Bcd	4.39±0.00Cc	4.35±0.00Da	4.33±0.00Ea
%2Kit	4.43±0.00Ae	4.34±0.00Bd	4.31±0.00Cab	4.27±0.00Eab	4.35±0.00Be	4.21±0.00Fe	4.32±0.00Cb	4.29±0.00Db
%1SA	4.48±0.00Ac	4.31±0.00De	4.27±0.00Ebc	4.25±0.00Fab	4.43±0.00Bc	4.41±0.00Cb		
%1.5SA	4.33±0.00ABCg	4.26±0.00BCf	4.24±0.00Cc	4.06±0.04Dc	4.40±0.01Acd	4.37±0.00ABd		
%2SA	4.37±0.00Af	4.26±0.00Bf	4.25±0.00Bc	4.20±0.00Cb	4.37±0.00Ad	4.36±0.00Ad		

*A.B… harfleri aynı satırdaki günlere ait p<0.01 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir. *a.b… harfleri aynı sütundaki kontrol ve farklı konsantrasyonlarda hazırlanan film kaplama materyallerine ait p<0.01 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir.



Şekil 4.15. 4 °C'de depolanan örneklere ait pH değerleri değişimleri



Şekil 4.16. 25 °C'de depolanan örneklere ait pH değerleri değişimleri

4ºC depolama sıcaklığında kontrol grubunda 7. güne kadar diğer örnek gruplarında 21.gün sonuna kadar pH'da sürekli bir düşüş görülmüştür. Pektin metilestereaz enzimlerinin (PME) aktivite göstermeleri sonucunda pH'ta düşüşler meydana geldiği düşünülmektedir (Bilek Ersus ve Yayğaz. 2014). Ayrıca defne uçucu yağının zamanla asitliğinin artmasından dolayı da pH'ta düşüşler meydana gelmiştir.

Kontrol grubu ve %1 kitosan için 1. günde 4 ºC ve 25 ºC'de depolamada istatistiksel açıdan fark görülmezken ($p>0.01$), diğer depolama ve farklı uygulamalarındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

4 ºC'de depolamada en düşük pH değeri 21.günde %1.5 sodyum aljinatta (SA) 4.06±0.04 iken, en yüksek pH değeri 1. günde %1 kitosan (KİT) uygulamasında 4.52±0.00 olarak kaydedilmiştir. %1 KİT için 4 ºC'de 1. ve 7. gün ve 14. ve 21.gün arasında istatistiksel açıdan herhangi bir fark bulunmamıştır. 25 ºC'de depolamada ise aynı şekilde 14. ve 21.günler arasında istatistiksel açıdan fark görülmemiştir ($p>0.01$). Aynı gün aynı depolama sıcaklığı ve farklı uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli düzeyde bulunmuştur ($p<0.01$).

Martinez ve ark. (2018) çileğe farklı konsantrasyonlarda kitosan ve kekik uçucu yağı uyguladıklarında pH artışının uygulanmayan örneklere göre daha yavaşladığını belirtmişlerdir.

Tabassum ve Khan (2020)'nin yapmış olduğu bir çalışmada kesilmiş papaya meyvesini aljinat bazlı bir kaplama materyali ve kekik uçucu yağı ile kapladıktan sonra modifiye atmosfer ile paketlemişlerdir. Bu uygulamalar tüm depolama süresince tüm numuneler için pH'ta azalma eğilimi göstermiştir. Kaplanmamış papaya küpleri 6.1 ile en yüksek pH'a sahip olmuş, bunu 5.93 ile aljinatla kaplanmış numune takip etmiş, uçucu yağ içeren tüm kaplanmış numunelerin pH değerleri ise 5.43-5.7 arasında değişmiştir.

Lisiewska ve Kmiecik (2000)'nin domateslerin depolama periyodunda değişimleri gözlemlemek için yaptıkları çalışmada domatesin pH'ını 4.18-4.36 aralığında bulmuşlardır.

Domesteste farklı konsantrasyonlarda esansiyel yağ uygulamalarının meyve kalitesi üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada 30 günlük depolama periyodunda pH'ın 4.276 ile 4.683 arasında değiştiği görülmüştür (Ceylan, 2019).

Thompson ve ark. (2000), farklı domates türlerinde 3.91-4.34 arasında pH tespit etmişlerdir.

Yüksel (2020)'nin kitosan ile kapladığı bal kabaklarında depolama stabilitesi üzerine yaptığı çalışmada kaplamış olduğu örneklerde pH'ın 0 ile 21 günler arasında ilk önce artıp sonra azalma eğiliminde olduğunu bildirmiştir.

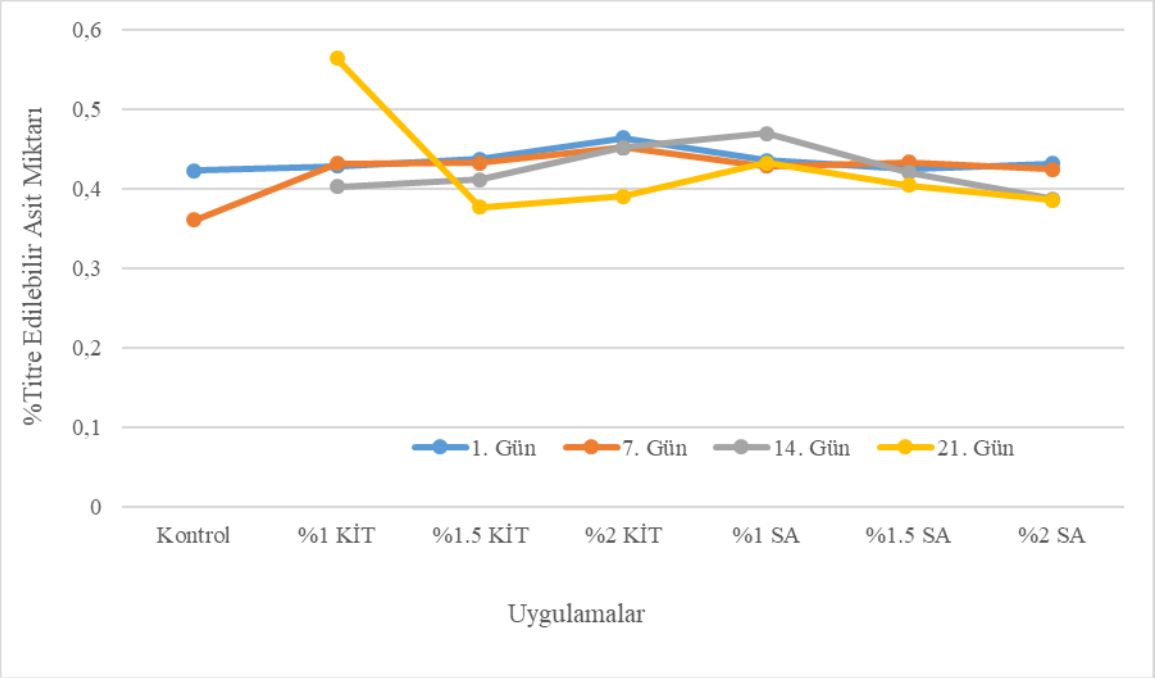
4.13.2. Titre edilebilir asit miktarı (TA)

Tüm örnek gruplarına ait titre edilebilir asit miktarları değişimi Çizelge 4.20'de depolama süresinde değişimleri Şekil 4.17 ve Şekil 4.18'de gösterilmiştir. Çeri domateslerin TA miktarı 4 ^{o}C ve 25 ^{o}C depolamada ve farklı günlerde değişkenlik göstermiştir.

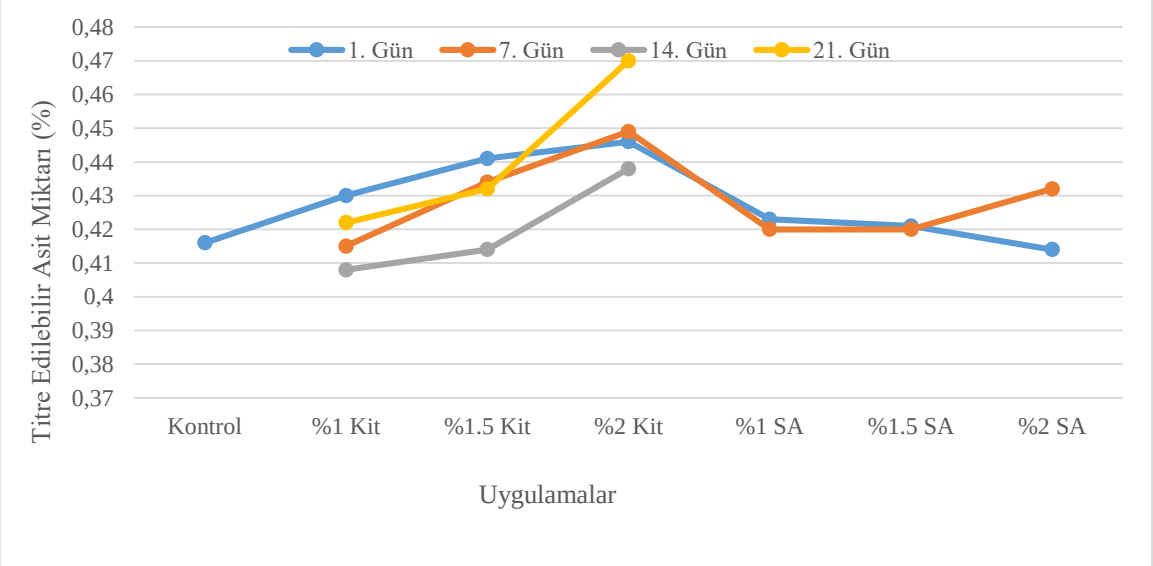
Çizelge 4.20. Depolama süresinde domateste görülen titre edilebilir asitlik (%) değişimleri

	Titre edilebilir asitlik (%)							
	4 ºC				25 ºC			
	1. Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün	1. Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün
Kontrol	0.423±0.003Ab	0.361±0.004Bb			0.416±0.001Acd			
%1Kit	0.429±0.009Ab	0.432±0.006Aa	0.403±0.000Abc	0.564±0.186Aa	0.430±0.005Abc	0.415±0.005Ac	0.408±0.001Ab	0.422±0.010Ab
%1.5Kit	0.438±0.006Ab	0.433±0.004Aa	0.412±0.004Bb	0.377±0.003Ca	0.441±0.000Aab	0.434±0.001Aab	0.414±0.001Bb	0.432±0.003Ab
%2Kit	0.464±0.003ABa	0.452±0ABCa	0.452±0.003ABCa	0.391±0.001Da	0.446±0.004BCa	0.449±0.001BCa	0.438±0.006Ca	0.470±0.008Aa
%1SA	0.436±0.005Ab	0.429±0.008Aa	0.470±0.002Ba	0.433±0.001Aa	0.423±0.003Acd	0.420±0.001Abc		
%1.5SA	0.426±0.003Ab	0.434±0.002Aa	0.421±0.005Bb	0.405±0.004Ca	0.421±0.001Bcd	0.420±0.00Bbc		
%2SA	0.432±0.003Ab	0.425±0.01Aa	0.388±0.007Bc	0.386±0.001Ba	0.414±0.004Ad	0.432±0.006Aabc		

*A.B… harfleri aynı satırdaki günlere ait p<0.01 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir. *a.b… harfleri aynı sütundaki kontrol ve farklı konsantrasyonlarda hazırlanan film kaplama materyallerine ait p<0.01 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir.



Şekil 4.17. 4 °C'de depolanan örneklere ait titrasyon asitliği (%) değişimi



Şekil 4.18. 25 °C'de depolanan örneklere ait titrasyon asitliği (%) değişimi

4 ºC depolamada kontrol grubu için TA %0.423±0.003'ten %0.361±0.004'e düşmüştür. %1 KİT için TA %0.429±0.009'dan %0.403±0.000'e düşmüş sonra tekrar 21.gün depolamada %0.564±0.186'ya yükselmiştir. %1.5 KİT ve %2 KİT uygulamaları 1.günden 21.güne kadar devamlı düşüş eğiliminde olmuşlardır. 25 ºC depolamadaki

uygulamalarda 1 ve 14.günler arasında %TA miktarı düşüş gösterirken 14. günden sonra tekrar yükselme eğilimindedirler. Bunun nedeninin kitosan hazırlama solüsyonuna konulan asetik asitten kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. 4 ^{o}C depolamada uygulamalar baz alınarak günler arasındaki farklar incelendiğinde kontrol ve %2 KİT uygulamaları hariç diğer uygulamalarda 1. ve 7. gün arasında istatistiksel olarak önemli fark görülmemiştir ($p>0.01$). 14. ve 21. günler arasında uygulamalar arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde fark görülmüştür ($p<0.01$).

25 ^{o}C depolamada %TA miktarı %0.408±0.001 ile %0.470±0.008 arasında değişim göstermiştir. %1 KİT için 1. ve 21. günler arasında istatistiksel açıdan önemli düzeyde fark gözlenmemiştir ($p>0.01$). %1, %1.5 ve %2 SA uygulamaları için 1. ve 21.günler arasında istatistiksel açıdan önemli düzeyde fark gözlenmemiştir ($p>0.01$). %1.5 KİT ve %2 KİT için 14.günden sonra %TA miktarında sırasıyla %0.414±0.001'den %0.432±0.003'e ve %0.438±0.006'dan %0.470±0.008'e yükseliş olmuştur. Bunun sebebinin oda koşullarında enzim aktivitesinin artarak organik asit açığa çıkarma kabiliyetinin artmasından dolayı olduğu, ayrıca konsantrasyon arttıkça kitosan solüsyonunda kullanılan asetik asit konsantrasyonu da artacağı için %TA miktarının buna bağlı olarak arttığı düşünülmektedir.

Martinez ve ark. (2018)'in çileği kitosan ve esansiyel yağ ile kapladıkları çalışmada asitlik devamlı olarak düşüş eğiliminde olmuştur. Bu parametredeki azalma. mikrobiyal solunum sırasında enzimatik reaksiyonlar sonucu şeker dönüşümüne bağlanmaktadır. Kibar (2019) farklı konsantrasyonlarda kitosan kullanarak domatesleri kaplamış 5 ^{o}C ve 21 ^{o}C'de depolamıştır. 5 ^{o}C'de 20 günlük depolama süresince %TA miktarında düşüş olmuştur. Depolama başlangıcında TA miktarı %0.419 iken, 20. günün sonunda TA miktarı %0.350'e düşmüştür. Kullanılan kaplama materyallerinin bu düşüşü yavaşlattığını bildirmiştir.

Thompson ve ark. (2000) farklı çeşitlerde yeni toplanan domateslerin TA miktarının %0.38 ile %0.57 arasında olduğunu tespit etmişlerdir.

Naeem ve ark. (2018) olgunlaşmamış mangolarda uçucu yağlarla birleştirilmiş guar gum kaplama işleminin etkisini araştırmıştır. Mangolar uçucu yağlar (çörek otu, kişniş otu ve defne bitkisi) içeren yenilebilir kaplamalar ile kaplandıktan sonra 10 ºC'de depolanmışlardır. TA, işlenmiş kontrolde, işlenmemiş kontrolde ve işlenmiş örneklerde depolama süresiyle birlikte önemli ölçüde azalmıştır. Bu çalışmadan elde edilen sonuca göre. guar gum kaplamanın TA'daki azalmayı önlemesinin yanı sıra esansiyel yağ takviyesinin bu süreci daha da arttırdığını göstermiştir. Neredeyse tüm uçucu yağ ilaveli kaplamalar titre edilebilir asitlikte benzer oranda azalma göstermiştir.

Arabpoor ve ark. (2021) taze kiraz meyvelerine boğadikeni esansiyel yağı ile birlikte hazırlanmış nano-kitosan materyalini uygulayarak meyvenin raf ömrünü uzatmayı hedeflemişlerdir. Farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış kaplama materyali uyguladıktan sonra 4 ºC'de 21 günlük depolamada sonuçlar. TA değerlerinin pH'ın tersi yönde değiştiğini ve farklı depolama süreleri boyunca giderek azaldığını göstermiştir. 1. gün kaplanmış kirazların TA miktarı %0.54 iken, aynı konsantrasyonda 21.günün sonunda TA miktarı %0.36 olmuştur. Depolama süresince tatlı kiraz meyvelerindeki TA değişikliklerinin muhtemelen olgunlaşma sürecinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Kitosan-esansiyel yağ kaplı gruptaki daha yavaş artış hızının arkasındaki ana nedenin, solunumun ana substratları olan şekerlerin ayrışması ve/veya organik asitlerin indirgenmesi olduğuna inanılmaktadır. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar literatürden elde edilen bilgileri destekler niteliktedir.

4.13.3. Ağırlık kaybı (%)

Ağırlık kaybı oranı meyve ve sebzelerin korunma derecesini ölçmek için önemli bir göstergedir. Kontrol ve uygulama yapılmış domateslerin 21 günlük depolama süresince ağırlık kaybı oranları Çizelge 4.21'de gösterilmiştir. Tüm örneklerin ağırlık kaybı 21 günlük depolama süresi boyunca kademeli olarak bir artış göstermiştir ($p<0.01$). Kontrol gruplarında 21 günlük bir depolama süreci gözlemlenemediği için kontrol ve uygulama yapılmış gruplar arasına herhangi bir kıyaslama yapılamamıştır. Ağırlık kaybı taze meyve ve sebzelerde ekonomik olarak kayıpların yaşanmasına ve depolama ömrünün azalmasına neden olduğu için göz önünde bulundurulması gereken en önemli parametrelerden biridir.

Kaplama yapılmış gruplar kendi aralarında değerlendirildiğinde kaplama materyalinin su kaybını geciktirmede etkili bir bariyer sağladığını ve böylece meyvelerin raf ömrünü uzattığını göstermektedir. 4 ºC'de depolama uygulaması yapılmış gruplarda 1. ve 21. gün arasında istatistiksel açıdan fark önemli görülmüştür ($p<0.01$). Günler ayrı ayrı değerlendirildiğinde 1. ve 7. gün arasında en fazla görülen ağırlık kaybı %0.373±0.04 ile %1 KİT grubunda olmuştur. 7. günde gruplar kendi arasında değerlendirildiğinde istatistiksel açıdan önemli düzeyde fark bulunmuştur ($p<0.01$).

4 ºC'de depolamada 1 ile 21 gün arasında ağırlık kaybı en çok olan grup %6.862±0.21 ile %2 KİT iken en az olan grup ise %4.298±0.11 ile %1 SA olmuştur.

Çizelge 4. 21. Depolama süresinde domateste görülen ağırlık kaybı (%) değişimleri

	Ağırlık Kaybı (%)							
	4 ºC				25 ºC			
	1. Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün	1. Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün
Kontrol	0	0.159±0.01Ae	-	-	0	-	-	-
%1Kit	0	0.373±0.04Fa	2.087±0Dd	4.285±0.001Bf	0	0.501±0.02Ec	2.743±0.15Cc	4.485±0.025Ab
%1.5Kit	0	0.124±0.14Fg	2.156±0.02Dc	4.953±0.03Ab	0	0.527±0.04Ea	2.841±0.01Cb	4.432±0.18Bc
%2Kit	0	0.129±0.02Ff	2.744±0.03Da	6.862±0.21Aa	0	0.525±0.04Eb	3.358±0.05Ca	5.193±0.01Ba
%1SA	0	0.198±0.19Dc	2.080±0.45Be	4.298±0.11Ae	0	0.463±0.07Ce	-	-
%1.5SA	0	0.163±0.12Dd	2.047±0.07Bf	4.315±0.02Ad	0	0.460±0.15Cf	-	-
%2SA	0	0.290±0.05Db	2.240±0.01Bb	4.625±0.14Ac	0	0.475±0.02Cd	-	-

*A.B… harfleri aynı satırdaki günlere ait $p<0.01$ seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir. *a.b… harfleri aynı sütundaki kontrol ve farklı konsantrasyonlarda hazırlanan film kaplama materyallerine ait $p<0.01$ seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir.

25 ºC'de depolanan uygulama yapılmış gruplarda 1. ve 21. gün arasında istatistiksel açıdan fark önemli görülmüştür ($p<0.01$). 1 ve 21 gün arasında en çok ağırlık kaybı görülen grup %5.193±0.01 ile %2 KİT olmuştur. 25 ºC'de kontrol grupları 5. günden sonra küflendiği için analize alınamamıştır. Sodyum aljinat grupları için ise sadece 1.gün ile 7.gün arasında ağırlık kaybı incelenmesi yapılabilmiştir.

Depolama sıcaklıkları ve uygulama grupları kıyaslandığında en düşük ağırlık kaybının olduğu en etkili grup 4 ºC depolanan %1 KİT olmuştur.

Nunes ve Emond (2007)'nin yaptığı çalışmada 14 farklı meyve ve sebzenin ağırlık kaybı incelenmiştir. 11 günün sonunda ağırlık kaybının %2 olduğunu tespit etmişlerdir. 11. günden sonra domateste renkte koyulaşma, büzüşme, yumuşama ve çürüme gözlemledikleri için analizi sonlandırmışlardır. 20 ºC ve 11 günlük depolama periyodunda görülebilecek maksimum ağırlık kaybının %2-2.5 arasında olabileceğini belirtmişlerdir.

Robinson ve ark. (1975) domatesin satılamaz duruma gelmesinden önce kabul edilebilir maksimum ağırlık kaybının %6 ile %7.0 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada, 12 °C depolamada 3 hafta sonra domatesin görünümünde kırışıklıkların oluşması, kabuğun büzülmesi ve parlaklık kaybı nedeniyle bozulmaya başladığı ve 4 hafta sonra domatesin görünümünün bozularak ağırlığının %9.8'ini kaybettiği tespit edilmiştir (Bhowmik ve Pan., 1992).

Kibar (2019) yapmış olduğu çalışmada 5°C depolamada 20. günün sonunda kontrol grubunda %7.40, %2 kitosan ile kaplanmış domateslerde %5.64 ve %1 kitosanda ise %3.69 oranında ağırlık kaybı tespit etmiştir. 21°C'de 10. günün sonunda %2 kitosan ile kaplanmış domateslerde %6.42 ve %1 kitosanda %4.48 ağırlık kaybı olmuştur.

Tiribolulu (2019) 4°C'de 24 gün depoladığı çeri domateslerde ağırlık kaybının yaklaşık %10 olduğunu bildirmiştir.

Domateste görsel bozulma meydana gelmeden önce ağırlık kaybındaki farklılıklar büyük olasılıkla çeşit farklılıklarıyla ilişkilendirilmiştir (Nunes ve Emond, 2007). Yapılan çalışmalar, kaplamaların su kaybını geciktirmede etkili bir bariyer sağlayarak meyvelerin ve sebzelerin raf ömrünü uzattığı yönünde olmuştur. Kaplama materyalleri meyve yüzeyinden su difüzyonuna karşı direnç oluşturarak ağırlık kaybının en az seviyeye indirgenmesini sağlamaktadır.

Elde ettiğimiz bulgulara göre ağırlık kaybı oranları kabul edilebilir ve satışa sunulabilir sınırları içerisinde yer almaktadır. Özellikle soğukta depolama ve kaplama materyali uygulanmış domateslerde ağırlık kaybının en az seviyeye indirilebileceği öngörülmektedir.

4.13.4. Suda çözünebilir kuru madde miktarı (°Briks)

Örneklere ait suda çözünebilir kuru madde miktarları (^{o}Bx) Çizelge 4.22'de gösterilmiştir. 4 °C depolamada 1. ve 14. günler arasında %1, %1.5 ve %2 KİT'ler arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde fark görülmemiştir ($p>0.01$). 7. ve 14. günlerde %1 ve %2 SA arasında istatistiksel açıdan önemli fark bulunmamıştır ($p>0.01$). Diğer yandan 25 °C depolamada tüm uygulamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

4 °C'de en yüksek °Bx (6.97±0.16) 21. günde %2 SA uygulanmış domateslerde, en düşük °Bx (5.47±0.04) ile tekrar %2 SA'da ölçülmüştür. Günler arasında değerlendirme yapıldığında °Bx değerleri devamlı olarak bir azalma ve artma eğiliminde olmuştur. Kitosan uygulamaları arasında artma ve azalma eğiliminde tutarlılık görülmezken, sodyum aljinat uygulamaları arasında devamlı artan bir eğilim gözlemlenmiştir.

25 °C'de en yüksek °Bx (6.63) 7.günde %1.5 ve %2 SA'da, en düşük °Bx (5.27±0.04) 1.günde %1 KİT'te görülmüştür. %1 KİT için 1.günde °Bx 5.27'den 14.günde 6.47'e yükselmiş, 21.günde 5.80'e düşmüştür. %1SA uygulanmış domateslerin °Bx değeri 1.günde 5.30±0.24'dan 7.günde 6.43±0.04'e yükselerek en fazla artış gösteren grup olmuştur.

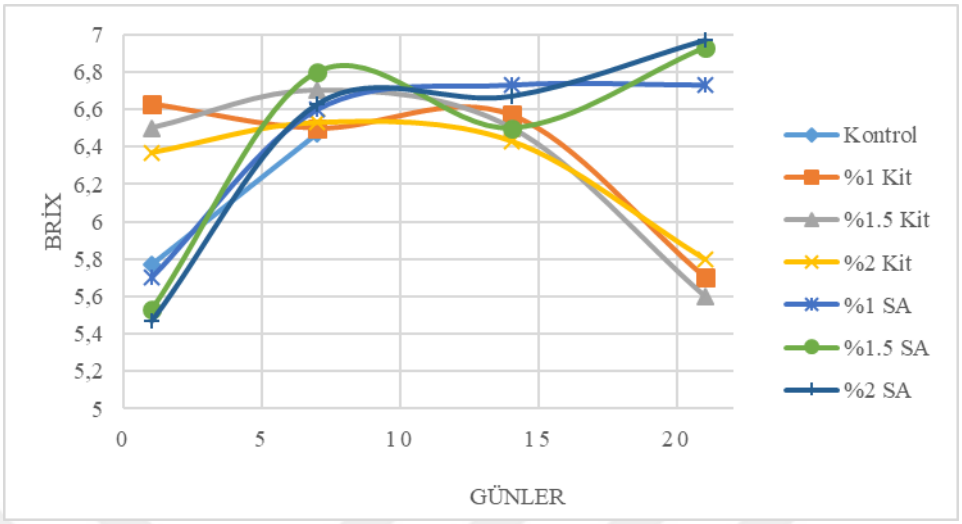
Suda çözünebilir kuru madde miktarı açısından depolama sıcaklığı x depolama süresi arasındaki etkileşim istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Domateste suda çözünebilen maddelerin %65'lik kısmını şeker oluştururken diğer kısmını organik asitler, vitaminler ve diğer maddeler oluşturmaktadır. °Bx'te meydana gelen dalgalanmaların sebebi meyvede bulunan karbonhidratların miktarının değişmesiyle ilişkilendirilebilir. °Bx'teki azalmalar solunumla birlikte domateste bulunan şekerlerin CO_2 ve H_2O'ya dönüşümüyle açıklanabilmektedir. Artışların sebebi ise enzim aktivitesi ile nişastanın şekerlere parçalanması ve ağırlık(su) kaybından dolayı kuru madde miktarındaki artıştan olabilmektedir.

Znidarcic ve ark. (2010), 5 °C ve 10 °C'de 28 gün boyunca domatesleri depolamışlar ve fizikokimyasal değişimleri incelemişlerdir. Suda çözünebilir kuru maddeler 5 °C'de 5.23'ten 6.36'ya ve 10 °C'de 5.23'ten 6.8'e hafif bir artış göstermiştir.

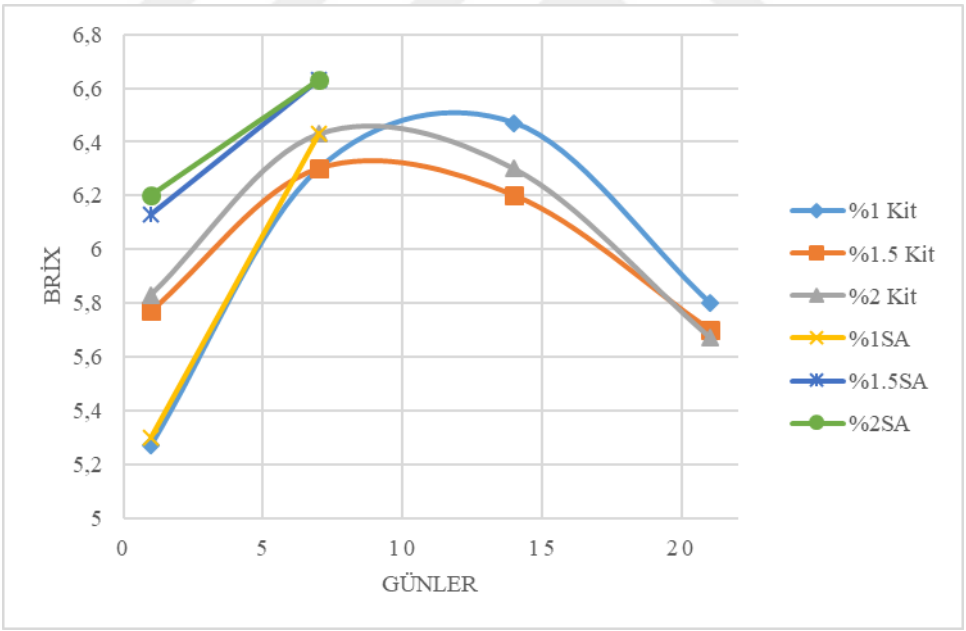
Çizelge 4.22. Depolama süresinde domateste görülen °Briks değişimleri

	°Briks							
	4 °C				25 °C			
	1. Gün	**7. Gün**	**14. Gün**	**21. Gün**	**1. Gün**	**7. Gün**	**14. Gün**	**21. Gün**
Kontrol	5.77±0.12Bb	6.47±0.04Ac			5.47±0.04Bde			
%1Kit	6.63±0.04Aa	6.50±0.08Ac	6.57±0.04Aabc	5.70±0.08Cb	5.27±0.04De	6.30±0.08Bb	6.47±0.04ABa	5.80±0.08Ca
%1.5Kit	6.50±0.08ABa	6.70±0.08Aab	6.50±0.08ABbc	5.60±0.08Db	5.77±0.04Dcd	6.30±0.12BCb	6.20±0.00Cb	5.70±0.08Da
%2Kit	6.37±0.12Aa	6.53±0.04Abc	6.43±0.12Ac	5.80±0.14Bb	5.83±0.09Bbc	6.43±0.04Aa	6.30±0.08Aab	5.67±0.16Ba
%1SA	5.70±0.08Bbc	6.60±0.14Abc	6.73±0.09Aa	6.73±0.16Aa	5.30±0.24Be	6.43±0.04Aa		
%1.5SA	5.53±0.09Dbc	6.80±0.08ABa	6.50±0.08Bbc	6.93±0.12Aa	6.13±0.12Cab	6.63±0.09ABa		
%2SA	5.47±0.04Cc	6.63±0.12Aabc	6.67±0.12Aab	6.97±0.16Aa	6.20±0.08Ba	6.63±0.12Aa		

*A.B… harfleri aynı satırdaki günlere ait p<0.01 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir. *a.b… harfleri aynı sütundaki kontrol ve farklı konsantrasyonlarda hazırlanan film ve kaplama materyallerine ait p<0.01 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir.



Şekil 4.19. 4 °C'de depolanan örneklere ait °Briks değişimi



Şekil 4.20. 25 °C'de depolanan örneklere ait °Briks değişimi

Maedeh (2012), üç farklı şekilde çeri domateslere işlem uygulayarak (soğuk suya. $CaCl_2$'li suda ve asetik asitli suya daldırarak) 14 gün boyunca 5 °C ve 10 °C'de depolamış ve bunların fizikokimyasal değişimlerini incelemişlerdir. En yüksek °Bx 6.1 iken en düşük °Bx 3.5 olarak bulunmuştur. Ortam sıcaklığı ile soğuk sıcaklıkta depolama

arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit etmemişlerdir. Kibar (2019)'un kitosan uyguladığı domateslerde °Bx değerinde devamlı olarak bir dalgalanma görülmüştür.

Erge (2007), 16 çeşit domateste en düşük °Bx değerini 4.71 bulurken, en yüksek °Bx değerini 6.95 olarak tespit etmiştir.

Ceylan (2019), domatese adaçayı ve biberiye esansiyel yağ uygulaması yapmış, soğukta ve raf ömrü sıcaklıklarında 30 gün depolayarak gözlemleme yapmıştır. Tüm uygulamalarda °Bx değerinde devamlı olarak bir artış ve azalma eğilimi olmuştur. Soğukta depolamada en düşük °Bx 3.40 iken en yüksek °Bx 4.83, raf ömrü sıcaklığında ise en düşük Bx 4.03 iken en yüksek °Bx 4.76 olarak bulunmuştur.

Elde ettiğimiz bulgular yapılan çalışmalardaki değerler arasında olup, artış ve azalış yönünden de sonuçlarla tutarlılık göstermektedir.

4.13.5. Meyve eti sertliği

Tüm örnek gruplarına ait meyve eti sertliği değişimi Çizelge 4.23 ve Şekil 4.21 ve Şekil 4.22'de gösterilmiştir. Meyvenin doku profili tüketici tarafından kabul edilmesinde temel kalite özelliklerinden biridir. Çeşitli tekstürel faktörler arasında sertlik. doku hissini daha iyi yansıtmakta ve buna bağlı olarak domateslerin tazeliğini daha iyi ifade edebilmektedir. Çeri domateslerin sertlik değerleri 4 ^{o}C ve 25 ^{o}C depolamada ve farklı günlerde değişkenlik göstermiştir.

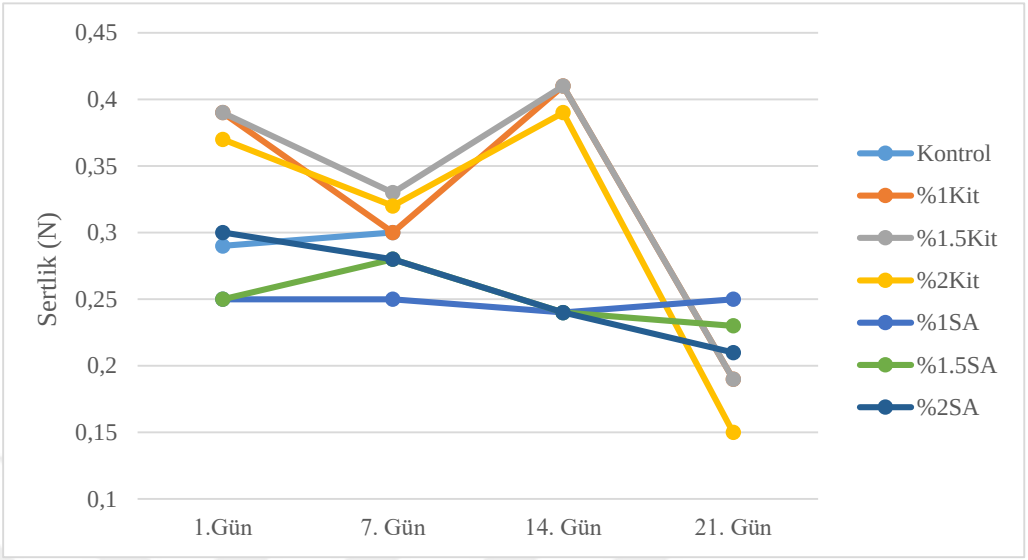
4°C depolamada 1 ve 14. günler arasında kontrol. %1-%1.5-%2 KİT, %1-%1.5 SA uygulamaları için sertlik bakımından istatistiksel olarak önemli fark bulunmamıştır ($p>0.01$). 14. günden sonra kitosan uygulamaları yapılmış domateslerin sertliğinde istatistiksel açıdan önemli düzeyde bir azalma görülmüştür. Bu durumun aksine sodyum aljinat uygulamaları yapılmış domateslerin sertliğinde önemli bir fark görülmemiştir. 4 ^{o}C'de kitosan uygulamalarında en yüksek sertlik değeri 0.39N'den 0.15N'ye düşerken, sodyum aljinat uygulamalarında en yüksek sertlik değeri 0.30N'den 0.21N'ye düşmüştür.

4 ºC’de kontrol grubunda 1.ve 7.günler arasında istatistiksel açıdan önemli fark bulunmamıştır ($p>0.01$).

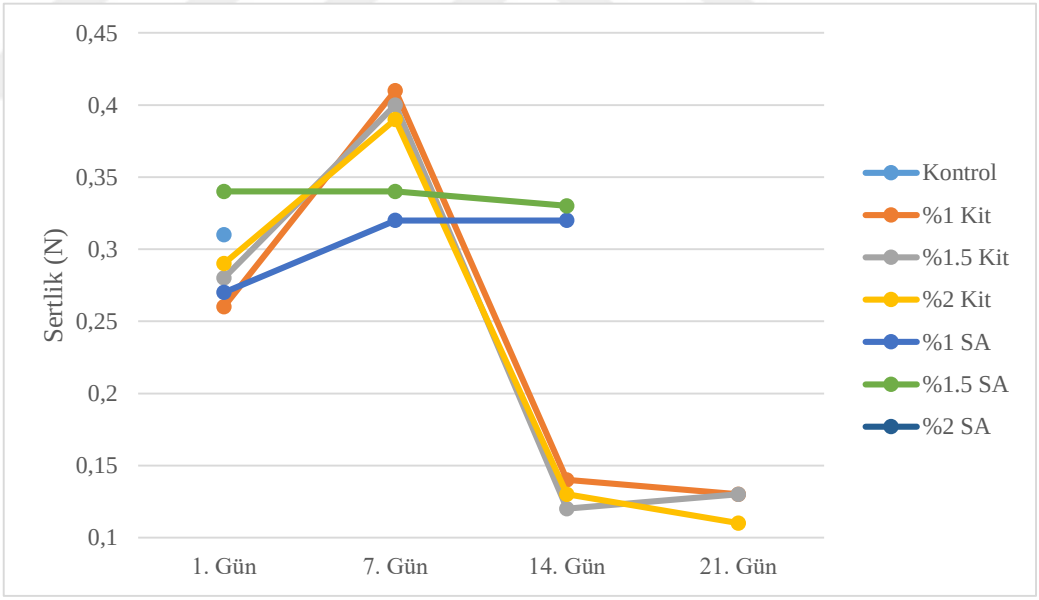
Çizelge 4. 23. Depolama süresinde domateste görülen meyve eti sertliği (N) değişimleri

	Meyve eti sertliği (N)							
	4 ºC				25 ºC			
	1. Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün	1. Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün
Kontrol	0.29±0.01Ab	0.30±0.03Aab			0.31±0.04Aab			
%1Kit	0.39±0.01Aa	0.30±0.05Bab	0.41±0.01Aa	0.19±0.02CDbc	0.26±0.01BCb	0.41±0.01Aa	0.14±0.03Da	0.13±0.03Da
%1.5Kit	0.39±0.05Aa	0.33±0.01Ba	0.41±0.01Aa	0.19±0.00Dabc	0.28±0.01Cab	0.40±0.01Aab	0.12±0.00Ea	0.13±0.01Ea
%2Kit	0.37±0.01ABa	0.32±0.02BCa	0.39±0.01Aa	0.15±0.01Dc	0.29±0.00Cab	0.39±0.02Aab	0.13±0.01Da	0.11±0.01Da
%1SA	0.25±0.01Bb	0.25±0.03Bb	0.24±0.00Bb	0.25±0.02Ba	0.27±0.00Aa	0.32±0.00Ad		
%1.5SA	0.25±0.00BCb	0.28±0.00Bab	0.24±0.00BCb	0.23±0.01Cab	0.34±0.07Aa	0.34±0.03Abc		
%2SA	0.30±0.03ABb	0.28±0.02ABCab	0.24±0.02BCb	0.21±0.02Cabc	0.32±0.01Aa	0.33±0.01Acd		

*A.B… harfleri aynı satırdaki günlere ait $p<0.01$ seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir. *a.b… harfleri aynı sütundaki kontrol ve farklı konsantrasyonlarda hazırlanan film ve kaplama materyallerine ait $p<0.01$ seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir.



Şekil 4.21. 4 °C'de depolanan örneklere ait meyve eti sertliği değişimi



Şekil 4.22. 25 °C'de depolanan örneklere ait meyve eti sertliği değişimi

25 ºC depolamada 1 ve 7. günler arasında sodyum aljinat uygulaması yapılmış domateslerin sertliği istatistiksel açıdan önemsizdir ($p>0.01$). Kitosan uygulaması yapılmış gruplar için ise 1 ve 21.günler arasında sertlik önemlidir ($p<0.01$). 25ºC'de kitosan uygulamalarında en yüksek sertlik değeri 0.41N'den 0.11N'ye düşerken, sodyum

aljinat uygulamalarında en yüksek sertlik değeri 0.34N'den 0.32N'ye düşmüştür. Kitosan ve sodyum aljinat materyallerinin karşılaştırılması yapılacak olursa meyve dokusunun daha stabil olmasını sodyum aljinat sağlamıştır.

Kibar (2019) kitosan ile kapladığı domateslerde 4 ºC'de 20 günlük depolama sonucunda %1 KİT grubunda meyve eti sertliğinin 17.91N'dan 12.59N'a, %2 KİT grubunda ise 16.52N'dan 8.81N'a düştüğünü bildirmiştir.

Ceylan (2019)'un yaptığı çalışmada, esansiyel yağ uygulanan domatesler 30 gün boyunca 5 ºC'de ve 20 ºC'de depolanmış ve meyve sertlik derecesi ölçülmüştür. 5 ºC'de depolanan domateslerde başlangıçta sertlik %14.83N iken depolama süresi ilerledikçe düşüş göstermiştir ve 25.günden sonra daha da hızlanmıştır.

Akbudak ve ark. (2007) çeri domateslere sıcak su ve modifiye atmosfer paketleme uygulaması yaparak 5 ºC'de 28 gün boyunca depolamışlardır. Kontrol grubunun 28 gün sonunda sertlik derecesi 13.15N'den 1.67N'ye düşerken, uygulama yapılmış grubun 28 gün sonunda sertlik derecesi 14.72N'den 7.85N'ye düşmüştür.

Sodyum benzoat uygulamasının taze çeri domateslerin fiziksel. kimyasal ve mikrobiyolojik açıdan raf ömrünü nasıl etkilediğinin incelendiği bir çalışmada, 4 ºC ve 21 ºC'de 15 gün boyunca depolanan domateslerin sertlik derecesi sırasıyla 9.17±2.14N'dan 9.01±1.71N'a ve 9.41±1.48N'dan 5.09±0.93N'a gerilemiştir (Chen ve ark., 2019).

Elde ettiğimiz bulgulara göre kontrol ve uygulama yapılmış gruplarda sertlik parametresi için literatür çalışmalarıyla tutarlılık görülmektedir. Bu gözlemin nedeni, kaplama materyallerinin iç atmosferik durumu değiştiren oksijen gazının yavaşça yayılmasına neden olan ve ağ boyunca suyun göçünü azaltan yarı geçirgen bir zar oluşturması olabilir. Bu materyaller ve esansiyel yağlar nem içeriği kaybını önleyerek domateslerin olgunlaşmasını geciktiren hücresel turgor basıncını azaltabilmektedir (Arabpoor ve ark., 2021).

4.13.6. Likopen miktarı

Tüm örnek gruplarına ait likopen miktarları Çizelge 4.24'de gösterilmiştir. Çeri domateslerin likopen miktarları 4ºC ve 25ºC depolamada ve farklı günlerde değişkenlik göstermiştir.

Çizelge 4.24. Depolama süresinde domateste görülen likopen (mg/kg) değişimleri

	Likopen (mg/kg)							
	4 ºC				25 ºC			
	1. Gün	**7. Gün**	**14. Gün**	**21. Gün**	**1. Gün**	**7. Gün**	**14. Gün**	**21. Gün**
Kontrol	46.66±0.16Bbc	53.07±0.62Aab			46.40±0Be			
%1Kit	50.57±0.87Ea	51.17±1.77Eb	72.47±0.57Ab	61.71±0.15Ca	46.72±0.02Fd	38.56±0.01Gd	55.44±0.06Da	68.30±0.14Bb
%1.5Kit	49.69±0.12Eab	53.05±0.56Dab	73.03±0.01Aab	61.01±0.014Cb	49.54±0.02Eb	27.59±0.04Fe	53.37±0.01Db	65.13±0.06Ba
%2Kit	50.36±0.56Fa	53.75±0.31Da	74.25±0.21Aa	55.26±0.51Cc	49.94±0.42Fa	51.07±0.15Fb	52.57±0.04Ec	63.25±0.12Bb
%1SA	43.16±1.35Cd	55.00±0.11Aa	35.54±0.24Dd	35.09±1.01Df	49.94±1.01Bc	49.94±0.42Bc		
%1.5SA	44.77±0.04Bcd	53.79±0.17Aa	36.96±0.04Dd	35.98±0.04Ed	41.90±0.18Cg	27.59±0.56Fe		
%2SA	45.20±0.27Ccd	53.93±0.21Aa	40.50±0.17Ec	35.34±0.02Fe	44.25±0.14Df	51.47±0.24Ba		

*A.B… harfleri aynı satırdaki günlere ait p<0.01 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir. *a.b… harfleri aynı sütundaki kontrol ve farklı konsantrasyonlarda hazırlanan film ve kaplama materyallerine ait p<0.01 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir.

25 ºC depolamada tüm gruplar arasında dalgalanan bir artma ve azalma söz konusu olmuştur. 1. ve 21.gün arasında uygulama gruplarındaki fark istatistiksel açıdan önemli düzeydedir ($p<0.01$). 21. gün sonuna kadar kitosan gruplarındaki likopen miktarındaki artış 4 ºC'dekine kıyasla daha yüksek olmuştur. %1 KİT için 1. günde 46.72±0.02 mg/kg olan likopen miktarı, 21. günde 68.30±0.14 mg/kg olmuştur. %1 SA'da 1 ve 7. günler arasında likopen miktarında istatistiksel açıdan önemli fark görülmemiştir ($p>0.01$). Her iki depolama sıcaklığı için kitosan uygulamasının likopen miktarındaki artışta daha etkili olduğu gözlemlenmiştir.

4 ºC depolamada 1. ve 21. gün arasında kontrol ve uygulama gruplarının arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli düzeydedir ($p<0.01$). Likopen miktarı kontrol grubunda 1 ve 7. günler arasında 46.66±0.16 mg/kg'dan 53.07±0.62 mg/kg'a yükselmiştir. Kitosan gruplarında, 1 ve 14. günler arasında likopen yükseliş gösterirken 14. günden sonra azalma eğilimine girmiştir. Sodyum aljinat gruplarında ise 7. güne kadar likopen miktarı artmış, daha sonra 21. güne kadar devamlı bir düşüş görülmüştür. 4 ºC'de tespit edilen en düşük likopen miktarı 35.09±1.01 mg/kg (%1 SA-21.gün), en yüksek likopen miktarı 74.25±0.21 mg/kg (%2 KİT-14.gün) olmuştur.

Akbudak ve ark. (2007)'nin yapmış oldukları çalışmada çeri domateslerdeki likopen miktarı yaklaşık olarak 50 mg/kg ile 70 mg/kg arasında değişmiştir.

Thompson ve ark. (2000) 8 çeşit domateste likopen miktarını incelemişlerdir. Domatesin ilk toplandığı gün likopen miktarı 41.55 mg/kg ile 57.86 mg/kg arasında değişmiştir. Javanmardi ve Kubota (2006)'nın yaptığı çalışmada, 7 gün boyunca oda sıcaklığında saklanan domateslerin genel likopen içeriği, 14 gün boyunca düşük sıcaklıkta depolanan domateslerden önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur. Oda koşullarında saklanan domateslerdeki likopen miktarı, 1 haftalık depolama sırasında 42'den 68 mg/kg'a doğru önemli bir artış göstermiştir. Düşük sıcaklıkta saklanan domatesler için 12 ºC'de depolanan domateslerin likopen miktarları arasında ilk 7 gün boyunca önemli bir fark olmadığı gibi, depolamanın sonraki 7 günü boyunca da önemli bir fark görülmemiştir. 5 ºC'de depolanan domateslerdeki ortalama likopen miktarı 40 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Düşük sıcaklıkta depolanan domateslerde likopen içeriğinin artmasıyla ilişkili

olgunlaşma süreçlerinin. oda sıcaklığında saklanan domateslere kıyasla yavaşladığı anlamına geldiğini belirtmişlerdir.

Kibar (2019) farklı konsantrasyonlarda kitosan uyguladığı domateslerde, 5 ^{o}C'de depolamada likopen miktarının 1.günde 18.96 mg/kg'dan 20. günde 24.98 mg/kg'a, 21 ^{o}C'de likopen miktarının 1. günde 18.96 mg/kg'dan 33.39 mg/kg'a yükseldiğini bildirmiştir.

Aktif ambalajlama yapılmış ve 4 ^{o}C ve 10 ^{o}C'de depolanan çeri domateslerin likopen miktarları sırasıyla; 1.günde 20.49±5.67 ppm'den 24.günde 18.12±2.17 ppm'e, 1. günde 20.49±5.67 ppm'den 24. günde 17.45±2.32 ppm'e gerilemiştir (Tiribolulu, 2019).

Raffo ve ark. (2006), yılın farklı zamanlarında Naomi F1 çeşidindeki domateste fizikokimyasal değişimleri incelemişlerdir. Likopen miktarı Nisan ayında 81 mg/kg iken diğer yılın mart ayına 119.69 mg/kg'a yükselmiştir.

Barba ve ark. (2006) 6 farklı çeşit çeri domateste (Rambo, Raf1, Raf2, Ch1, Ch2 ve Canario) likopen miktarlarını sırasıyla 45, 31, 37, 34, 71 ve 28 mg/kg olarak tespit etmişlerdir.

Çalışmamızda elde ettiğimiz likopen miktarı bulguları literatür miktarlarıyla tutarlılık göstermiştir. Kitosan ve defne uçucu yağı uygulanan örneklerin likopen miktarında artış meydana geldiği görülmüştür. Likopenin kitosan ile etkileşiminde likopen miktarının arttığı ve kitosan yapısı içinde daha kuvvetli hapsolduğu bir çalışmada belirtilmiştir (Haroon, 2014). Likopen enkapsülasyonunda kitosanın kullanıldığı birçok çalışma bulunmaktadır. Padma ve ark. (2020)'nin yaptığı çalışmada kaplamasız domateslerin likopen miktarı 4.18 mg/kg iken, kitosan ile kaplanmış domateslerin likopen miktarı 44.09 mg/kg'a yükselmiştir.

4.13.7. Toplam fenolik madde (TPC) miktarı

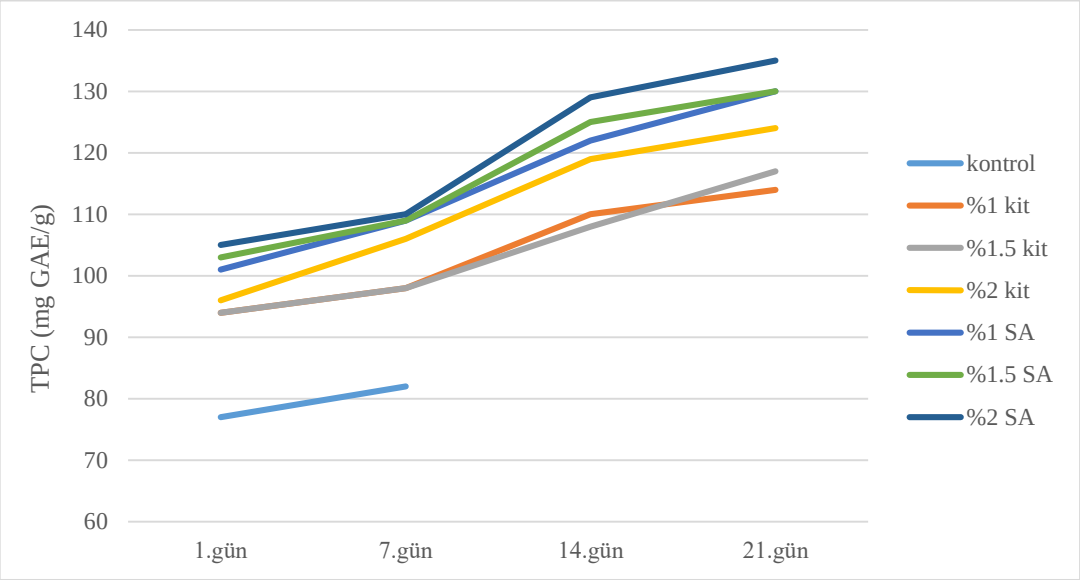
Tüm örnek gruplarına ait TPC miktarları ve değişimleri Çizelge 4.25'te ve Şekil 4.23 ve Şekil 4.24'te gösterilmiştir. Çeri domateslerin TPC miktarları 4 ^{o}C ve 25 ^{o}C depolamada ve farklı günlerde değişkenlik göstermiştir.

4 ^{o}C depolamada değişen günlere göre kontrol ve uygulama gruplarının hepsinde istatistiksel olarak önemli fark bulunmuştur ($p<0.01$). Tüm gruplarda günlere göre TPC miktarında düzenli bir artış gözlemlenmiştir. Kontrol grubunda 1. günde TPC miktarı 77.21±0.05 mg GAE/g KM'den 7. günde 82.82±0.11 mg GAE/g KM'ye yükselmiştir. Kaplama materyali uygulanmış gruplarda en az TPC miktarı 94.04±0.09 mg GAE/g KM 1. günde tespit edilirken, en yüksek TPC miktarı 135.62±0.05 mg GAE/g KM 21. günde tespit edilmiştir. 1 ve 7. günde TPC miktarında %1 ve %1.5 KİT arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsizdir ($p>0.01$). 7. günde %1. %1.5 ve %2 SA grupları arasındaki TPC miktarında istatistiksel olarak fark önemli bulunmamıştır ($p>0.01$). Kitosan ve sodyum aljinat uygulaması yapılan domateslerin TPC miktarları karşılaştırıldığında sodyum aljinat ile kaplanmış domateslerde daha yüksek fenolik madde tespit edilmiştir. Aljinatlar su yosunlarından elde edildiklerinden dolayı fenolik madde miktarının yüksek olması da buna bağlı olarak değişebilmektedir.

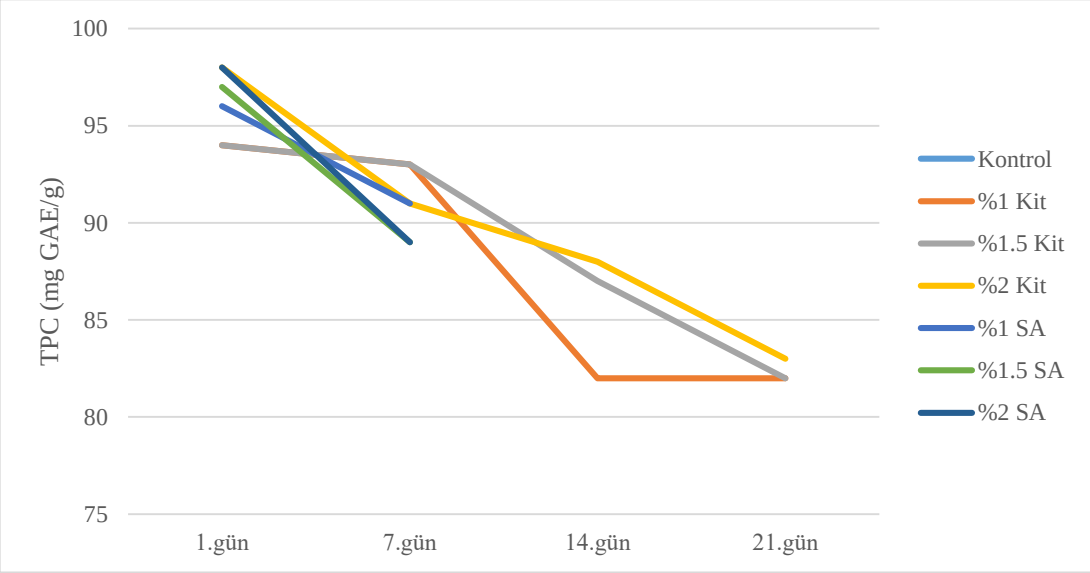
Çizelge 4. 25. Depolama süresinde domateste görülen TPC (mg GAE/g KM) değişimleri

	TPC (mg GAE/g KM)							
	4 ºC				25 ºC			
	1. Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün	1. Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün
Kontrol	77.21±0.05Bf	82.82±0.11Ad			77.41±0.09Be			
%1Kit	94.04±0.09De	98.37±0.11Cc	110.39±0.06Be	114.54±0Ae	94.27±0.29Dd	93.93±0.29Da	82.68±0.10Eb	82.30±0.11Eb
%1.5Kit	94.39±0.10De	98.67±0.04Cc	108.65±0.06Bf	117.59±0.05Ad	94.43±0.02Dd	93.57±0.03Ea	87.76±0.06Fa	82.90±0.15Gab
%2Kit	96.30±0.10Ed	106.02±0.48Cb	119.30±0.01Bd	124.30±0.27Ac	98.23±0.01Da	91.07±0.08Fb	88.09±0.04Ga	83.54±0.32Ha
%1SA	101.31±0.51Dc	109.12±0.65Ca	122.94±0.07Bc	130.50±0.08Ab	96.30±0.10Ec	91.11±0.04Fb		
%1.5SA	103.05±0.30Db	109.80±0.16Ca	125.89±0.32Bb	130.77±0.16Ab	97.32±0.23Eb	89.27±0.18Fc		
%2SA	105.12±0.02Da	110.24±0.15Ca	129.87±0.63Ba	135.62±0.05Aa	98.08±0.23Eab	89.79±0.01Fc		

*A.B… harfleri aynı satırdaki günlere ait p<0.01 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir. *a.b… harfleri aynı sütundaki kontrol ve farklı konsantrasyonlarda hazırlanan film ve kaplama materyallerine ait p<0.01 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir.



Şekil 4.23. 4 °C'de depolanan örneklere ait toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/g KM) değişimi



Şekil 4.24. 25 °C'de depolanan örneklere ait toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/g KM) değişimi

4 ºC ve 25 ºC'de 1. günlerde TPC miktarında istatistiksel açıdan önemli fark görülmemiştir ($p>0.01$). 4 ºC'de TPC miktarı düzenli olarak artarken, 25 ºC'de düzenli

olarak bir azalma söz konusu olmuştur. TPC miktarı 1. günde en yüksek 98.23±0.01 mg GAE/g KM iken, 21.günde 82.30±0.11 mg GAE/g KM'ye gerilemiştir.

Domateslerin TPC miktarlarındaki azalmanın nedeni olgunlaşmaya bağlı olarak raf ömrü sıcaklığında hücre yapılarının parçalanmasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Ghasemnezhad ve ark. (2013)'ün yaptıkları bir çalışmada nar taneleri değişen konsantrasyonlarda kitosan ile kaplanmış ve 4 ºC'de 12 gün boyunca depolanmıştır. Kontrol grubunun TPC miktarı 493.56±11.6'dan 12. günün sonunda 311.28±10.3 mg/g'a düşmüştür. %1 KİT ile kaplanmış tanelerde TPC miktarı 493.56±11.6'dan 12. gün sonunda 363.27±11.1 mg/g'a gerilemiştir. Toplam fenoliklerin konsantrasyonu, hem kitosanla kaplanmış hem de kaplanmamış danelerde depolama sırasında önemli ölçüde azalmıştır. Bunun nedeninin kitosanın fenilalanin amonyak-liyaz enzim aktivitesini artırması ve fenolik madde üretiminin artmasına yol açmasından dolayı olduğunu bildirmişlerdir.

Cejudo Bastante ve ark. (2019)'un yapmış olduğu bir çalışmada polietilen tereftalat/polipropilen (PET/PP) filmler. zeytin yaprağı ekstresi ile süperkritik solvent yöntemiyle emdirilerek çeri domateslere uygulanmıştır. TPC miktarını 71.57±5.03 mg/g olarak bildirmişlerdir.

Ticari olgunluk aşamasında hasat edilen kiraz meyvesi çeşitli konsantrasyonlarda (%1, %3 ve %5) sodyum aljinat bazlı yenilebilir bir kaplama ile işlenmiştir. 2 °C'de 16 gün sonunda kontrol grubunun TPC miktarı yaklaşık 65 mg /100 g iken, %5 aljinat ile kaplanmış kirazların TPC miktarı 73 mg/100 g olarak tespit edilmiştir. Depolama süresince kirazların TPC miktarlarında artış olmuştur (Díaz-Mula ve ark., 2012).

Erge (2007)'nin yaptığı çalışmada 16 farklı domates çeşidinin 2003 ve 2004 yıllarındaki TPC miktarındaki değişim incelenmiştir. 2003 yılında en düşük TPC miktarı 288±7.26 mg/kg iken (H 9478 cinsinde), en yüksek TPC miktarı 690±21.7 mg/kg (H 9776 cinsinde) olarak tespit edilmiştir. 2004 yılında en düşük TPC miktarı 188±4.56 mg/kg (UG 902 cinsinde), en yüksek TPC miktarı 819±12.4 mg/kg (Unirex cinsinde) bulunmuştur.

Zhou ve Yu (2006) Colorado'da 38 farklı sebzede antioksidan aktiviteleri ve toplam fenolik madde miktarlarını tespit etmişlerdir. 11 çeşit domateste TPC miktarlarının 2.9-5.0 mg GAE/g arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Kibar (2019) soğukta ve raf ömrü koşullarında depolama süresince Diamentino domates çeşidinde hasat sonrası uygulamaların TPC miktarı üzerine etkisini incelemiştir. Soğukta depolamada %0.5, %1 ve %2 kitosan uyguladığı domateslerde 20. günün sonunda kontrol grubunun TPC miktarını 68.27 mg/g, %0.5 kitosan uygulamasının TPC miktarını 59.01 mg/g, %1 kitosanın TPC miktarını 59.14 mg/g ve %2 kitosanın TPC miktarını 60.74 mg/g raf ömrü koşullarında 20. günün sonunda kontrol grubunun TPC miktarını 51.11 mg/g, %0.5 kitosanın TPC miktarını 49.63 mg/g, %1 kitosanın TPC miktarını 43.95 mg/g ve %2 kitosanın TPC miktarını 44.20 mg/g olarak tespit etmiştir.

Vasco ve ark. (2008), Ekvador'dan temin ettikleri 17 adet meyveyi, toplam çözünür fenolik bileşik içeriği ve antioksidan kapasitesi açısından analiz etmiştir. Domateslerin TPC miktarlarını sırasıyla; mor-kırmızı ağaç domatesi için 81±29 mg GAE/100 g, altın sarısı ağaç domatesi için 81±13 mg GAE/100 g ve normal tipte çalı domatesi için 26±12 mg GAE/g olarak tespit etmişlerdir.

Elde etmiş olduğumuz TPC miktarlarının, yapılan çalışmalarda tespit edilen sonuçlarla tutarlılık gösterdiği görülmektedir.

4.13.8. Serbest radikali giderme aktivitesi (DPPH)

Tüm örnek gruplarına ait serbest radikali giderme aktivitesi (DPPH) miktarları değişimi Çizelge 4.26'da depolama süresinde değişimleri Şekil 4.25 ve Şekil 4.26'da gösterilmiştir. Çeri domateslerin DPPH miktarları 4 ^{o}C ve 25 ^{o}C depolamada ve farklı günlerde değişkenlik göstermiştir.

4 ^{o}C depolamada kontrol grubu için DPPH miktarları arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir ($p<0.01$). 7. ve 21. günde tüm uygulama grupları için DPPH miktarları

arasındaki fark önemsizdir ($p>0.01$). Tüm uygulama gruplarında DPPH miktarında 7. günde azalma, 14.günde artma ve 21.günde tekrar azalma eğilimi görülmüştür.

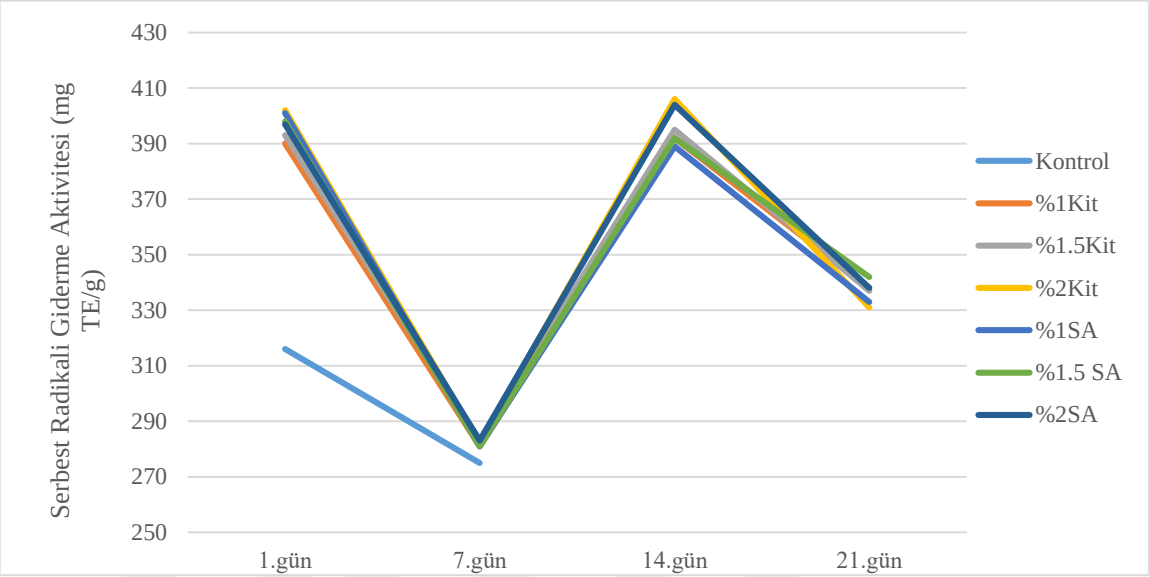
4 ºC'de en yüksek DPPH miktarı %2 KİT uygulamasında 406.43±5.84 mg TE/g KM (14.gün), en düşük DPPH miktarı %1 ve %1.5 SA uygulamalarında 281.00 mg KM TE/g (7. gün) olmuştur. 21.günde tüm gruplar arasında istatistiksel olarak fark görülmemiştir ($p>0.01$). %2 KİT ve %2 SA uygulamalarının DPPH aktivitesini artırmada daha etkili olduğu gözlemlenmiştir. Kaplama solüsyonlarında artan oranda kullanılan defne uçucu yağı DPPH aktivitesinin artmasında önemli rol oynamıştır.

25 ºC depolamada 7.günde %1 KİT hariç diğer uygulama gruplarının DPPH miktarları arasındaki fark önemsizdir ($p>0.01$). Kitosan uygulamarı için 1. ve 21. günlerde DPPH miktarları arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır ($p>0.01$). En düşük DPPH miktarı 282.07±3.66 mg TE/g KM, en yüksek DPPH miktarı 394.79±1.72 mg TE/g KM (14.gün)'dır. Kitosan uygulamaları arasında 7. günde azalma, 14. günde artma ve 21. günde tekrar azalma meydana gelmiştir.

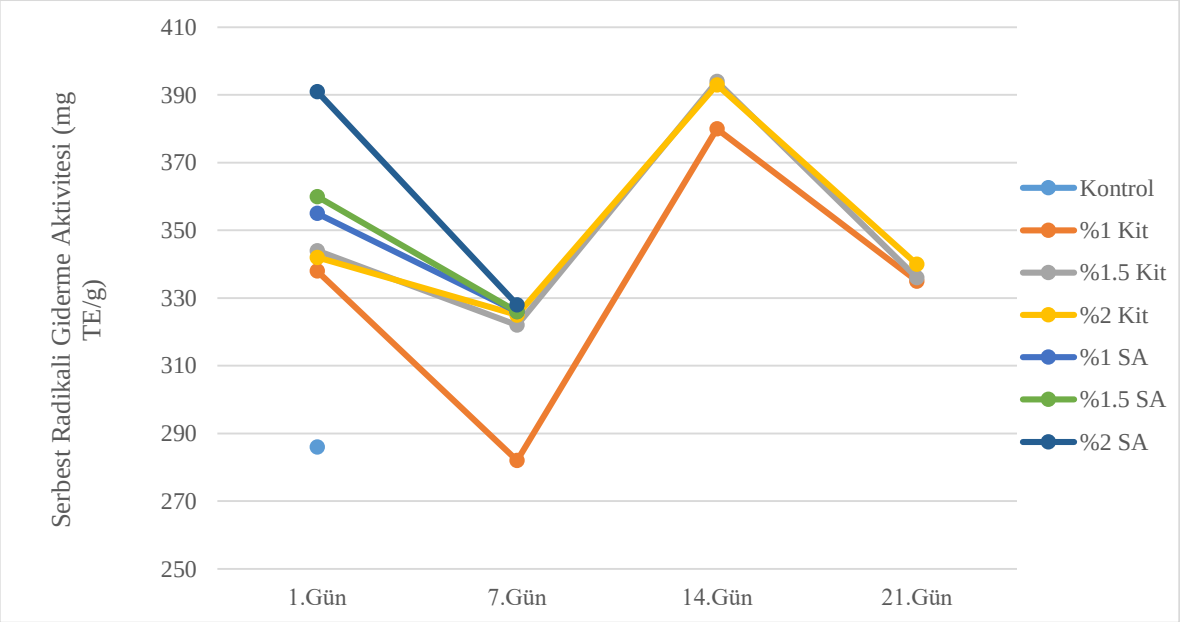
Çizelge 4. 26. Depolama süresinde domateste görülen DPPH (mg TE/g KM) değişimleri

	DPPH (mg TE/g KM)							
	4 ºC				25 ºC			
	1. Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün	1. Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün
Kontrol	316.51±0.02Ag	275.05±3.50Ba			286.77±3.65Be			
%1Kit	390.05±0.56Af	281.10±1.15Da	392.68±0.78Aab	338.25±1.87Ca	338.47±2.26Cd	282.07±3.66Db	380.05±2.82Bc	335.32±2.14Cc
%1.5Kit	393.21±3.02Ae	283.66±2.65Ea	395.32±2.98Aab	331.47±3.32Ca	344.26±2.92Bcd	322.39±2.92Da	394.79±1.72Aa	336.37±2.02BCa
%2Kit	402.16±3.04ABa	282.58±3.22Ea	406.43±5.84Aa	331.50±2.75CDa	342.16±2.00Ccd	325.68±0.41Da	393.74±0.88Bb	340.58±0.56Cb
%1SA	401.11±4.12Ab	281.00±3.25Da	389.42±3.66Ab	333.26±4.31Ca	355.31±3.73Bbc	326.08±5.78Ca		
%1.5SA	398.47±0.39Ac	281.00±4.76Da	392.03±5.91Aab	342.51±5.61Ca	360.87±0.76Bb	326.00±2.38Ca		
%2SA	397.95±0.00Ad	283.11±0.48Ca	404.75±4.69Aa	338.45±5.28Ba	391.14±3.65Aa	328.08±1.92Ba		

*A.B… harfleri aynı satırdaki günlere ait p<0.01 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir. *a.b… harfleri aynı sütundaki kontrol ve farklı konsantrasyonlarda hazırlanan film ve kaplama materyallerine ait p<0.01 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir.



Şekil 4.25. 4 °C'de depolanan örneklere ait serbest radikali giderme aktivitesi (mg TE/g KM) değişimi



Şekil 4.26. 25 °C'de depolanan örneklere ait serbest radikali giderme aktivitesi (mg TE/g KM) değişimi

Kitosan ve sodyum aljinat uygulamalarının 21. günde azalan antioksidan aktivitesi defne uçucu yağının uçuculuğunun dengesiz düzeni veya kaplamalar üzerindeki yetersiz miktarları ile ilişkili olabilmekte ve bu da verimsiz antioksidan aktivitesine yol

açabilmektedir. Azalan antioksidan aktivitesinin bir başka nedeni defne uçucu yağında bulunan fenoller ile domatesten elde edilen proteinler arasındaki fenolik-protein etkileşimlerinden kaynaklanıyor olabilmektedir. Amino grupları ile CH zincirlerindeki serbest hidroksil radikalleri reaksiyona girebilmektedir. 14. günde antioksidan aktivitesinin artmasının sebebi, uçucu yağın kitosan içinde hapsolarak depolama esnasında kontrollü salınım ile buharlaşma oranının azaltılması gerçeğiyle açıklanabilir. Erge (2007)'nin yapmış olduğu çalışmada, 2003 yılında hasat edilen domateslerde DPPH yöntemine göre en yüksek antioksidan aktivite 57.6±0.08 µmol TE/ 100 g (Kagome 77 cinsi domateste) ve en düşük antioksidan aktivite 44.2±0.95 µmol TE/ 100 g (UG 1802 cinsi domateste) olarak tespit edilmiştir.

İspanya'da yetişen 9 çeşit domatesin likopen, TPC miktarı ve antioksidan kapasitesinin belirlendiği bir çalışmada DPPH yöntemine göre anitoksidan aktiviteleri 0.58-3.50 µmol/l arasında değişim göstermiştir (Martinez-Valverde, 2002).

Vasco ve ark. (2008), Ekvador bölgesinden temin ettikleri 3 farklı türde domateste antioksidan kapasitesilerini mor-kırmızı domateste 4.2±1.0 µmol Trolox/g, altın sarısı domateste 2.6±0.4 µmol Trolox/g ve çalı domatesinde 0.8±0.3 µmol Trolox/g olarak tespit etmişlerdir.

Liu ve ark. (2011) domateslere farklı dozlarda UV-B irradyasyon yöntemi uygulamış ve 14 ^{o}C'de 37 gün boyunca depolamıştır. En düşük DPPH radikal inhibisyon yüzdesi %20.99±1.00, en yüksek inhibisyon yüzdesi %41.47±2.30 olarak tespit edilmiştir. İlk günden 21. güne kadar antioksidan aktivitesinde devamlı bir artma eğilimi varken, 21.günden sonra azalma ve sonra tekrar artma eğilimi göstermiştir.

Kirazlara farklı konsantrasyonlarda aljinat kaplama materyali uygulanan bir çalışmada, 2 ^{o}C'de 16 gün depolamada toplam antioksidan, kontrol grubunda 4.günde 35 mg/g'dan 8.günde 40 mg/g'a yükselmiş, 16.günün sonunda tekrar 35 mg/g'a gerilemiştir. Toplam antioksidan %1 aljinat uygulamasında ilk önce artmış, sonra azalmış ve daha sonra tekrar artarak 38 mg/g'a yükselmiştir. %3 aljinat uygulamasında toplam antioksidan devamlı artan bir eğilim izlemiştir. %5 aljinat uygulamasında da aynı %1 aljinattaki gibi önce

artan sonra azalan ve artan bir eğilim izlenmiştir. 20 ºC depolamada %5 aljinat uygulaması hariç diğer gruplar devamlı bir artış göstermiştir (Díaz-Mula ve ark., 2012). Zhou ve Yu (2006)'nin 38 farklı sebzede yapmış olduğu çalışmada, en yüksek antioksidan kapasitesine sahip sebze domates olmuştur. %86 inhibisyon yüzdesiyle diğer sebzelerin neredeyse iki katına çıkmıştır.

Arabpoor ve ark. (2021) tatlı kirazların raf ömrünü uzatmak için meyvelerin yüzeyini ince bir tabaka şeklinde çeşitli konsantrasyonlarda kapsüllenmiş boğa dikeni uçucu yağı ve kitosan ile kaplamış, 4 ◦C'de 21 gün boyunca depolamıştır. Fizikokimyasal özellikleri (ağırlık kaybı, pH, titre edilebilir asitlik, solunum hızı, sertlik, antioksidan aktivite ve toplam fenolik içerik) ve mikrobiyolojik özellikler değerlendirilmiştir. Artan konsantrasyon kaplama uygulamasıyla kirazların antioksidan aktivitesi daha yüksek seviyeye çıkmıştır. Kontrol grubunun antioksidan aktivitesi %52'den 21. günün sonunda %45'e gerilemiştir. Esansiyel yağ ve kitosan uygulaması yapılmış kirazlarda %48 olan antioksidan aktivitesi 21.günün sonunda %62'ye yükselmiştir. Fakat kitosan-esansiyel yağ uygulaması yapılmış grupların hepsinde artma-azalma eğiliminde devamlı dalgalanmalar görülmüştür.

Kibar (2019)'un domatesleri %0.5, %1 ve %2 konsantrasyonlarında kitosan ile kapladığı çalışmada, soğukta depolanan örneklerde toplam antioksidan aktivitesi 0.83 µmol/g'dan kontrol grubu için 6.64 µmol/g'a, kitosan uygulamaları için 4.65 µmol/g'a yükselmiştir. 21 ºC depolamada ise toplam antioksidan aktivitesi 0.83 µmol/g'dan kontrol grubu için 4.11 µmol/g'a, kitosan uygulamaları için 3.43 µmol/g'a yükselmiştir.

Yapılan çalışmalar doğrultusunda elde edilen sonuçlara göre. tespit ettiğimiz serbest radikali giderme aktiviteleri çok yüksek bulunmuştur. Defne uçucu yağının ve kaplama materyallerinin sahip olduğu antioksidan aktivitelerinin bu duruma sebep olduğu düşünülmektedir. Doğal antioksidanlar çok işlevli olduklarından dolayı tek bir test sistemi mekanizması üzerinden yorum yapmak doğru olmayabilir. Sistemi bileşimine ve oksidasyon kapasitesine bağlı olarak analiz yöntemleri de değişiklik göstermektedir (Liu ve ark., 2011). Bu nedenle toplam antioksidan kapasitesinde depolama sırasında meydana

gelen değişimleri gözlemlemek için diğer bir yöntem olan katyon radikali giderme aktivitesi (ABTS) sonuçları da değerlendirmeye alınmıştır.

4.13.9. Katyon radikali giderme aktivitesi (ABTS)

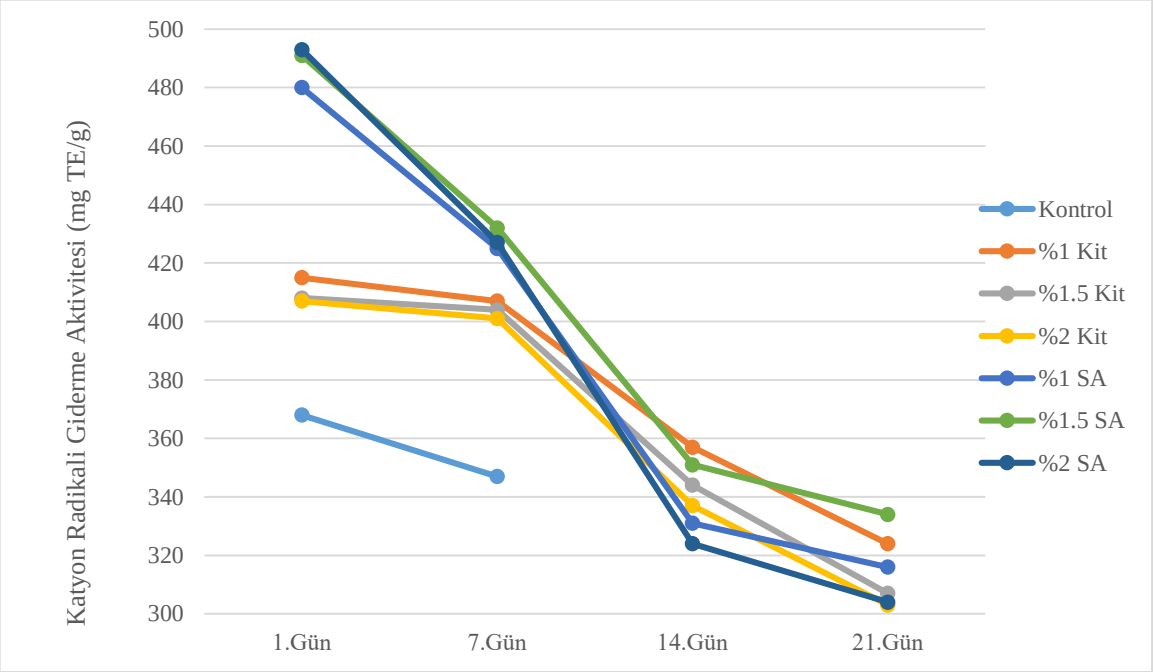
Tüm örnek gruplarına ait katyon radikali giderme aktivitesi (ABTS) miktarları değişimi Çizelge 4.27'de depolama süresinde değişimleri Şekil 4.27 ve Şekil 4.28'de gösterilmiştir. Çeri domateslerin ABTS miktarları 4 ^{o}C ve 25 ^{o}C depolamada ve farklı günlerde değişkenlik göstermiştir.

4 ^{o}C depolamada ABTS miktarları arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir ($p<0.01$). Uygulama grupları ve depolama günleri arasındaki interaksiyonlar önemli bulunmuştur. 1. gün kitosan uygulamaları ve sodyum aljinat uygulamaları arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur ($p>0.01$).

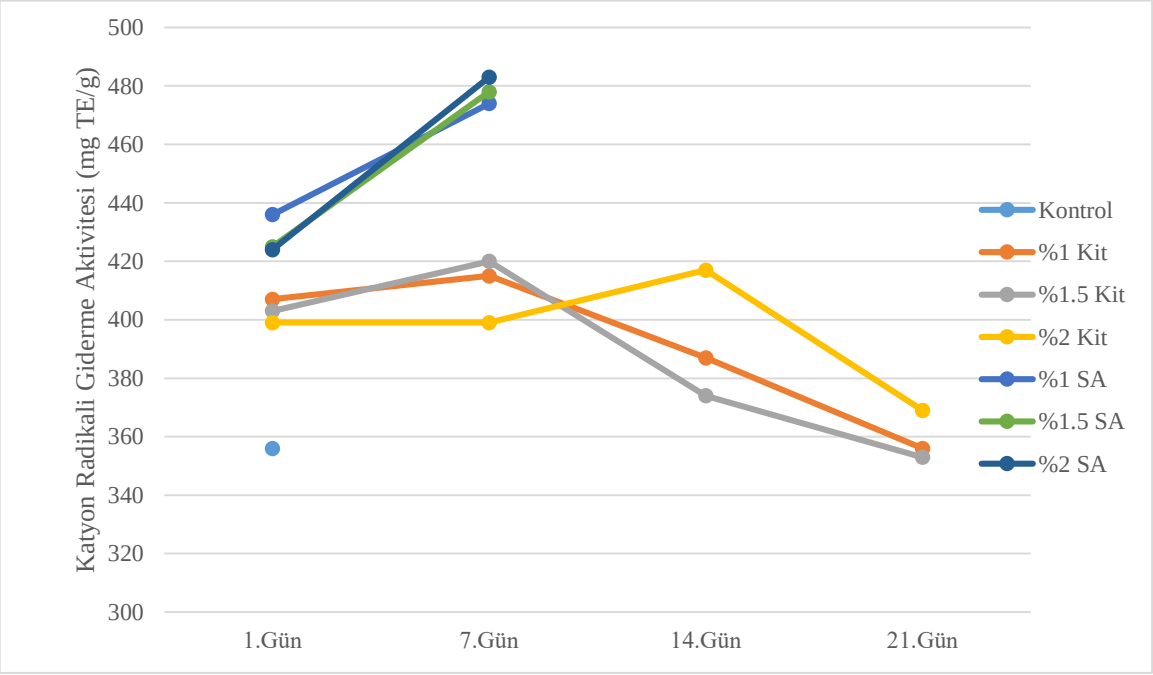
Çizelge 4.27. Depolama süresinde domateste görülen ABTS (mg TE/g KM) değişimleri

	ABTS (mg TE/g KM)							
	4 ºC				25 ºC			
	1. Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün	1. Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün
Kontrol	368.13±6.99Ac	347.80±5.25Ab			356.47±4.78Ag			
%1Kit	415.16±0.03Ab	407.80±2.66Bab	357.80±3.02Da	324.47±0.78Fb	407.80±0.02Bd	415.13±4.12Af	387.80±4.95Aa	356.47±3.22Ca
%1.5Kit	408.95±0.85Bb	404.47±0.76Cab	344.47±2.32Fc	307.80±3.02Gd	403.13±0.01Ce	420.47±0.53Ad	374.47±0.42Db	353.80±4.02Eb
%2Kit	407.95±4.15Bb	401.80±1.25BCab	337.80±1.66Fd	303.13±2.22Gf	399.13±4.10Cf	399.13±0.82Ae	417.80±2.01Dc	369.80±0.48Ec
%1SA	480.64±8.48Aa	425.80±2.66Ba	331.13±1.05Ce	316.47±1.46Cc	436.47±2.98Ba	474.47±5.12Ac		
%1.5SA	491.44±1.02Aa	432.47±1.03Ca	351.13±0.88Eb	334.47±0.64Fa	425.80±3.84Db	478.47±2.44Bb		
%2SA	493.45±0.35Aa	427.80±2.02Cab	324.47±0.05Ef	304.47±0.66Fe	424.47±1.12Dc	483.80±3.61Ba		

*A.B… harfleri aynı satırdaki günlere ait p<0.01 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir. *a.b… harfleri aynı sütundaki kontrol ve farklı konsantrasyonlarda hazırlanan film ve kaplama materyallerine ait p<0.01 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir.



Şekil 4.27. 4 °C'de depolanan örneklere ait katyon radikali giderme aktivitesi (mg TE/g KM) değişimi



Şekil 4.28. 25 °C'de depolanan örneklere ait katyon radikali giderme aktivitesi (mg TE/g KM) değişimi

7.günde de kitosan uygulamaları arasındaki fark önemsiz olarak tespit edilmiştir. 14 ve 21. günlerde tüm uygulama grupları arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir ($p<0.01$). Katyon radikali giderme aktivitesi (ABTS) bakımından sonuçlar devamlı olarak azalma eğilimi göstermiştir. En yüksek ABTS 493.45±0.35 mg TE/g KM ile %2 SA uygulamasında (1.günde), en düşük ABTS 303.13±2.22 mg TE/g KM ile %2 KİT uygulamasında (21.günde) tespit edilmiştir. Kitosan uygulamalarında daha kademeli bir düşüş olurken, sodyum aljinat uygulamalarında daha sert bir düşüş görülmüştür.

25 ^{o}C depolamada kontrol grubu için ABTS miktarları arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir ($p<0.01$). Uygulama grupları ve depolama günleri arasındaki interaksiyonlar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. 4 ^{o}C depolama sonuçlarından farklı olarak ABTS miktarları tüm uygulamalarda artma ve tekrar azalma eğiliminde olmuştur. En yüksek ABTS miktarı 7.günde 483.80±3.61 mg TE/g KM (%2 SA uygulamasında), en düşük ABTS miktarı 21.günde 353.80±4.02 mg TE/g KM (%1.5 KİT uygulamasında) tespit edilmiştir.

Erge (2007)'nin yapmış olduğu çalışmada en düşük antioksidan aktivitesi 48.33±4.33 µmol TE/ 100 g ve en yüksek antioksidan aktivitesi 118.30±10.5 µmol TE/ 100 g olarak bulunmuştur. Colorado'da 38 farklı sebzede yapılan çalışmalarda. 10 domates için ABTS kapasitesinin 5.4-20.9 µmol TE/g arasında değiştiği bildirilmiştir (Zhou ve Yu, 2006). 7 gün boyunca oda sıcaklığında saklanan domateslerin genel antioksidan aktivitesi, 14 gün boyunca düşük sıcaklıkta depolanan domateslerden önemli ölçüde daha düşük bulunmuştur. Oda sıcaklığında saklanan domateslerin antioksidan aktivitesi 7 günlük depolama süresince önemli bir farklılık göstermemiştir. Bu dönemde antioksidan aktivite 14.92-16.50 µmol TE/kg aralığında değişkenlik göstermiştir. 5 ve 12 ˚C'de depolanan domateslerin antioksidan aktivitesinde 2 haftalık depolama süresince önemli bir artış gözlenmiştir. 12 ˚C'de ilk 7 gün boyunca antioksidan aktivitedeki ortalama günlük artış oranı 0.537 µmol TE/kg. ardından 5 ˚C'de depolama için 0.953 µmol TE/kg olmuştur (Javanmardi ve Kubota, 2006).

Bulgularımız literatür çalışmalarıyla kıyaslandığında daha yüksek antioksidan kapasitelerinin olduğu görülmektedir. DPPH ve ABTS yöntemlerinde bulunan sonuçlar nicel bakımdan birbirine yakındır.

4.13.10. Kabuk rengi değerleri

Çeri domateslerde kabuk renginde meydana gelen değişimler L*, a^*, b^*, hue açı (h°) ve kroma (C*) değerleri ölçülerek belirlenmiştir.

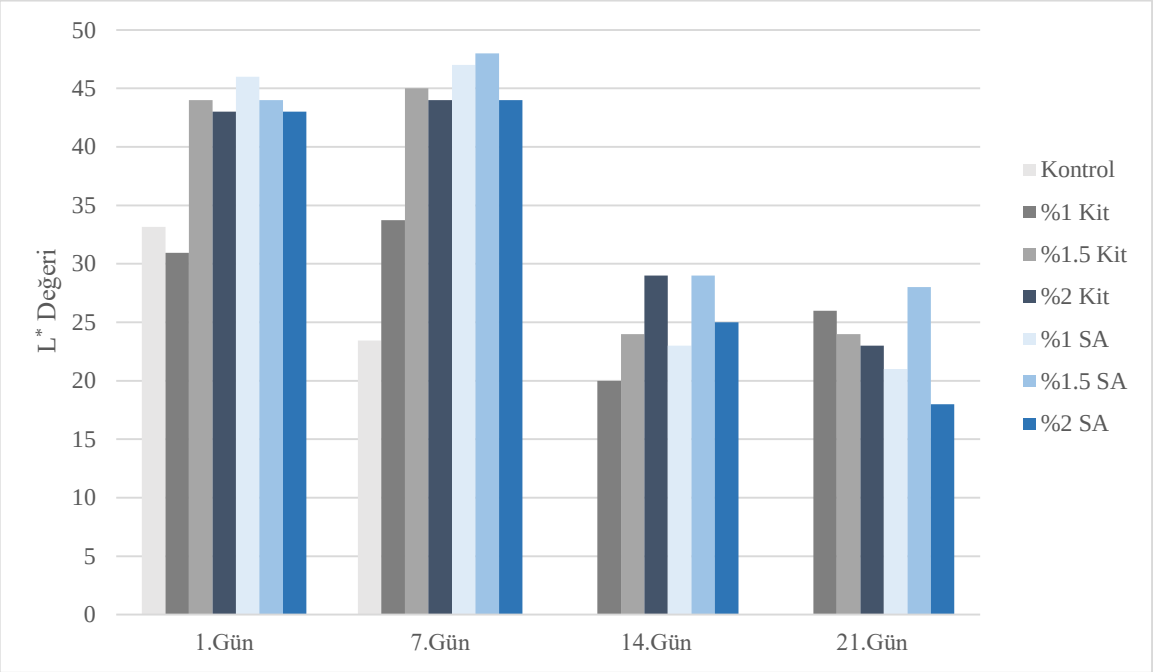
L^* Değeri

Tüm örnek gruplarına ait L* değerleri Çizelge 4.28'de ve depolama süresince L* değeri değişimleri Şekil 4.29 ve Şekil 4.30'da gösterilmiştir.

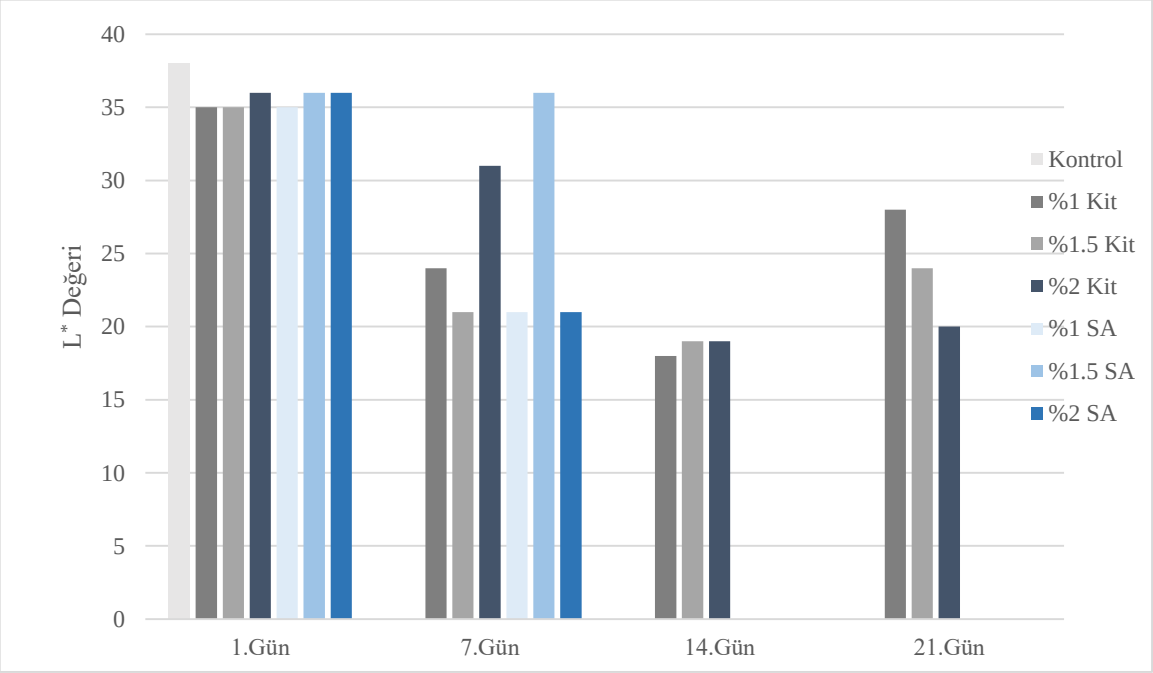
Çizelge 4. 28. Depolama süresinde domateste görülen L değeri değişimleri

L değeri								
	4 ºC				25 ºC			
	1. Gün	**7. Gün**	**14. Gün**	**21. Gün**	**1. Gün**	**7. Gün**	**14. Gün**	**21. Gün**
Kontrol	33.17±0.81Bab	23.44±3.60Aa			38. 64±1.74Ba			
%1Kit	30.93±0.73Fbc	33.72±0.86Ec	20.77±0.60Cc	26.99±1.03Bab	35.32±0.46Gb	24.05±4.80Db	18.44±1.34Aa	28.01±2.36Ba
%1.5Kit	44.56±1.11Eabc	45.17±2.41Dbc	24.39±1.32Bbc	24.50±3.35Cc	35.73±1.99Fab	21.71±1.87Cb	19.95±0.33Aa	24.91±0.55Bab
%2Kit	43.24±1.65Ec	44.63±3.25CDab	29.55±3.08ABab	23.09±4.35Dc	36.23±1.32Eab	31.86±2.87BCa	19.63±5.68Aa	20.03±1.63BCb
%1SA	46.75±0.27Ca	47.55±3.53Ba	23.60±5.41Aa	21.20±3.78Aa	35.27±1.60Cab	21.63±1.81Ba		
%1.5SA	44.50±0.67Cabc	48.43±1.44Ba	29.26±2.04Aab	28.24±2.10Aab	36.83±1.45Dab	36.62±1.26Bab		
%2SA	43.18±1.85Bc	44.65±6.22Aab	25.35±4.77Abc	18.65±5.50Abc	36.65±0.77Bab	21.64±1.47Aa		

*A.B… harfleri aynı satırdaki günlere ait p<0.01 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir. *a.b… harfleri aynı sütundaki kontrol ve farklı konsantrasyonlarda hazırlanan film ve kaplama materyallerine ait p<0.01 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir.



Şekil 4.29. 4 °C'de depolanan örneklere ait L* değerleri değişimi



Şekil 4.30. 25 °C'de depolanan örneklere ait L* değerleri değişimi

4 ºC ve 25 ºC depolamada L* değerleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir ($p<0.01$). 4 ºC'de 7.günde %1 ve %1.5 SA gruplarında istatistiksel açıdan fark görülmemiştir ($p>0.01$). L* değerlerinde tüm gruplar için dalgalanmalar söz konusu olmuştur. Tüm gruplarda artma-azalma şeklinde bir eğilim olmuştur. En düşük L* değeri 21.günde 18.65±5.50 (%2 SA grubunda) iken, en yüksek L* değeri 7.günde 48.43±1.44 (%1.5 SA grubunda) tespit edilmiştir. Kitosan ve sodyum aljinat uygulamaları birbirine yakın değerlere sahiptir.

25 ºC depolamada değişen günlere göre uygulama grupları arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir ($p<0.01$). 1. günde kontrol grubu hariç diğer gruplarda istatistiksel açıdan fark görülmemiştir ($p>0.01$). 14.günde kitosan uygulamalarında L* değerlerinde istatistiksel fark önemsiz olarak tespit edilmiştir ($p>0.01$). L* değerleri en düşük 18.44±1.34, en yüksek 38. 64±1.74 olarak bulunmuştur. 14. güne kadar L* değerlerinde artış görülürken, 14. günden sonra azalma eğilimi olmuştur.

L* değeri genel olarak rengin parlaklık veya matlık durumunu belirtmektedir. L* değeri 0-100 arasında bir skalada yer almaktadır. Değer 100'e doğru yaklaştığında parlaklığı arttığını. 0'a doğru yaklaştığında ise matlığı arttığını göstermektedir (Çalhan, 2008). Domateslerde kaliteyi etkileyen en önemli parametrelerden birisi parlaklıktır. Günlere göre L* değerinin azalması domatesin yüzeyinin matlaştığı anlamına gelmektedir.

Chen ve ark. (2009)'in çeri domateslere sodyum benzoat uygulaması yapmış ve 4 ºC ve 21 ºC'de 15 gün depolamıştır. 21 ºC'de kontrol grubunun L* değeri 35.66±1.48'dan 29.83±2.30'a gerilemiştir. Sodyum benzoat uygulanan grubun L* değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). 21 ºC'de kontrol ve sodyum benzoat uygulanan grupların L* değerleri arasındaki fark önemsiz olarak belirtilmiştir.
Kekik esansiyel yağlarını çeşitli konsantrasyonlarda (0.5, 1.0 ve 2.0 ml) içeren aljinat bazlı yenilebilir kaplamalarla işleme tabi tutulan taze kesilmiş papaya küplerinin 4 ºC'de 12 gün depolanarak kalitesinin ve raf ömrünün değerlendirildiği bir çalışmada, kontrol grubunun L* değeri 41.68 ± 0.50'dan devamlı azalma eğilimi göstererek 23.92±2.38'a gerilemiştir. %2 aljinat ve %1 kekik esansiyel yağının kullanıldığı grupta L* değeri 45.57±0.79'dan 28.51±1.06'a, %2 aljinat ve %2 kekik esansiyel yağının kullanıldığı

grupta ise L* değeri 46.79±0.97'den 23.69±1.11'e düşmüştür. Esansiyel yağ ve aljinatın konsantrasyonunun arttıkça meyvenin parlaklığının azaldığını belirtmişlerdir (Tabassum ve Khan, 2020).

Ceylan (2020)'de yaptığı çalışmada, biberiye ve adaçayı esansiyel yağlarını domateslere uygulamış ve renk değerlerindeki değişimi gözlemlemiştir. L* değerlerinin artan günlere göre azalma gösterdiğini ve depolama süresi arttıkça domatesin kabuğunda matlaşmanın olduğunu belirtmiştir. Soğukta depolamada en yüksek L* değeri 40.23 (biberiye 600 ppm uygulaması) iken, en düşük L* değeri 36.09 (30.günde kontrol grubunda) olmuştur.

Kitosan uygulaması yapılan gruplarımız için L* değerlerinin bu düzeyde azalması, kitosanın sarımsı rengi ile defne uçucu yağının açık sarımsı tonu arasındaki sinerjistik etkileşimlere bağlanabilir ve bu da meyvenin koyu görünümünü önemli ölçüde artırmaktadır. Ayrıca depolama sırasında L değerlerinin azalması domateslerin su kaybından da kaynaklanabilmektedir (Mohammadi ve Hosseini, 2015).

a* ve b* Değeri

Tüm örnek gruplarına ait a* değerleri Çizelge 4.29'da ve depolama süresince a* değeri değişimleri Şekil 4.31 ve Şekil 4.32'de gösterilmiştir.

4 ^{o}C depolamada kontrol ve %1 KİT, %1 SA, %1.5 SA ve %2 SA grupları için 1. ve 7. gün arasında. %1.5 KİT ve %2 KİT grupları için 7. ve 14.günde istatistiksel olarak fark önemsiz bulunmuştur ($p>0.01$). Günler kendi içlerinde değerlendirildiğinde 1.günde %2 KİT hariç diğer gruplar. 7.günde %2 SA hariç diğer gruplar, 14.günde %1.5 KİT ve %2 SA hariç diğer gruplar ve 21.günde tüm gruplar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsizdir ($p>0.01$). En düşük a* değeri 18.42±0.95 (14.günde), en yüksek a* değeri 37.45±0.59 (21.günde) tespit edilmiştir. Günler arasında a* değerinde önce azalma, 21. günün sonunda en yüksek değerlere ulaşmıştır.

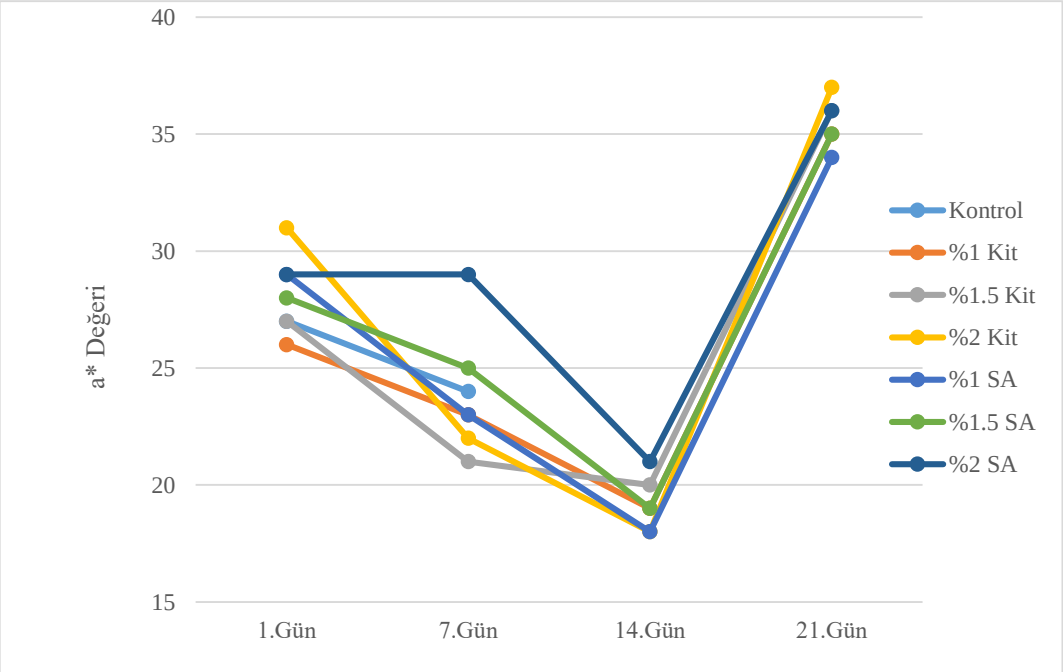
25 ^{o}C depolamada 1. ve 21. günler arasında uygulama grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.01$). Günler kendi içlerinde değerlendirildiğinde 1.gün için %1.5

KİT, %2 KİT, %1.5 SA ve %2 SA grupları arasındaki istatistiksel fark önemsizdir ($p>0.01$). a* değeri için 14. günde kitosan grupları arasındaki fark önemsiz olarak bulunmuştur ($p>0.01$). 4 ^{o}C depolama sıcaklığındaki a* değerinin 21. günde en yüksek değere ulaşmasının aksine, 25 ^{o}C depolamada en yüksek değerler 7. günde tespit edilmiştir. En düşük a* değeri 22.83±0.02, en yüksek a* değeri 40.25±0.62 olmuştur. Bulgularımızda elde ettiğimiz a* değerleri 18.42-40.25 arasında değişmektedir. 25 ^{o}C'de raf ömrü arttıkça a* değeri azalmış ve buna bağlı olarak da domateslerin kabuk renklerinde kırmızı rengin kaybı söz konusu olmuştur.

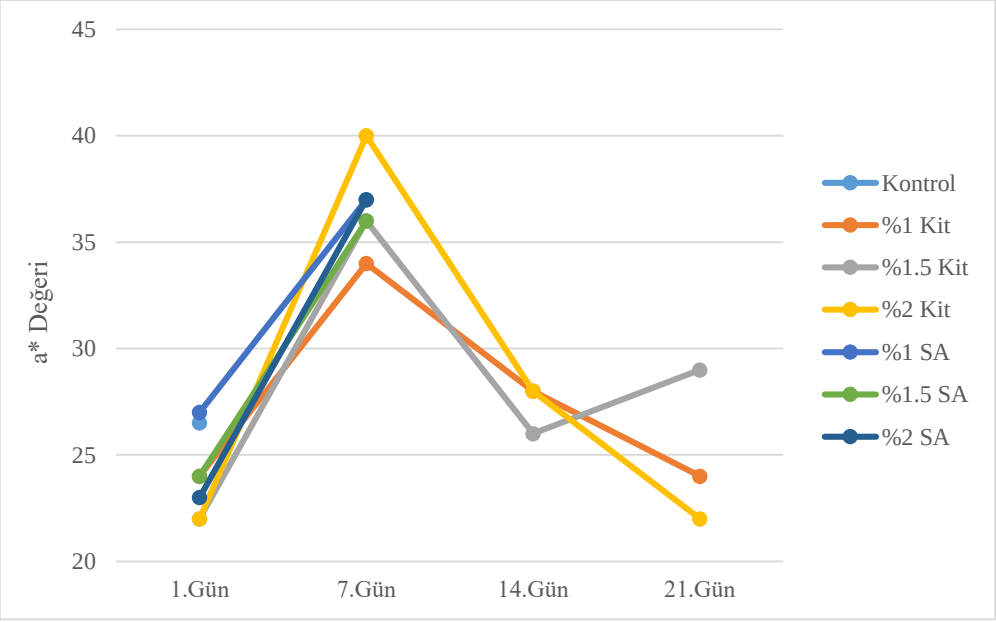
Çizelge 4. 29. Depolama süresinde domateste görülen a değeri değişimleri

a* değeri								
	4 ºC				25 ºC			
	1. Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün	1. Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün
Kontrol	27.31±1.63Aab	24.06±1.73Ab			26.51±2.07Aa			
%1Kit	26.78±1.46Db	23.45±1.26DEb	19.40±0.60Ebc	35.42±2.37Ca	24.43±2.11Dab	34.57±0.70Cc	28.95±0.32Ba	24.35±1.56Ab
%1.5Kit	27.99±0.98Dab	21.68±1.44Eb	20.68±1.01Eab	36.48±0.77Ca	22.90±2.19Eb	36.70±1.34Cbc	26.76±1.21Ba	29.29±0.77Aab
%2Kit	31.53±3.10Da	22.±1.6342Eb	18.42±0.95Ec	37.45±0.59CDa	22.83±0.02Eb	40.25±0.62Ca	28.96±1.30Ba	22.76±4.16Aa
%1SA	29.11±2.50Bab	23.94±1.05BCb	18.99±1.22Cbc	34.59±1.92Aa	27.18±1.56Ba	37.81±1.69Aab		
%1.5SA	28.26±1.50Bab	25.90±2.18Bab	19.43±0.44Cbc	35.57±0.45Aa	24.56±1.15Bab	36.92±0.27Abc		
%2SA	29.59±2.60Bab	29.82±4.09Ba	21.91±1.10Ca	36.70±1.52Aa	23.86±0.68Bab	37.34±0.52Aabc		

*A.B… harfleri aynı satırdaki günlere ait p<0.01 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir. *a.b… harfleri aynı sütundaki kontrol ve farklı konsantrasyonlarda hazırlanan film ve kaplama materyallerine ait p<0.01 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir



Şekil 4.31. 4 °C'de depolanan örneklere ait a* değerleri değişimi



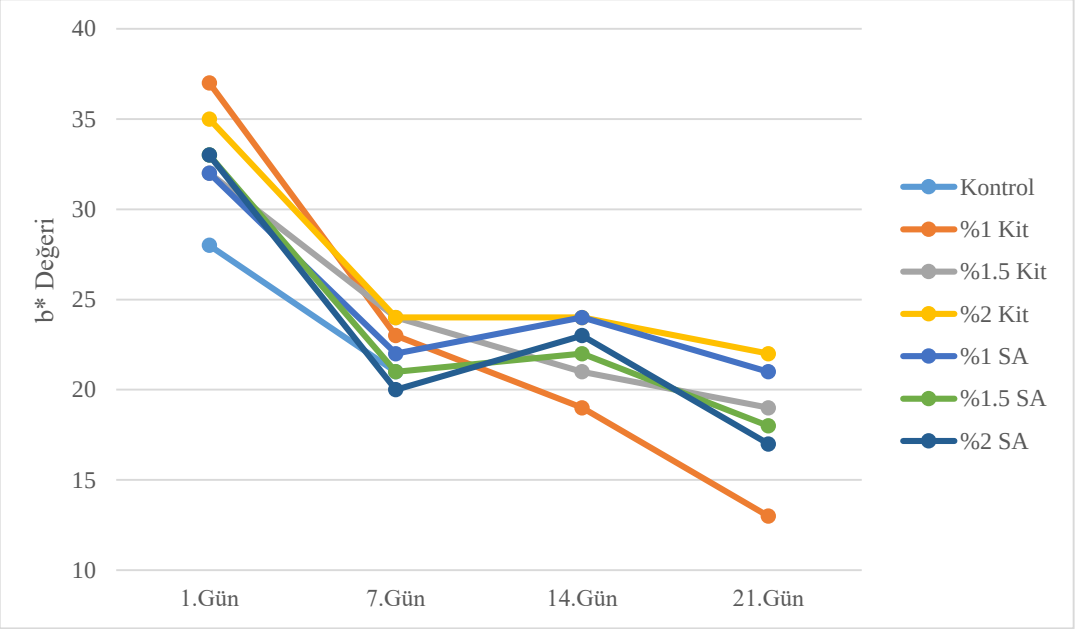
Şekil 4.32. 25 °C'de depolanan örneklere ait a* değerleri değişimi

Tüm örnek gruplarına ait b* değerleri Çizelge 4.30'da ve depolama süresince b* değeri değişimleri Şekil 4.33 ve Şekil 4.34'te gösterilmiştir.

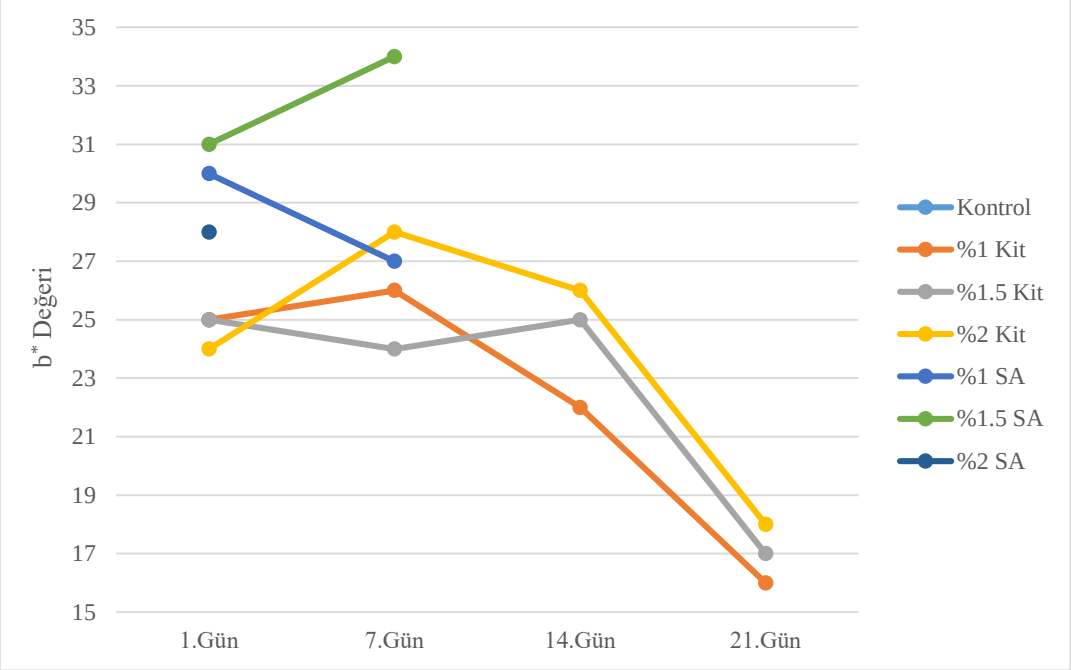
Çizelge 4.30. Depolama süresinde domateste görülen b değeri değişimleri

b Değeri								
	4 ºC				25 ºC			
	1. Gün	**7. Gün**	**14. Gün**	**21. Gün**	**1. Gün**	**7. Gün**	**14. Gün**	**21. Gün**
Kontrol	28.60±2.23Ab	21.07±2.29Aa			25.66±2.77Ab			
%1Kit	37.26±4.33Aa	23.69±0.52BCa	19.64±0.45BCDa	13.02±3.31Da	25.80±5.14Bab	26.52±2.88Bbc	22.98±0.59BCb	16.95±1.32CDa
%1.5Kit	32.73±1.86Aab	24.58±0.66BCa	21.01±1.59BCDa	19.81±1.10CDa	25.80±3.17Bab	24.14±2.53BCc	25.59±0.79Ba	17.45±1.64Da
%2Kit	35.32±2.76Aa	24.23±4.19BCa	24.27±4.48BCa	22.80±2.72BCa	24.59±1.38BCb	28.46±0.12Bbc	26.52±1.52Ba	18.44±0.25Ca
%1SA	32.74±1.18Aab	22.60±2.52Ca	24.41±1.43BCa	21.78±3.65Cab	30.40±0.96ABab	27.30±2.47ABCbc		
%1.5SA	33.23±0.64Aab	21.30±1.01Ba	22.13±1.79Ba	18.32±2.99Bab	31.63±1.80Aa	34.00±2.77Aa		
%2SA	33.00±1.76Aab	20.43±0.62CDa	23.36±1.04Ca	17.21±1.46Dab	28.74±1.61Bab	29.43±0.60ABab		

*A.B… harfleri aynı satırdaki günlere ait p<0.01 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir. *a.b… harfleri aynı sütundaki kontrol ve farklı konsantrasyonlarda hazırlanan film ve kaplama materyallerine ait p<0.01 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir.



Şekil 4.33. 4 °C'de depolanan örneklere ait b* değerleri değişimi



Şekil 4.34. 25 °C'de depolanan örneklere ait b* değerleri değişimi

4 ºC depolamada 1. 7 ve 14. günlerde tüm gruplar için b* değerleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur (p>0.01). 21. günde kitosan grupları kendi aralarında, sodyum aljinat grupları kendi aralarında b* değerinde fark göstermemiştir. Günler arasında b* değeri dalgalanmalar göstermiştir. En yüksek b* değeri 1. günde 37.26±4.33 iken, en düşük b* değeri 21. günde 13.02±3.31 olarak belirlenmiştir. Genel olarak b* değeri depolama süresinin sonunda azalmıştır.

25 ºC depolamada, b* değeri %2 SA grubu hariç diğer gruplar arasında fark göstermemiştir (p>0.01). 1 ve 14.günler arasında kitosan uygulamalarının b* değerleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır (p>0.01). b* değeri depolama süresine göre azalma eğilimi göstermiştir. En yüksek b* değeri 34.00±2.77, en düşük b* değeri 16.95±1.32 (21.günde)'dir.

Tiribolulu (2019) çeri domateslere aktif ambalajlama yaparak 4 ºC'de 32 gün depolamış ve renk değişimlerini gözlemlemiştir. 4 ºC'de kontrol grubunda 1. gün a* değeri 21.88±2.34 iken 32.gün 18.62±2.30'a azalmıştır. Etilen tutucu ile aktif ambalajlama yaptığı örneklerde 4 ºC'de a* değeri 21.88 ± 2.34 iken, 32.gün 21.11 ± 2.88'a çok az bir düşüş göstermiştir. 4 ºC'de kontrol grubunda 1. gün b* değeri 19.47±1.59 iken 32.gün 17.17±0.93 olmuştur. Etilen tutucu ile aktif ambalajlama yaptığı örneklerde 4 ºC'de b* değeri 19.47±1.59 iken, 32.gün 19.32±2.19'a çok az bir düşüş göstermiştir. Aktif paketlemenin çeri domateslerin renginin korumasında etkili bir yöntem olduğunu belirtmiştir.

Erge (2007)'nin farklı domates çeşitlerinde yaptığı renk analizlerinde, a* değerleri 18.15±0.51 ve 24.10±0.14 arasında, b* değerleri 11.67±0.88 ve 17.56±0.23 arasında değişim göstermiştir.

Farklı konsantrasyonlarda biberiye ve adaçayı esansiyel yağlarının domateslere uygulandığı bir çalışmada, 4 ºC ve 21 ºC sıcaklıklarda depolamada a* değerleri 30 günün sonunda azalış göstermiştir. 4 ºC'de en yüksek a^* değeri 23.62 ve en düşük a^* değeri 17.32 olarak bulunmuştur. 21 ºC'de en yüksek a^* değeri 20.70. en düşük a^* değeri 15.43 olarak tespit edilmiştir. Raf ömrü süresi arttıkça a^* değerlerinde azalma meydana gelmiştir. 4 ºC

ve 21 ^{o}C sıcaklıklarda depolamada b* değerleri 30 günün sonunda azalış göstermiştir. 4 ^{o}C'de en yüksek b* değeri 26.42 ve en düşük b* değeri 20.45 olarak bulunmuştur. 21 ^{o}C'de en yüksek b* değeri 21.10, en düşük b* değeri 17.17 olarak tespit edilmiştir. Muhafaza süresi arttıkça b* değerleri azalmıştır (Ceylan. 2019).

Chen ve ark. (2019). domateslere sodyum benzoat uygulamış ve 4 ^{o}C ve 21 ^{o}C sıcaklıklarda 15 gün boyunca depolamışlardır. 4 ^{o}C için a*ve b* değerlerinde istatistiksel açıdan fark yokken, 21 ^{o}C için istatistiksel olarak fark bulmuşlardır. En yüksek a* değeri 37.34 iken, en düşük a* değeri 33.38, en yüksek b* değeri 31.23 iken, en düşük b* değeri 23.92 olarak tespit edilmiştir.

Kekik esansiyel yağlarını çeşitli konsantrasyonlarda (0.5, 1.0 ve 2.0 ml) içeren aljinat bazlı yenilebilir kaplamalarla işleme tabi tutulan taze kesilmiş papaya küplerinin 4 ^{o}C'de 12 gün depolanarak kalitesinin ve raf ömrünün değerlendirildiği bir çalışmada, kontrol grubunun a* değeri 24.68±2.48'den 14.97±2.55'e, b* değeri 31.95±1.40'tan 21.52±0.61'e düzenli bir azalma göstermiştir. %2 aljinat ve %1 kekik esansiyel yağının kullanıldığı grupta a* değeri 23.37±1.28'den 18.09±0.50'ye, b* değeri 31.69±1.17'den 26.89±0.32'ye, %2 aljinat ve %2 kekik esansiyel yağının kullanıldığı grupta ise a* değeri 23.55±0.84'ten 17.92±0.52'ye, b* değeri 30.52±1.19'dan 25.07±0.66'ya düşmüştür. Esansiyel yağ ve aljinatın konsantrasyonunun arttıkça meyvenin parlaklığının azaldığını belirtmişlerdir (Tabassum ve Khan, 2020).

Znidarcic ve ark. (2010)'un yaptığı bir çalışmada domates meyveleri (Belle çeşidi) orta-kırmızı olgunluk aşamasında hasat edilmiş ve 28 güne kadar 5 ^{o}C ve 10 ^{o}C'de depolanmıştır. Orta-kırmızı olgunlaşma aşamasında başlangıç meyve renginin a* değeri 15.6'dır. Kabuktaki a değeri her iki sıcaklıkta da benzer bir seyir izlemiştir; meyveler olgunlaştıkça a* değeri artmıştır. Bu artışın sebebinin karotenlerin özellikle likopenlerin, depolama sırasında oksitlenmesine ve renginin yavaş yavaş parlak kırmızıdan koyu kahverengiye dönüşmesi olduğunu bildirmişlerdir. Meyvelerdeki renk değerlendirmesi, klorofildeki düşüşe ve karotenoid birikimindeki artışa karşılık gelmektedir. bu da kloroplastların kromoplastlara dönüşümünü yansıtmaktadır. Meyvelerin renk gelişme hızı olgunlaşma arttıkça artmaktadır.

Hue (h^o) açısı

h° açısı gözle algılanabilen renkleri tanımlamaktadır. Domateslerin depolama süresince olgunluğunun hangi düzeyde olduğunu göstermek için kullanılmaktadır. a^* ve b* değerinden farklı olarak kırmızıdan sarıya, maviden yeşile olan renk skalasında bulunan yerin açısal olarak ifade şeklidir (Çalhan, 2008). Domateslerin depolama sürecinde h° açısı, yeşil aşamada 115°, pembe-turuncu aşamada 61.8^o, açık kırmızı aşamada 48° ve kırmızı olgun aşamada 41.3° ve koyu kırmızı (aşırı olgun) aşamada 37° olmuştur (Cantwell, 2000).

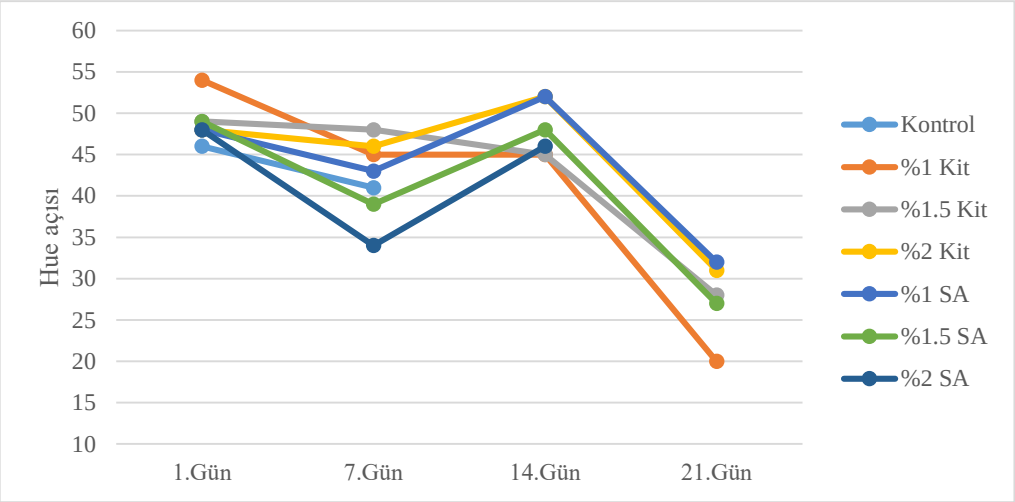
Tüm örnek gruplarına ait h° açısı değerleri Çizelge 4.31'de ve depolama süresince h° açısı değişimleri Şekil 4.35 ve Şekil 4.36'da gösterilmiştir.

4 ^{o}C depolamada günler kendi aralarında kıyaslandığında. istatistiksel açıdan önemli fark bulunmuştur ($p<0.01$). 1.günde %1 KİT grubu hariç diğer gruplar arasındaki fark önemsizdir ($p>0.01$). 7. ve 14.günde kitosan grupları kendi aralarında ve sodyum aljinat grupları kendi aralarında değerlendirildiğinde istatistiksel açıdan fark görülmemiştir. 21. günde %1.5 KİT, %2 KİT ve %1 SA grupları arasında. %1 KİT, %1.5 SA ve %2 SA grupları arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($p>0.01$).

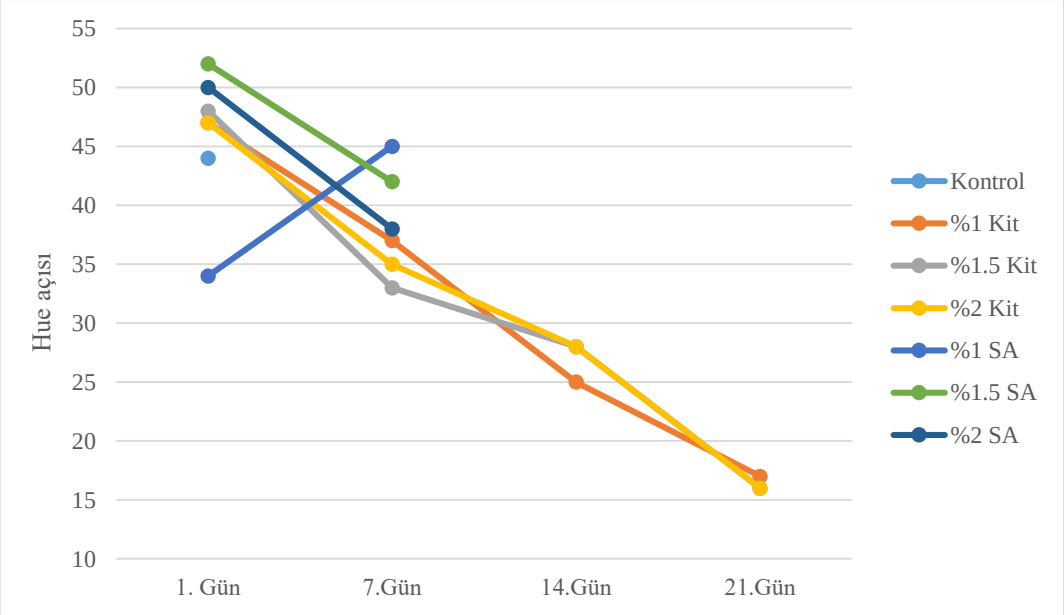
Çizelge 4.31. Depolama süresinde domateste görülen Hue açısı değişimleri

	Hue açısı							
	4 ºC				25 ºC			
	1. Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün	1. Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün
Kontrol	46.28±0.53Ab	41.18±4.86Aab			44.01±4.65Ab			
%1Kit	54.14±1.74Aa	45.33±2.15Ba	45.36±1.24Bb	20.15±4.93DEb	47.94±3.25ABab	37.37±2.74Cbc	25.15±0.69Db	17.33±1.30Ea
%1.5Kit	49.43±1.96Aab	48.64±3.60Aa	45.41±1.70Ab	28.50±5.40Ba	48.25±2.21Aab	33.23±0.69Bc	28.69±1.65Ba	16.41±1.81Ca
%2Kit	48.30±1.81Ab	46.87±4.53ABa	52.24±4.25Ab	31.22±2.82Ca	47.08±1.62Aab	35.27±0.57BCbc	28.45±1.96Ba	16.44±1.12Ca
%1SA	48.43±2.32Ab	43.21±2.94ABab	52.14±0.31Aab	32.12±5.53Ca	34.41±1.04Aab	45.26±2.88BCbc		
%1.5SA	49.65±1.47ABab	39.50±1.01Cab	48.61±2.64ABab	27.12±3.62Dab	52.12±2.72Aa	42.56±2.52BCa		
%2SA	48.19±1.48Ab	34.70±2.72Bb	46.83±2.62Ab	25.16±2.66Cab	50.26±1.90Aab	38.24±0.27Bab		

*A.B… harfleri aynı satırdaki günlere ait p<0.01 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir. *a.b… harfleri aynı sütundaki kontrol ve farklı konsantrasyonlarda hazırlanan film ve kaplama materyallerine ait p<0.01 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir.



Şekil 4.35. 4 °C'de depolanan örneklere ait Hue (h°) açısı değişimi



Şekil 4.36. 25 °C'de depolanan örneklere ait Hue (h°) açısı değişimi

1 ve 14.günler arasında dalgalanma şeklinde azalma ve artma varken, 21. günde h° açısı tüm gruplar için azalma eğilimi göstermiştir. En düşük h° açısı değeri 20.15±4.93° (21.gün), en yüksek h° açısı değeri 54.14±1.74° (21.gün) olmuştur.

25 °C depolamada günler kendi aralarında kıyaslandığında, istatistiksel olarak önemli fark vardır ($p<0.01$). 1. günde %2 SA grubu hariç diğer gruplar arasındaki istatistiksel

fark önemsizdir (p>0.01). 7. günde %1.5 ve %2 SA grupları hariç diğer gruplar arasındaki fark önemli bulunmamıştır. 21. günde kitosan gruplarında istatistiksel bakımdan fark önemli değildir (p>0.01). 1 ve 7.günde gruplar arasında h° açısında azalma-artma eğiliminde dalgalanmalar görülürken, 14 ve 21. günlerde devamlı azalma eğilimi tespit edilmiştir. En yüksek h° açısı değeri 52.12±2.72º (1.gün), en düşük h° açısı değeri 16.41±1.81º (21.gün) olmuştur.

Depolama sıcaklıkları kıyaslandığında, 25 ºC'deki düşüş 4 ºC'dekine göre daha fazla olmuştur. h° açısı değerlerinde azalmayı kısıtlayan gruplar %2 KİT ve %1 SA olmuştur. Tokatlı (2016), karides atıklarından kitosan elde etmiş ve bunlardan yenilebilir film kaplama üreterek kirazlara uygulamıştır. 4 ºC'de 25 gün ve 20 ºC'de 15 gün boyunca depoladığı kirazlarda tüm örnek gruplarında h° açısı değerinin keskin bir düşüş gösterdiğini bildirmiştir. 4ºC'de kitosan uygulaması için en düşük h° açısı değeri 10.60±2.52º (20.günde). en yüksek h° açısı değeri 47.58±2.32º (0.günde) olmuştur.

Arabpoor ve ark. (2021)'in kitosan ve boğa dikeni esansiyel yağı ile kapladığı kirazların raf ömrü çalışmasında, 1. günde CHNP-ECEO16 grubunun h° açısı değeri 46.19±0.11º iken 21. günde 25.08±0.09º'a gerilemiştir. CHNP-ECEO24 grubunun h° açısı değeri 1. günde 42.01±0.10º, 21. günde 30.63±0.07º olmuştur. CHNP, nanopartikül haline getirilmiş kitosanı temsil ederken, ECEO16 ve ECEO24 artan konsantrasyonlardaki esansiyel yağları temsil etmektedir. h° açısı değerinin depolama sırasında tatlı kirazlardaki renk değişimlerinin değerlendirilmesi için çok önemli bir parametre olduğunu vurgulanmıştır. Artan konsantrasyonda kullanılan esansiyel yağın h° açısı değerini azaltmada bariyer etkisi gösterdiği görülmüştür.

Pek ve Helyes (2010) olgunlaşma aşamalarının renk gelişimine etkisini inceledikleri çalışmada 15 ºC ve 30 ºC'de 7 gün boyunca domatesleri muhafaza etmişlerdir. 7 gün sonunda 15 ºC'de depolanan domateslerin h° açısı değeri 40.1±1.70º iken. 30 ºC'de depolanan domateslerin h° açısı değeri 45.0±1.24º olmuştur. Sıcaklık artışının domatesin olgunlaşma renginde önemli olduğunu bildirmişlerdir. Yedi domates çeşidinde yeşil, pembe ve olgunluk aşamalarındaki olgunlaşma sırasındaki bileşim değişikliklerinin incelendiği bir çalışmada. Castle Rock çeşidi domatesin h° açısı değeri yeşil haldeyken

−65.78±0.53º, pembe haldeyken 35.87±0.58º ve olgun kırmızı haldeyken 23.27±0.49º olmuştur. Olgun kırmızı halde en yüksek h° açısı değeri 31.10±0.64º olarak WIR-4285 çeşidinde görülmüştür (Kaur ve ark., 2006).

Elde edilen bulgular (25 ºC depolamada 21. gün elde edilen veriler hariç) literatürdeki sonuçlarla tutarlılık göstermiştir.

Kroma (C^*) değeri

Tüm örnek gruplarına ait C^* değerleri Çizelge 4.32'de ve depolama süresince C^* değerleri değişimleri Şekil 4.37 ve Şekil 4.38'de gösterilmiştir.

4 ºC depolamada kontrol grubunu için günler arasındaki istatistiksel fark önemlidir ($p<0.01$). 7. ve 14. günlerde gruplar arasındaki fark önemsiz olarak bulunmuştur ($p>0.01$). 1. günde %1 KİT ve %2 KİT gruplarında fark görülmemiştir. Ayrıca sodyum aljinat gruplarında da istatistiksel olarak fark yoktur ($p>0.01$). 7. ve 14. günler kendi aralarında değerlendirildiğinde uygulama grupları arasındaki fark önemsizdir ($p>0.01$). C^* değerleri depolama süresi arttıkça düzenli bir şekilde azalmıştır. En yüksek C^* değeri (37.62±4.32) 1.günde %1 KİT uygulamasında olmuştur. En düşük C^* değeri (14.38±3.02) 21. günde yine %1 KİT uygulamasındadır. Uygulama grupları karşılaştırıldığında C^* değerlerinde keskin düşüşler görülmemiştir.

Depolama sıcaklıkları karşılaştırıldığında kitosan grupları için 1.günden 14.güne kadar C^* değerleri arasında istatistiksel açıdan önemli fark görülmemiştir. Depolama süresi arttıkça C^* değerleri düzenli bir şekilde azalma göstermiştir. En yüksek C^* değeri 34.55±2.73 iken, en düşük C^* değeri 18.49±1.22 olmuştur.

Arias ve ark. (2000), domatesleri (*Lycopersicon esculentum cv. Laura*) olgunlaşma evresine göre ayrıştırarak renk değişim değerlerini incelemiştir. Domatesleri açık kırmızı halden yumuşak yoğun kırmızıya doğru sıralamıştır. C^* değerleri açık kırmızı domateslerde 37.640, kırmzıda 35.722, sert yoğun kırmızıda 35.93, yumuşak yoğun kırmızıda 36.343 olarak ölçülmüştür. C^* değerleri domateslerin olgunlaşma aşamaları ile

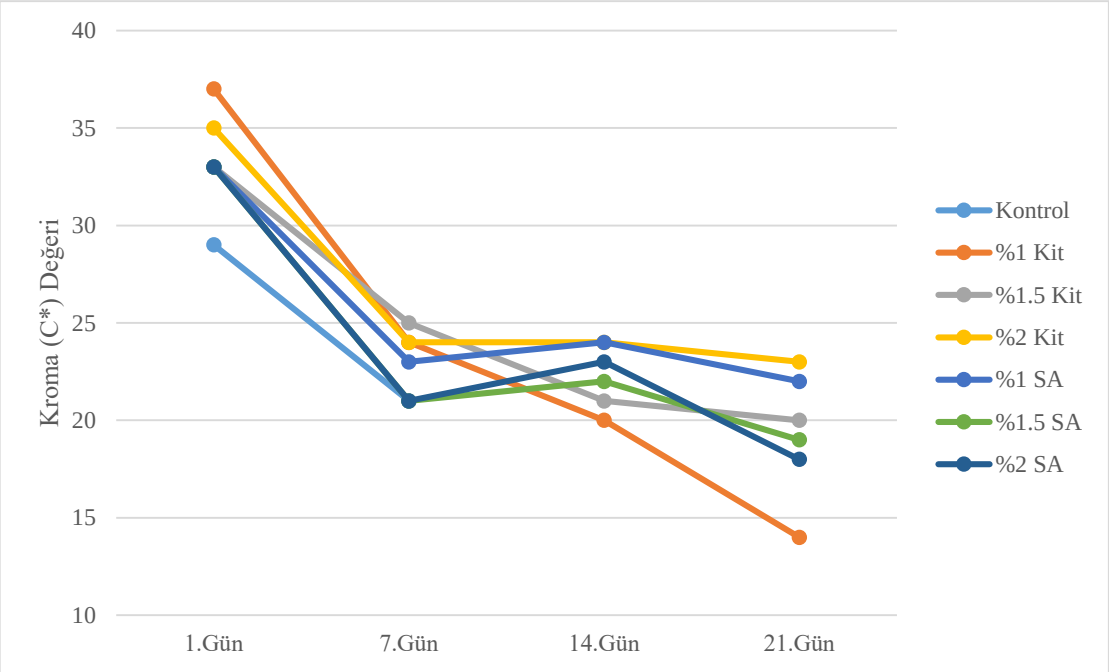
iyi bir korelasyon göstermemiştir. Likopen konsantrasyonunun C^* değerleriyle bağlantılı olduğu vurgulanmıştır.

Radzevičius ve ark. (2009), dört çeşit ('Neris', 'Svara','Vytėnų didieji', 'Jurgiai') ve bir melez ('Vaisa') olan domateslerin olgunlaşma aşamalarındaki renk değişim değerlerini incelemişlerdir. Olgunlaşma sürecinde domatesin meyve rengi koyulaşmış ve kırmızı/yeşil renk oranı artmıştır. C^* değeri domates renginin yeşilden açık kırmızıya doğru değişmesiyle artmış, daha sonra kırmızı meyve aşamasında azalmış. ancak hibrit 'Vaisa'nın kroması tüm olgunlaşma aşamalarında artmıştır. Tespit edilen en düşük C^* değeri 24, en yüksek C^* değeri 40 olmuştur.

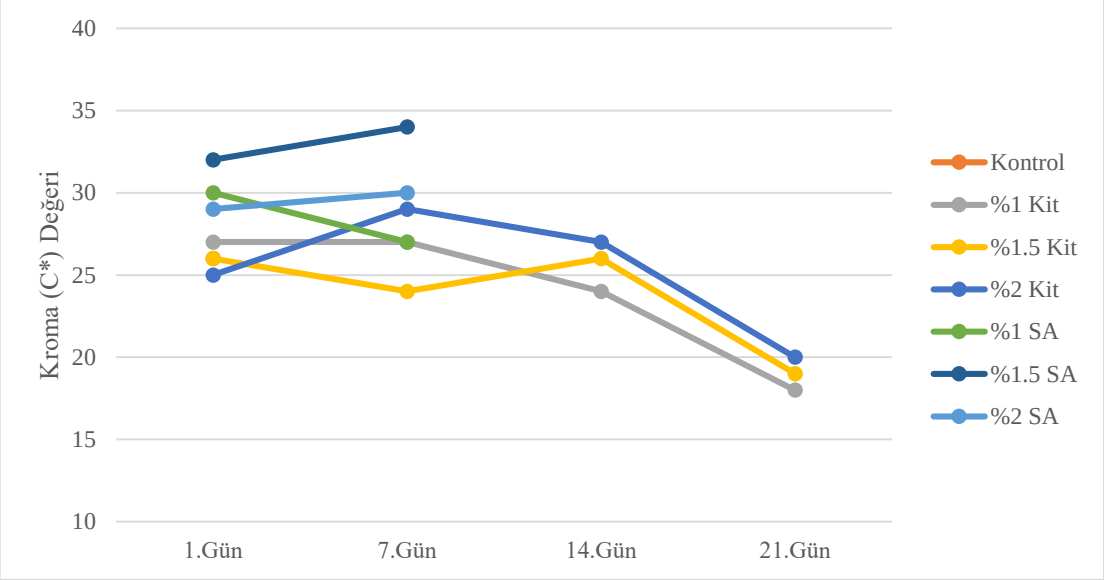
Çizelge 4.32. Depolama süresinde domateste görülen Kroma değeri değişimleri

	Kroma Değeri							
	4 ºC				25 ºC			
	1. Gün	**7. Gün**	**14. Gün**	**21. Gün**	**1. Gün**	**7. Gün**	**14. Gün**	**21. Gün**
Kontrol	29.07±2.23Ab	21.64±2.20Ba			26.18±2.70ABb			
%1Kit	37.62±4.32Aa	24.18±0.48BCa	20.13±0.44BCDa	14.38±3.02Dab	27.90±5.10Bab	27.17±2.82Bbc	24.03±0.56BCb	18.49±1.22CDa
%1.5Kit	33.16±1.85Aab	25.02±0.66BCa	21.50±1.53BCDa	20.71±1.05CDa	26.25±3.10Bab	24.89±2.48BCc	26.49±0.78Ba	19.09±1.50Da
%2Kit	35.77±2.76Aa	24.70±4.13BCa	24.66±4.42BCa	23.61±2.63BCa	25.05±1.36BCb	29.16±0.11ABbc	27.43±1.45BCa	20.07±0.22Ca
%1SA	33.18±1.18Aab	23.13±2.48Ca	24.80±1.44BCa	22.58±3.50Ca	30.84±0.97ABab	27.99±2.41ABCbc		
%1.5SA	33.66±0.65Aab	21.90±1.04Ba	22.56±1.76Ba	19.29±2.85Bab	32.01±1.77Aa	34.55±2.73Aa		
%2SA	33.44±1.78Aab	21.15±0.70CDa	23.83±1.00Ca	18.25±1.35Dab	29.16±1.59Bab	30.05±0.60ABab		

*A.B… harfleri aynı satırdaki günlere ait p<0.01 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir. *a.b… harfleri aynı sütundaki kontrol ve farklı konsantrasyonlarda hazırlanan film ve kaplama materyallerine ait p<0.01 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir.



Şekil 4.37. 4 °C'de depolanan örneklere ait Kroma (C^*) değeri değişimi



Şekil 4.38. 25 °C'de depolanan örneklere ait Kroma (C^*) değeri değişimi

Kibar (2019) depolama süresinin artmasıyla domateslerin C* değerlerinde azalma görmüştür. En yüksek C^* değeri 28.18 iken, en düşük C^* değeri 24.13 olmuştur. 21 °C'de depolanan domateslerde ilerleyen günlerle birlikte C* değerinde azalma görülmüştür. Soğuk havada depolamanın C^* değerini daha az bir şekilde düşürdüğü tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen veriler, bulgularımızla birbirini doğrular niteliktedir.

4.13.11. Mikrobiyolojik özellikler

4.13.11.1. Toplam bakteri sayısı

Toplam psikrofil aerobik bakteri sayımı (TPAB): Tüm örnek gruplarına ait toplam psikrofil aerobik bakteri sayısı (TPAB) Çizelge 4.33'te gösterilmiştir.

4 ^{o}C ve 25 ^{o}C sıcaklıklarında depolamada kontrol grubu. kitosan ve sodyum aljinat kaplaması yapılmış gruplarda toplam psikrofil aerobik bakteri sayısı tespit edilebilir düzeyin altında (<1 log kob/g) bulunmuştur.

Moreira ve ark. (2011), kitosan yenilebilir kaplamasının soğukta muhafaza edilen brokolinin mikrobiyolojik ve duyusal kalitesi üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Kitosanla kaplanmış örnekler, kaplanmamış örneklere göre psikrofilik sayımda önemli bir azalma göstermiştir. Depolamanın başlangıcından 10. gününe kitosan uygulanmış örneklerde herhangi bir bakteriyel üreme gözlenmemiştir. 20 günlük depolama sonucunda kitosan kaplaması yapılmış örneklerde psikrofilik sayımlar. depolamanın sonuna kadar kontrol grubuna göre 1.2-1.5 log kob/g daha düşük kalmıştır.

Çizelge 4.33. Toplam psikrofilik bakteri sayısı (log kob/g)

Gruplar	4°C				25 ^{o}C			
	1.Gün	7.Gün	14.Gün	21.Gün	1.Gün	7.Gün	14.Gün	21.Gün
Kontrol	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
%1 KİT	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
%1.5 KİT	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
%2 KİT	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
%1 SA	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
%1.5 SA	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
%2 SA	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

Buendia-Moreno ve ark. (2019) yaptığı çalışmada kaplama yapılmış grubun 2.günde psikrofilik bakteri sayısı 3.7±0.2 log kob/g iken, 24.günde 5.3±0.3 log kob/g'a yükselmiştir. Kontrol grubunun ise 4.9±0.2 log kob/g'dan 5.1±0.8 log kob/g'a yükselmiştir. Kaplama materyalinin psikrofilik bakteri inhibisyonunda etkili olmadığı belirtilmiştir.

Toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı (TMAB):

Tüm örnek gruplarına ait toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı (TMAB) Çizelge 4.34'te gösterilmiştir.

4 ºC ve 25 ºC sıcaklıklarında depolama süresi ve uygulama grupları arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.01$). 4 ºC depolamada 1.günde toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı tespit edilebilir düzeyin altında kalmış. 7.günde 3.14±0.14 log kob/g'a yükselmiştir.

Çizelge 4.34. Toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı (log kob/g)

Toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı (log kob/g)								
	4 ºC				25 ºC			
	1. Gün	**7. Gün**	**14. Gün**	**21. Gün**	**1. Gün**	**7. Gün**	**14. Gün**	**21. Gün**
Kontrol	<2Ba	3.14±0.14Aa			<2Ba			
%1Kit	<2Dab	<2CDab	<2Ba	2.30±0.02Aa	<2CDab	<2Ca	2.06±0.02Ba	2.57±0.04Aa
%1.5Kit	<2Dab	<2CDab	<2Ba	2.32±0.02Aa	<2CDab	<2Ca	2.12±0.04Ba	2.57±0.04Aa
%2Kit	<2Dab	<2CDab	<2Ba	2.30±0.03Aa	<2CDab	<2Ca	2.00±0.02Ba	2.57±0.04Aa
%1SA	<2Bc	<2Bb	<2Aa	2.37±0.07Aa	<2Bc	<2Bb		
%1.5SA	<2Cbc	<2Cb	<2Ba	2.38±0.11Aa	<2Cbc	<2Cb		
%2SA	<2Bc	<2Bb	<2Aa	2.37±0.05Aa	<2Bc	<2Bb		

*A.B… harfleri aynı satırdaki günlere ait $p<0.01$ seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir.
*a.b… harfleri aynı sütundaki kontrol ve farklı konsantrasyonlarda hazırlanan film ve kaplama materyallerine ait $p<0.01$ seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir.

Tüm kaplama grupları için 4 ºC depolamada 14.güne kadar toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı tespit edilebilir düzeyde değildir. 21. günde tüm gruplarda TMAB sayısı bu düzeyin üzerine çıkmıştır. fakat istatistiksel açıdan önemsiz olarak tespit edilmiştir.

25 ºC depolamada 1. ve 7.günde tüm gruplarda TMAB sayısı tespit edilebilir düzeyin altında kalmıştır. Sodyum aljinat grubu 12.günde tamamen küflendiği ve deforme olduğu için analizi sonlandırılmıştır. Kitosan gruplarının TMAB sayısı 14. günden sonra artarak. 21. gün sonunda 2.57±0.04 log kob/g'a yükselmiştir. Kitosan grupları arasında 21. günde istatistiksel olarak fark önemsiz olarak kabul edilmiştir ($p>0.01$).

Kitosan uygulamasının mezofilik bakteri gelişimini engellemede etkili olduğu görülmüştür. En yüksek TMAB sayısı 3.14±0.14 log kob/g olarak 7.günde kontrol grubunda tespit edilmiştir. Kaplama grubunda en yüksek TMAB sayısı 2.57±0.04 log kob/g'dır.

Elde edilen bulgular 4 ºC'de sodyum aljinat ve kitosan uygulamasının, 25 ºC'de ise kitosan uygulamasının çeri domatesler üzerinde antimikrobiyal etkisinin olduğunu göstermektedir.

Bir çalışmada doğal antimikrobiyal kekik esansiyel yağı içeren bir polivinil alkol (PVA) filminin çeri domatesteki mikrobiyal büyümeyi azaltmak için aktif bir paketleme uygulaması olarak etkinliği araştırılmıştır. 4 ºC'de 7 gün boyunca depolanan domateslerin toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı %3 esansiyel yağ ve polivinil alkol içeren grupta 0.günde 5.3±0.3 log kob/g'dan 7.günün sonunda 2.7±0.4 log kob/g'a düşmüştür. Kontrol grubunda ise 7.günün sonunda 4.5±0.7 log kob/g'a gerilemiştir. 22 ºC depolamada 7. günde kaplama yapılmış grupta mezofilik bakteri sayısı 2.1±0.5 log kob/g'a azalmıştır (Kwon ve ark., 2017).

Buendia-Moreno ve ark. (2019), çeri domateslerde 2.günde kontrol grubunun toplam mezofilik bakteri sayısının 4.8±0.6 log kob/g'dan 24.gün sonunda 5.3±0.6 log kob/g'a, kaplama materyali uygulanmış grubun ise 4.3±0.2 log kob/g'dan 5.3±0.4 log kob/g'a yükseldiğini bildirmişlerdir. Kaplama işleminin mezofilik bakterileri inhibe etmede etkili olmadığı belirtilmiştir.

Taze çilekte, *Mentha spicata* esansiyel yağı (%0.1 ve %0.2) içeren karboksimetil selüloz ve kitosan kaplamaların, raf ömrü ve kalite üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada,

taze çileklerdeki başlangıç mezofilik bakteri sayısı 2.86 log kob/g olarak bulunmuştur. Kontrol ve kaplama yapılmış örneklerin hepsinde bakteri sayısı depolama süresiyle artmıştır. Fakat kontrol örneklerinin değerleri, kaplama yapılmış örneklerin bakteri sayısına göre daha hızlı bir şekilde artmıştır. 12 gün depolamadan sonra kaplama yapılmış örneklerin toplam mezofilik bakteri sayısı 4.73 log kob/g'a yükselmiştir (Shahbazi, 2018).

Peralta-Ruiz ve ark. (2020) kitosan ve sedef otu esansiyel yağ kaplamalarının 12 gün boyunca düşük sıcaklıkta (4 ◦C) depolanan "Chonto" cinsi domatesin hasat sonrası kalitesi üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Kontrol grubunun 0.günde mezofilik bakteri sayısı 3.14±0.15 log kob/g'dan, 12.günde 6.96±0.44 log kob/g'a, %1 kitosan-sedef otu esansiyel yağı kaplanmış domateslerde 3.günde mezofilik bakteri sayısı 1.71±0.21 log kob/g'dan 12.günde 2.88±0.09 log kob/g'a yükselmiştir. Kaplama materyalinin mezofilik bakteri sayısını azaltmada çok etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Won ve ark. (2017), greyfurt çekirdeği ekstraktı (GSE) içeren kitosan bazlı kaplama geliştirmiş ve kiraz domateslerin mikrobiyal gelişmeden korumak ve raf ömrünü arttırmak için kullanmışlardır. 0. günde kaplanmamış numuneler için toplam mezofilik bakteri sayısı 2.9±0.1 log kob/g iken, kitosan ve GSE-kitosan kaplı örnekler için olanlar tespit edilebilir düzeyin altında bulunmuştur.

Ruelas-Chacon ve ark (2017) Roma domatesini guar gamı ile kaplayarak 22 ^{o}C'de 20 gün depolamışlar ve çeşitli kalite özellikleri üzerindeki etkinliğini araştırmışlardır. Kaplanmamış domateslerde mezofilik bakteri sayısı 0.gün 480 kob/g iken 20.gün 1460 kob/g kaplanmış domateslerin mezofilik bakteri sayısı ise 0.gün 480 kob/g iken 20.gün 960 kob/g olmuştur.

Meyvelerin solunum hızı arttıkça mikroorganizmaların gelişebilmesi için besin varlığı gibi koşullar göz önüne alındığında meyvenin bozulması da artmaktadır. Yenilebilir film kaplamaların sağladığı koruyucu etki domatesin kalitesini etkileyen mikroorganizmaların gelişim hızını azaltmaktadır. Çünkü kaplama materyali gazlar ve diğer maddelere karşı bir bariyer görevi görmektedir (Ruelas-Chacon ve ark., 2017).

4.13.11.2. Maya ve küf sayısı

Kontrol ve kaplama uygulanmış gruplara ait toplam maya ve küf sayıları Çizelge 4.35'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.35. Toplam maya ve küf sayısı (log kob/g)

Toplam maya ve küf sayısı (log kob/g)								
	4 ºC				25 ºC			
	1. Gün	**7. Gün**	**14. Gün**	**21. Gün**	**1. Gün**	**7. Gün**	**14. Gün**	**21. Gün**
Kontrol	<2Aa	4.12±0.12Bb			<2Aa			
%1Kit	<2Da	<2Da	<2Cbc	<2Bc	<2Da	<2Dd	<2Da	2.28±0.05Aa
%1.5Kit	<2Da	<2Da	<2Cc	<2Bc	<2Da	<2Dd	<2Bb	2.19±0.24Aa
%2Kit	<2Da	<2Da	<2Cc	<2Bc	<2Da	<2Dd	<2Db	<2Ab
%1SA	<2Ca	<2Ca	<2Bab	3.05±0.09Aa	<2Ca	<2Bc		
%1.5SA	<2Da	<2Da	<2Cabc	2.46±0.10Ab	<2Da	<2Ba		
%2SA	<2Da	<2Da	<2Ca	2.38±0.03Ab	<2Da	<2Bb		

*A.B… harfleri aynı satırdaki günlere ait p<0.01 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir. *a.b… harfleri aynı sütundaki kontrol ve farklı konsantrasyonlarda hazırlanan film ve kaplama materyallerine ait p<0.01 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir.

4 ºC depolamada 1. ve 7.günde uygulama grupları arasında istatistiksel açıdan fark bulunmamıştır (p>0.01). 1. 7 ve 14. günlerde toplam maya ve küf sayısı tespit edilebilir düzeyin altında kalmıştır. 7. günde kontrol grubunun toplam maya ve küf sayısı 4.12±0.12 log kob/g, 21. günde kitosan uygulaması olan gruplar tespit edilebilir düzeyin altındayken. sodyum aljinat uygulaması olan gruplarda en yüksek toplam maya ve küf sayısı 3.05±0.09 log kob/g olmuştur. %1.5 ve %2 SA arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (p>0.01). 12. günde kontrol grubu küflendiği için analizi sonlandırılmıştır. Toplam maya ve küf sayısı 6.58±0.11 log kob/g olarak tespit edilmiştir.

25 ºC depolamada 1. günde kontrol ve uygulama yapılan gruplar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır (p>0.01). 5. günde kontrol grubu küflendiği ve yüzeysel deformasyonlar olduğu için analizi sonlandırılmıştır. toplam maya ve küf sayısı 7.15±0.09 log kob/g olmuştur. 1, 7 ve 14. günlerde kaplama yapılan grupların toplam maya ve küf sayısı tespit edilebilir düzeyin altındadır. 21. günde sadece kitosan grupları analize alınmış ve toplam maya ve küf sayısı en yüksek %1 KİT grubunda tespit edilmiştir (2.28±0.05 log kob/g).

Yenilebilir kinoa proteini/kitosan filmlerine kekik (timol) uçucu yağı ilave edilmiş ve çeri domateslere uygulanarak bu kaplama materyalinin domatesteki antifungal etkisi incelenmiştir. Sadece timol esansiyel yağı uygulanmış domateslerin toplam maya ve küf

sayısı 0. günde yaklaşık 4 log kob/cm^2 iken, 7. günde yaklaşık 7 log kob/cm^2, timol esansiyel yağı ve kinoa proteini/kitosan film ile kaplanmış domateslerin toplam maya ve küf sayısı 0. günde yaklaşık 3 log kob/cm^2 iken, 7. günde yaklaşık 5 logkob/cm^2 olmuştur (Robledoa ve ark., 2018).

Kwon ve ark. (2017), polivinil alkol ve kekik esansiyel yağı ile kaplanmış domateslerde, 4 ºC'de 7 gün boyunca depolanan domateslerin toplam maya ve küf sayısı, %3 esansiyel yağ ve polivinil alkol içeren grupta 0.günde 3.8±0.1 log kob/g'dan 7.günün sonunda 1.3±0.00 log kob/g'a düşmüştür. Kontrol grubunda ise 7.günün sonunda 2.7±0.3 log kob/g'a gerilemiştir.

Buendia-Moreno ve ark. (2019), siklodekstrin, karvakrol, kekik ve tarçın esansiyel yağıyla uygulama yaptıkları çeri domateslerde toplam küf ve maya sayımı yapmışlardır. Kontrol grubunda küf sayısı 0.gün 1.3±0.6'dan 24.günün sonunda 4.3±0.1'e, kaplama uygulaması yapılmış grupta küf sayısı 0.gün 1.3±0.6'dan 24.günün sonunda 4.5±0.1'e yükselmiştir. İstatistiksel açıdan küf sayısında kontrol ve kaplama yapılmış gruplar arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Maya sayısı kontrol ve kaplama yapılmış gruplarda sırasıyla 2.0±0.6 log kob/g'dan 4.2±0.3 log kob/g ve 3.4±0.1 log kob/g'a yükselmiştir.

4.13.12.1. Disk difüzyon yöntemi

Defne uçucu yağı ve kaplama solüsyonlarında yapılan disk difüzyon yöntemine göre inhibisyon zonu çapları Çizelge 4.36'da gösterilmiştir. Bakteri gruplarına karşı oluşan zon çapları görünümleri EK 16. 17. 18 ve 19'da verilmiştir. Tüm bakteri grupları ve kaplama uygulamaları arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli düzeyde bulunmuştur ($p<0.05$). Kitosan solüsyonları *E.coli* türünde antibakteriyel etki göstermemiştir. Diğer yandan sodyum aljinat solüsyonları *Salmonella* spp. hariç diğer bakteri gruplarında etkili olmuştur. En yüksek inhibisyon zonu çapı 23.00±0.6 mm ile defne uçucu yağında iken, en düşük inhibisyon zonu çapı 8.00±0.1 mm ile yine defne uçucu yağında tespit edilmiştir. *Salmonella* spp. bakteri türünde hiçbir uygulama grubu antibakteriyel etki göstermemiştir. %1 ve %2 KİT uygulaması da hiçbir bakteri türünde etkili olmamıştır.

Kitosan nanopartikülleri (CNP) iyonik jelasyon yoluyla sentezlendikten sonra farklı konsantrasyonlarda CNP (%0, 5, 10, 15 ve 20) içeren nişasta bazlı nanokompozit filmlerin hazırlanmasında kullanılmıştır. Nişasta/CNP filmlerinin antimikrobiyal özellikleri disk difüzyon analizi yoluyla değerlendirildiğinde, artan konsantrasyondaki kaplama maddesiyle birlikte (%0'dan %20'ye artış) *S.aureus* ve *B.cereus* bakterilerinin inhibisyon bölgesi alanının artmasına neden olmuştur. *E. coli* ve *S. typhi* bakterilerine karşı kaplama materyali antimikrobiyal özellik göstermemiştir (Shapiil ve ark., 2019). Biberiye, adaçayı, melisa, lavanta, yabani kekik ve nane esansiyel yağlarının *S. aureus, B. cereus* ve *E. coli* bakterilerine karşı antimikrobiyal etkilerinin incelendiği bir çalışmada disk difüzyon metodu ile inhibisyon zon çapları belirlenmiştir. *S. aureus* için inhibisyon çapı en yüksek 27.9±0.6 mm (yabani kekik esansiyel yağında) ve en düşük 22.0±0.6 mm (melisa bitkisi esansiyel yağında), *B. cereus* için en yüksek inhibisyon çapı 29.9±0.5 mm (nane esansiyel yağında) ve en düşük 26.1±1.3 mm (lavanta esansiyel yağında), E. coli için en yüksek inhibisyon çapı 23.2±1.2 mm (yabani kekik esansiyel yağında) ve en düşük 16.3±0.3 mm (lavanta esansiyel yağında) olarak bulunmuştur (Hussain ve ark., 2011).
Nafis ve ark. (2020) defne esansiyel yağının *S. aureus, B. subtilis* ve *E. coli* bakterilerine karşı geliştirdiği antimikrobiyal etki zon çapı bakımından sırasıyla 10, 14 ve 9 mm olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.36. Defne uçucu yağı ve kaplama solüsyonlarının inhibisyon zonu çapları (mm)

İnhibisyon zonu çapları (mm)							
	Defne	**%1 Kit**	**%1.5 Kit**	**%2 Kit**	**%1 SA**	**%1.5 SA**	**%2 SA**
E. coli	23.00 ± 0.6^{Aa}	TE	TE	TE	8.00 ± 0.5^{Cb}	12.00 ± 0.4^{Bb}	8.00 ± 0.8^{Ca}
S. aureus	8.00 ± 0.1^{Db}	TE	21.00 ± 1.2^{Aa}	TE	20.00 ± 1.2^{Ba}	11.00 ± 0.1^{Cc}	8.00 ± 0.4^{Da}
B. cereus	TE	TE	10.00 ± 0.8^{Cb}	TE	TE	16.00 ± 1.0^{Aa}	TE
Salmonella	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE

*A.B… harfleri aynı satırdaki günlere ait $p<0.05$ seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir. *a.b… harfleri aynı sütundaki kontrol ve farklı konsantrasyonlarda hazırlanan film ve kaplama materyallerine ait $p<0.05$ seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir.

Çizelge 4.37. Defne uçucu yağı ve kaplama solüsyonlarının minimum inhibisyon konsantrasyonları (MIC) (mg/ml) ve minimum bakterisidal konsantrasyonları (MBC)(mg/ml)

Minimum İnhibisyon ve Bakterisidal Konsantrasyonları (MIC) ve (MBC) (mg/ml)														
Test mikroorganizmaları	**Defne uçucu yağı**		**%1 KİT**		**%1.5 KİT**		**%2 KİT**		**%1 SA**		**%1.5 SA**		**%2 SA**	
	MIC	MBC	MIC	MBC	MIC	MBC	MIC	MBC	MIC	MBC	MIC	MBC	MIC	MBC
E .coli	1.56	3.125	12.5	50	12.5	100	25	50	25	25	25	50	25	TE
S. aureus	6.25	50	3.125	25	6.25	50	6.25	TE	25	TE	25	TE	25	TE
B. cereus	100	TE	100	TE	100	TE	100	TE	12.5	TE	12.5	TE	12.5	TE

Tomar ve ark. (2020) defne (*Laurus nobilis* L.) yaprağı esansiyel yağının patojen bakteriler üzerindeki antibakteriyel etkisini araştırmışlardır. *Laurus nobilis* esansiyel yağının gıda ve su patojenleri üzerindeki antimikrobiyal etkisinde disk difüzyon metodunda elde edilen zon çapları sırasıyla *Escherichia coli* O:157 H:7 için 27.1±1.15 mm, *Staphylococcus aureus* için 23.1±1.57 mm, *Salmonella pullorum* için 25.2±1.48 mm ve *Bacillus cereus* için 17.2±1.16 mm olarak tespit edilmiştir.

Tunus'un iki farklı bölgesinden temin edilen *L. nobilis* L. esansiyel yağlarının klinik *Staphylococcus aureus* suşuna karşı antibakteriyel aktivitelerinin araştırıldığı bir çalışmada, Gafsa defne esansiyel yağının inhibisyon zon çapı 7.75±0.35 mm iken Sousse defne esansiyel yağının inhibisyon zon çapı 10.5±0.71 mm olarak tespit edilmiştir (Merghni ve ark., 2015).

Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan biberiye, defne ve fesleğen esansiyel yağlarında çeşitli bakteri türlerine karşı antimikrobiyal etkisinin araştırıldığı başka bir çalışmada, 1/2 konsantrasyonda hazırlanan defne esansiyel yağından elde edilen inhibisyon zon çapları *S. aureus,* E. *coli* ve *Salmonella* spp. için sırasıyla 9.1, 11.5 ve 14.1, 1/4 konsantrasyonda hazırlanan defne esansiyel yağından elde edilen inhibisyon zon çapları *S. aureus, E. coli* ve *Salmonella* spp. için sırasıyla 8.3, 11.3 ve 11.5, 1/8 konsantrasyonda hazırlanan defne esansiyel yağından elde edilen inhibisyon zon çapları *S. aureus, E. coli* ve *Salmonella* spp. için sırasıyla 7.4, 11.0 ve 10.8 olarak bulunmuştur (Ouibrahim ve ark., 2013).

4.13.12.2. 96 kuyucuklu plaka ile mikrodilüsyon yöntemi

Defne uçucu yağının ve kitosan-sodyum aljinat solüsyonlarının antibakteriyel aktiviteleri. 4 çeşit bakteriye karşı mikrodilüsyon yöntemiyle test edilmiştir. Çizelge 4.37. minimum inhibisyon (MIC) ve minimum bakterisidal (MBC) konsantrasyon değerlerini göstermektedir. EK 20, 21. ve 22'de 96 kuyucuklu plaka ve bakterilerin TSA'ya ekim yapılmış halinin fotoğrafları görülmektedir.

96 kuyucukta *Salmonella* spp. için tüm kuyucuklarda bulanıklık gözlemlenmiştir. Bundan dolayı besiyerine ekim yapılmamıştır.

Defne uçucu yağı. kitosan ve sodyum aljinat uygulamalarının *E.coli* için MIC değerleri sırasıyla defne uçucu yağı için 1.56 mg/ml (1:64), %1 KİT için 12.5 mg/ml (1:8), %1.5 KİT için 12.5 mg/ml (1:8), %2 KİT için 25 mg/ml (1:4), %1, 1.5 ve 2 SA için 25 mg/ml (1:4); *S. aureus* için MIC değerleri sırasıyla defne uçucu yağı için 6.25 mg/ml (1:16), %1 KİT için 3.125 mg/ml (1:32), %1.5 KİT için 6.25 mg/ml (1:16), %1 ve %1.5 SA için 25 mg/ml (1:4); *B.cereus* için MIC değerleri sırasıyla defne uçucu yağı için 100 mg/ml (1:1), %1, 1.5 ve 2 KİT için 100 mg/ml (1:1), %1 ve %1.5 SA için 12.5 mg/ml (1:8) olarak tespit edilmiştir.

Defne uçucu yağı. kitosan ve sodyum aljinat uygulamalarının *E.coli için* MBC değerleri sırasıyla defne uçucu yağı için 3.125 mg/ml (1:32), %1 KİT için 50 mg/ml (1:2), %1.5 KİT için 100 mg/ml (1:1), %2 KİT için 50 mg/ml (1:2), %1 SA için 25 mg/ml (1:4), %1.5 SA için 50 mg/ml (1:2); *S. aureus* için MIC değerleri sırasıyla defne uçucu yağı için 50 mg/ml (1:2), %1 KİT için 25 mg/ml (1:4), %1.5 KİT için 50 mg/ml (1:2) olarak tespit edilmiştir. *B.cereus* için üreme gözlemlendiği için değerlerdirmeye alınmamıştır.

Tomar ve ark. (2020), defne yaprağı esansiyel yağında çeşitli bakteri türlerine karşı minimum inhibisyon katsayılarını (MIC) belirlemişlerdir. *Escherichia coli* O:157 H:7, *Staphylococcus aureus, Salmonella pullorum* ve *Basillus cereus* için MIC değerleri sırasıyla 0.75±0.03, 0.75±0.02, 0.37±0.04 ve 0.75±0.06 mg/l olarak bulunmuştur.

Tunus'ta iki farklı bölgeden temin edilen defne yaprağı esansiyel yağlarının S. *aureus*'a göre tespit edilen MIC değerleri sırasıyla, Gafsa cinsi için 31.25 mg/ml ve Sousse cinsi için 31.25 mg/ml olmuştur (Merghni ve ark., 2015). Morocco'dan temin edilen defne yaprağı esansiyel yağının *S. aureus, B. subtilis* ve *E. coli* bakterilerine karşı gösterdikleri antimikrobiyal aktivitenin MIC değerleri sırasıyla; 5.55, 1.39 ve 22.5 mg/ml olarak tespit edilmiştir (Nafis ve ark., 2020).

Laurus nobilis L. (*Lauraceae*) bitkisinden elde edilen uçucu yağ. tohum yağı ve tohum yağının metanolik ekstraktının in vitro antimikrobiyal aktivitelerini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, uçucu yağda *S. aureus, E. coli* ve *S. typhi* mikroorganizmaları için MIC değerleri sırasıyla 3, 4 ve 1.5 mg/ml, tohum yağının metanolik ekstraktında *S.*

aureus, E. coli ve *S. typhi* mikroorganizmaları için MIC değerleri sırasıyla 11.33, NA ve NA mg/ml, tohum yağında *S. aureus, E. coli* ve *S. typhi* mikroorganizmaları için MIC değerleri sırasıyla 8.66, NA ve NA mg/ml olarak bulunmuştur (Ozcan ve ark., 2010). Chmit ve ark. (2014), *Laurus nobilis* esansiyel yağında MIC değerleri belirlemişlerdir. Buna göre *S. aureus* ve *E. coli* için MIC değerleri sırasıyla <%90 ve <%90 olmuştur.

Kullanılan defne uçucu yağı ve kaplama solüsyonlarının MIC ve MBC değerleri literatürdeki bulgulara göre değişiklik göstermektedir. Bu da konsantrasyon farkından. uçucu yağın kompozisyonlarındaki farklılıklardan. defne yaprağının yetiştiği lokasyondan. kitosan ve sodyum aljinatların konsantrasyonlarının farklı olmasından kaynaklanmaktadır.

4.13.13. Duyusal Özellikler

4.13.13.1 Dış görünüm

Dış görünüm değerlendirmesi. 6 panelist tarafından 1-9 skalası kullanılarak yapılmıştır. 5 ve üzerinde puan alan gruplar pazarlanabilir olarak kabul edilmiştir. Farklı kaplama materyallerinin ve farklı depolama sıcaklıklarının çeri domateslerin duyusal özelliklerine etkisi Çizelge 4.38 ve Çizelge 4.39'da verilmiştir. Duyusal nitelikler olarak dış görünüm (renk, parlaklık, doku) ve koku değerlendirilmiştir.

Dış görünüm değerlendirmelerinde tüm gruplarda azalma meydana gelmiştir. 4 ^{o}C'de kitosan uygulanan domatesler 21 gün boyunca dış görünüm bakımından kabul edilebilirken, sodyum aljinat grubunun kabul edilebilirliği 14.günden sonra sonlanmıştır. Toplam küf ve maya sayım,. renk analizi ve ağırlık kaybı bu sonucu desteklemektedir. 25 ^{o}C'de kitosan uygulanan domateslerin (%2 KİT grubu hariç) kabul edilebilirliği 21 gün sürerken, sodyum aljinat uygulamasının kabul edilebilirliği 7. günden sonra bitmiştir. Soğukta depolamanın 1. gününde panelistler tarafından verilen ortalama puan en yüksek 9.0 iken depolama süresinin sonuna doğru azalarak en düşük 4.17 olmuştur. Oda koşullarında depolamada 1. günde en yüksek puan 9.0 iken, 21.günün sonunda en düşük

puan 4.0 olmuştur. Günler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Kitosan uygulaması yapılan çeri domateslerin 4 ^{o}C'de 21 gün boyunca depolanması pazarlama açısından kabul edilebilir düzeyde olmuştur.

Ruelas-Chacon ve ark. (2017), guar gam ile kapladıkları domateslerde yaptıkları duyusal analizlerde, yenilebilir kaplama kullanımının domateslerin kabul edilebilirliğini etkilediğini tespit etmişlerdir. Dış görünüm bakımından en yüksek puan 8.5 iken en düşük puan 7 olmuştur. Guerra ve ark. (2015), nane uçucu yağı ve kitosan ile kapladıkları ve 12 gün boyunca depoladıkları çeri domateslerde. kaplanmış ve kaplanmamış meyve grupları. test edilen tüm duyusal parametreler için "biraz beğenildi" veya "orta derecede beğenildi" kategorilerinde puanlar almıştır. Panelistlerden tüm gruplar için kiraz domates meyvesini satın alma niyetlerini ve değerlendirilen depolama sürelerini belirtmeleri istendiğinde, yanıtlar genellikle "muhtemelen satın alınır" şeklinde olmuştur.

Çizelge 4.38. Çeri domateslerin depolama süresince duyusal özelliklerindeki (dış görünüm) değişmeler

	Dış görünüm							
	4 ºC				25 ºC			
	1. Gün	**7. Gün**	**14. Gün**	**21. Gün**	**1. Gün**	**7. Gün**	**14. Gün**	**21. Gün**
Kontrol	9.00±0.00Aa	8.33±0.47Bab			8.83±0.37ABa			
%1Kit	9.00±0.00Aa	9.00±0.00Aa	8.33±0.75ABa	6.00±1.00Db	9.00±0.00Aa	7.67±0.75BCa	6.83±0.37CDa	4.83±0.90Da
%1.5Kit	9.00±0.00Aa	9.00±0.00Aa	8.00±0.82Bab	7.67±0.47BCa	9.00±0.00Aa	7.50±0.50BCa	7.00±0.58Ca	4.33±0.75Dab
%2Kit	9.00±0.00Aa	8.83±0.37Aa	8.00±0.82Aab	6.50±0.76Bab	9.00±0.00Aa	8.00±0.82Aa	6.50±1.12Ba	4.00±0.82bC
%1SA	8.83±0.37Aa	7.67±0.47Bb	7.00±0.00Bc	4.50±0.76Dc	9.00±0.00Aa	6.00±1.00Cb		
%1.5SA	8.83±0.37Aa	8.17±0.69ABab	7.33±1.25Bbc	4.33±0.94Cc	8.33±0.75ABb	5.33±0.75Cb		
%2SA	9.00±0.00Aa	8.33±0.94ABab	7.17±0.37BCbc	4.17±0.90Dc	9.00±0.00Aa	6.00±1.00Cb		

*A.B… harfleri aynı satırdaki günlere ait $p<0.01$ seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir. *a.b… harfleri aynı sütundaki kontrol ve farklı konsantrasyonlarda hazırlanan film ve kaplama materyallerine ait $p<0.01$ seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir.

Çizelge 4.39. Çeri domateslerin depolama süresince duyusal özelliklerindeki (koku) değişmeler

	Koku							
	4 ºC				25 ºC			
	1. Gün	**7. Gün**	**14. Gün**	**21. Gün**	**1. Gün**	**7. Gün**	**14. Gün**	**21. Gün**
Kontrol	8.00±1.00Aab	7.33±0.75Ab			7.83±0.90Aa			
%1Kit	7.67±0.94Aab	8.00±1.00Aab	7.00±1.15ABCabc	6.00±1.00BCDab	7.67±0.94ABa	8.50±0.76Aa	5.33±1.37CDa	4.33±0.94Da
%1.5Kit	8.17±0.90Ab	8.67±0.75BCa	7.17±0.37ABab	7.67±0.94ABa	8.17±0.90ABa	7.00±0.00BCb	6.00±1.00CDa	5.00±1.63Da
%2Kit	9.00±0.00Aab	8.33±0.94Aab	7.83±0.90ABa	6.00±1.53BCDab	8.50±0.76Aa	7.00±0.00ABCb	5.67±1.49CDa	4.67±1.37Da
%1SA	8.67±0.75Aa	8.33±0.94Aab	6.67±0.75Bbc	5.00±1.15Cb	8.67±0.75Aa	5.67±0.94BCc		
%1.5SA	8.33±0.94Aab	8.33±0.94ABab	7.00±0.00Babc	5.33±0.75Cb	8.33±0.94ABa	4.00±1.00Cd		
%2SA	8.33±0.94Aab	7.22±0.75ABb	6.00±1.00Bc	4.33±0.94Cb	8.67±0.75Aa	6.33±0.94Bbc		

*A.B… harfleri aynı satırdaki günlere ait p<0.01 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir. *a.b… harfleri aynı sütundaki kontrol ve farklı konsantrasyonlarda hazırlanan film ve kaplama materyallerine ait p<0.01 seviyesindeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir.

4.13.13.2. Koku

Koku değerlendirmesinde tüm grupların değerlendirmesinde puan depolama süresince azalmıştır. 4 ^{o}C'de kitosan ve sodyum aljinat (%2 SA hariç) uygulanan domatesler koku parametresi tarafından kabul edilebilir olmuştur. En yüksek puan 1.günde 9.0 iken, en düşük puan 21.günde 4.33 olmuştur. 25 ^{o}C'de depolama süresince koku bakımından puanlar azalma göstermiştir. Kitosan uygulanan domateslerin kabul edilebilirliği 14. gün ile sınırlı kalmıştır. Sodyum aljinat uygulanan domatesler 12. günden sonra küflendikleri için en uygun depolama süresi 7 gün olarak belirlenmiştir. Günler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.01$).

Greyfurt ve kitosan ile kaplanan domateslerin koku ve aroma değerlendirmesinde. kaplama yapılmış ve yapılmamış gruplar arasında istatistiksel olarak fark görülmemiştir. 10 gün depolama koşullarında koku duyusal analizinde ürün pazarlanabilir olarak nitelendirilmiştir (Won ve ark., 2017).

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, Ege Tarımsal Araştırmalar Enstitüsünden temin edilen 94 farklı genotipte defne yapraklarında morfolojik özellikler. toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktiviteleri tespit edildikten sonra. moleküler veri ve GWAS analizi yapılmıştır. En yüksek toplam fenolik madde miktarına sahip 5 genotip seçilerek uçucu yağ eldesi yapıldıktan sonra en yüksek uçucu yağ miktarına sahip örnek tespit edilmiştir. Sebze halinden temin edilen çeri domatesler. farklı konsantrasyonlarda kitosan+defne uçucu yağı ve sodyum aljinat+defne uçucu yağları ile hazırlanmış yenilebilir film ile kaplanmış. 4 ^{o}C ve 25 ^{o}C ‘de 21 gün boyunca depolanmıştır. Çeri domates örneklerinde depolamanın 1, 7, 14, ve 21. günlerinde kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal analizler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulguların değerlendirilmesiyle aşağıdaki görüş ve sonuçlara varılmıştır.

- Morfolojik özellikler bakımından yaprak uzunluğu. yaprak genişliği. yaş ve kuru yaprak ağırlığında 94 defne genotipi arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). En yüksek yaprak uzunluğu 8.9±0.36 cm ile 28 numaralı örnek olan Trabzon2’de, en düşük yaprak uzunluğu 3.47±0.92 cm ile 72 numaralı örnek olan İzmir3’te, en yüksek yaprak genişliği 4.37±0.49 cm ile 55 numaralı örnek olan Zonguldak4’te, en düşük yaprak genişliği 1.27±0.05 cm ile 38 numaralı örnek olan Sinop1’de tespit edilmiştir. En yüksek yaş yaprak ağırlığı 0.702±0.24 g ile 21 numaralı örnek olan İzmir1’de, en düşük yaş yaprak ağırlığı 0.134±0.02 g ile 50 numaralı örnek olan Bartın2’de, en yüksek kuru yaprak ağırlığı yine 21 numaralı örnek olan İzmir1’de 0.37±0.16 g, en düşük kuru yaprak ağırlığına sahip örnek 0.064±0.004 g ile 72 numaralı İzmir3 örneği olmuştur.

    - Morfolojik özellikler bitkinin yetiştiği rakıma göre değişiklik göstermiştir. Bitkinin yetiştiği toprak, iklim, rüzgar yönü gibi birçok çevresel etkenden kaynaklı değişim olabileceği düşünülmektedir.

- Defne yapraklarında en yüksek serbest radikali giderme aktivitesi (DPPH) 146.7±0.35 mg TE/g KM ile 25 numaralı örnek olan Giresun3’te, en düşük serbest

radikali giderme aktivitesi (DPPH) 41.7±1.41 mg TE/g KM ile 57 numaralı örnek olan Düzce'de, en yüksek katyon radikali giderme aktivitesi (ABTS) 115.7±0.24 mg TE/g KM ile 14 numaralı örnek olan Antalya5'te, en düşük katyon radikali giderme aktivitesi (ABTS) 74.64±0.49 mg TE/g KM ile 60 numaralı örnek olan Kocaeli1'de tespit edilmiştir.

- DPPH ve ABTS aktivitelerinde genotipler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

- Defne genotiplerinde toplam fenolik madde (TPC) miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). En yüksek TPC 249.43±1.49 mg GAE/g KM ile 34 numaralı örnek olan Samsun3'te, en düşük TPC 133.03±0.61 mg GAE/g KM ile 78 numaralı örnek olan Balıkesir2'de tespit edilmiştir.

- Yaprağın toplandığı ay, rakım, bölgesel özellikler, yıllık iklim verileri gibi faktörlerin DPPH ve ABTS aktiviteleri ve toplam fenolik madde miktarına önemli etkisinin olduğunu ortaya koymaktadır.

- Defne yaprağı gen kaynaklarının tüm genom DArTseq profili, 12.188 DArTseq markörü kullanılarak belirlenmiştir. Popülasyon-1'de %100 homozigotluk geni taşıyan örnekler; Hatay1, Kahramanmaraş, Mersin1, Mersin3 ve Antalya1'dir. Popülasyon-2'de %100 homozigotluk geni taşıyan örnekler; Kocaeli3, Tekirdag2, Tekirdağ4, İstanbul6 ve Yalova3 olmuştur. Popülasyon-2'ye bakıldığında Popülasyon-1'e göre homozigotluk genlerinin daha yüksek oranda olduğu görülmektedir. En yüksek homozigotluk geni Marmara Bölgesi etrafında toplanmıştır. Mavi ile gösterilen defne genotipleri ise heterozigotluğu yüksek olan karışık popülasyonlardır. En yüksek heterozigotluk gösteren gen Muğla2 (0.510-0.490) olmuştur. Heterozigotluk geninin en fazla Karadeniz bölgesi etrafında toplandığı görülmektedir. En çok genotip çeşitliliğine sahip grup Popülasyon-2 olmuştur.

- 94 adet defne genotipinin toplanma bölgelerine göre çeşitlilik indeksleri hesaplanmıştır (Çizelge 4.9). Karadeniz bölgesindeki genotipler daha yüksek sayıda etkili alel (1.626), gen çeşitliliği (0.529) ve beklenen heterozigotluk (0.358) göstermiştir. Akdeniz bölgesine ait genotipler minimum sayıda etkili alel (1.431), gen çeşitliliği (0.380) ve beklenen heterozigotluğu (0.253) göstermiştir. Karadeniz Bölgesi'ndeki genotipler diğer bölgelere göre daha yüksek çeşitlilik gösterirken. en az çeşitlilik gösteren bölgenin ise Akdeniz Bölgesi olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle, bu çeşitli genotipler defnedeki ıslah çalışmaları için genetik stok görevi görme kapasitesine sahiptir.

- Temel koordinat analizi (PCoA) aynı zamanda genotipleri toplanma bölgelerine göre ayırmıştır. Karadeniz bölgesinden gelen genotipler geniş bir dağılım alanı sergilemiştir. Daha sonra bu sıralamayı Marmara bölgesi takip etmiştir. Koordinat sisteminde Akdeniz Bölgesi'nde bulunan genotipler (1 genotip hariç) diğer bölgelerle birlikte yer almamıştır. Ege, Marmara ve Karadeniz Bölgeleri arasında yüksek oranda gen akışı olduğu görülmektedir.

    - Bu çalışmadaki çeşitli genetik çeşitlilik indeksleri, çalışılan germ plazmada daha yüksek çeşitliliğin varlığını ortaya koymuştur ve bu, gelecekteki defne ıslahı çalışmaları için kullanılabilecektir.

➢ Yürütülen GWAS analizlerinde DPPH ile ilişkili 6 ayrı DArTseq markörü belirlenmiştir. Bunlar 26572965, 26569421, 26554293, 26561761, 26583708 ve 26585821 numaralı markörlerdir. ABTS için sadece 1 tane DArTseq markörü tespit edilmiştir (26573947 adlı markör).

- Defnede antioksidan aktivitelerini belirlemek için kullanılan 2 farklı yöntem olan DPPH ve ABTS ile ilişkili 7 DArTseq markörü belirlenmiştir. Bu da üründeki bu özelliklerin genetik düzenlemesini vurgulamaktadır. Bu markörler. antioksidan aktiviteyi arttırmayı amaçlayan yetiştirme programları için genetik belirteçler olarak hizmet etme potansiyeline sahip olmaktadır.

- Bu çalışma, defnede antioksidan aktivitesini ve ilişkili markörü bulmaya yönelik ilk çalışma olması nedeniyle ayrı bir öneme sahip olup, belirlenen markörler. marköre dayalı defne ıslahında kullanılabilecektir.

➢ Clevenger düzeneği ile en yüksek fenolik madde miktarına sahip defne yapraklarından uçucu yağ eldesi yapılmıştır. Buna göre en yüksek uçucu yağ oranı 10 numaralı örnek olan Antalya1'de %3.6, en düşük uçucu yağ oranı 24 numara Giresun2'de %0.6 olarak tespit edilmiştir.

- Tez çalışmasında kullanılan 5 farklı defne yaprağında. aynı bölgeden farklı noktalardan alınan yaprak örneklerinde uçucu yağ oranının oldukça değişim gösterdiği görülmektedir. Bunun nedeni olarak toplama yapılan lokasyonların yüksekliği, toplama zamanı, populasyonların yönü, ekstraksiyon yöntemi farklılıkları gibi etmenlerin etkili olabileceği düşünülmektedir.

- 5 farklı örnekten elde edilen uçucu yağın kompozisyonundaki ana bileşenler 1,8-sineol (%35.97-45.86), α-pinen (%14.66-17.33), β-pinen (%2.07-8.79), α-terpinil asetat (%9.68), α-terpineol (%9.31), linalil asetat (%4.37), sabinen (%14.66-14.98) olarak belirlenmiştir. Örneklerin uçucu yağ bileşenleri ve miktarları lokasyonlara göre farklılık göstermiştir.

➢ Elde edilen uçucu yağ ile farklı konsantrasyonlarda kitosan ve sodyum aljinat çözeltileri hazırlanmış ve çeri domateslere kaplama işlemi yapılmıştır.

➢ 4 ^{o}C'de depolanan kontrol grubu domatesler 9. günden sonra küflendiği ve deforme olduğu için analizleri bu noktada sonlandırılmıştır. 25 ^{o}C'de depolanan kontrol grubu domatesler de 5. günden sonra yumuşadığı, küflendiği ve deforme olduğu için aynı şekilde analiz sürecinden çıkarılmıştır. %1, %1.5 ve %2 konsantrasyonlarında hazırlanmış sodyum aljinat+uçucu yağla kaplanmış domateslerde 25 ^{o}C'de 12. günden sonra küflenme ve yumuşama başladığı için analiz süreci sonlandırılmıştır.

- Kaplama solüsyonlarının DPPH. ABTS aktiviteleri ve TPC değerleri değerlendirildiğinde DPPH aktiviteleri ile kitosan uygulamaları arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmamıştır ($p>0.01$). Sodyum aljinat uygulamaları arasında %1 ve %1.5 SA arasındaki fark önemsizdir ($p>0.01$). ABTS aktiviteleri bakımından kitosan ve sodyum aljinat grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.01$). %1 ve%2 kitosan grupları ve %1 ve%1.5 sodyum aljinat grupları arasındaki fark önemsizdir ($p>0.01$). En yüksek DPPH aktivitesi 242.35±4.35 (mg TE/g KM) ile %2 sodyum aljinat örneğinde, en düşük DPPH aktivitesi 139.40±0.70 (mg TE/g KM) ile defne uçucu yağında, en yüksek ABTS aktivitesi 170.48±2.85 (mg TE/g KM) ile %2 sodyum aljinat örneğinde, en düşük ABTS aktivitesi 97.25±0.85 (mg TE/g KM) ile defne uçucu yağında, en yüksek toplam fenolik madde miktarı 12.25±0.40 (mg GAE/g KM) ile defne uçucu yağında ve en düşük toplam fenolik madde miktarı 7.61±0.03 (mg GAE/g KM) ile %2 kitosan örneğinde tespit edilmiştir.

    - Elde edilen bulgular, literatür değerlerinden yüksek bulunmuştur. Kitosan ve sodyum aljinat gruplarının DPPH ve ABTS aktivitelerinin literatür değerlerinden yüksek çıkmasının, defne uçucu yağının yüksek antioksidan kapasiteye sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

- Çeri domateslerde raf ömrü süresince yapılan analizlerin sonuçları ve değerlendirilmesi aşağıda yapılmıştır:

- Çeri domateslerin pH değerleri 4 ^{o}C ve 25 ^{o}C depolamada ve farklı günlerde değişkenlik göstermiştir. 4 ^{o}C depolama sıcaklığında kontrol grubunda 7. güne kadar diğer örnek gruplarında 21.gün sonuna kadar pH'da sürekli bir düşüş görülmüştür. 4 ^{o}C'de depolamada en düşük pH değeri 21. günde %1.5 sodyum aljinatta (SA) 4.06±0.04 iken, en yüksek pH değeri 1. günde %1 kitosan (KİT) uygulamasında 4.52±0.002 olarak kaydedilmiştir.

- Domateslerin depolanmaları esnasında pH değerlerindeki değişimlerin, uygulanan kaplama materyalinin asit/baz dengesinin farklı olmasından, hem meyvede hem de kaplama materyalinde meydana gelen biyokimyasal reaksiyonlardan, solunum hızlarının farklılığından, metabolik aktivite sonucunda oluşan oksijen ve karbondioksit konsantrasyonlarındaki değişimlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

- Domateste bulunan pektinin, olgunlaşma üzerinde etkili olduğu, pektin metilestereaz enzimlerinin (PME) aktivite göstermeleri sonucunda pH'ta düşüşler meydana getirdiği düşünülmektedir.

➢ 4 ^{o}C depolamada kontrol grubu için toplam asitlik %0.423±0.003'ten %0.361±0.004'e düşmüştür. %1 kitosan için toplam asitlik %0.429±0.009'dan %0.403±0.000'e düşmüş sonra tekrar 21.gün depolamada %0.564±0.186'ya yükselmiştir. %1.5 ve %2 kitosan uygulamaları 1. günden 21. güne kadar devamlı düşüş eğiliminde olmuşlardır. 25 ^{o}C depolamadaki uygulamalarda 1 ve 14. günler arasında %TA miktarı düşüş gösterirken, 14.günden sonra tekrar yükselme eğiliminde olmuşlardır.

- Bunun nedeninin kitosan hazırlama solüsyonuna konulan asetik asitten kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

➢ 25 ^{o}C depolamada %1, %1.5 ve %2 kitosan için 14. günden sonra %TA miktarında sırasıyla %0.414±0.001'den %0.432±0.003'e ve %0.438±0.006'dan %0.470±0.008'e yükseliş olmuştur.

- Bunun sebebinin oda koşullarında enzim aktivitesinin artarak organik asit açığa çıkarma kabiliyetinin artmasından dolayı olduğu, ayrıca konsantrasyon arttıkça kitosan solüsyonunda kullanılan asetik asit konsantrasyonu da artacağı için %TA miktarının buna bağlı olarak arttığı düşünülmektedir.

- Tüm örneklerin ağırlık kaybı 21 günlük depolama süresi boyunca kademeli olarak bir artış göstermiştir ($p<0.01$). Kontrol gruplarında 21 günlük bir depolama süreci gözlemlenemediği için kontrol ve uygulama yapılmış gruplar arasında herhangi bir kıyaslama yapılamamıştır.

- 4 ^{o}C'de depolamada 1 ile 21 gün arasında ağırlık kaybı en çok olan grup %6.862±0.21 ile %2 kitosan uygulanan örnek iken, en az olan grup ise %4.298±0.11 ile %1 sodyum aljinat uygulanan örnekler olmuştur. Depolama sıcaklıkları ve uygulama grupları kıyaslandığında en düşük ağırlık kaybının olduğu en etkili grup 4 ^{o}C depolanan %1 kitosan uygulanan olmuştur.

    - Elde ettiğimiz bulgulara göre ağırlık kaybı oranları kabul edilebilir ve satışa sunulabilir sınırları içerisinde yer almaktadır. Özellikle soğukta depolama ve kaplama materyali uygulanmış domateslerde ağırlık kaybının en az seviyeye indirilebileceği öngörülmektedir.

- 4 °C'de en yüksek °Bx (6.97±0.16) 21. günde %2 sodyum aljinat uygulanmış domateslerde, en düşük °Bx (5.47±0.04) ile tekrar %2 sodyum aljinat uygulanan örneklerde ölçülmüştür. Günler arasında değerlendirme yapıldığında °Bx değerleri devamlı olarak bir azalma ve artma eğiliminde olmuştur.

    - °Bx'te meydana gelen dalgalanmaların sebebi meyvede bulunan karbonhidratların miktarının değişmesiyle ilişkilendirilebilir. °Bx'teki azalmalar, solunumla birlikte domateste bulunan şekerlerin CO_2 ve H_2O'ya dönüşümüyle açıklanabilmektedir. Artışların sebebi ise enzim aktivitesi ile nişastanın şekerlere parçalanması ve ağırlık (su) kaybından dolayı kuru madde miktarındaki artıştan olabilmektedir.

- 4 ^{o}C depolamada 1 ve 14. günler arasında kontrol, %1, %1.5 ve%2 KİT, %1 ve %1.5 SA uygulamaları için sertlik bakımından istatistiksel olarak önemli fark bulunmamıştır ($p>0.01$). 14. günden sonra kitosan uygulamaları yapılmış domateslerin sertliğinde istatistiksel açıdan önemli düzeyde bir azalma

görülmüştür. Bu durumun aksine sodyum aljinat uygulamaları yapılmış domateslerin sertliğinde önemli bir fark görülmemiştir. 4 ^{o}C'de kitosan uygulamalarında en yüksek sertlik değeri 0.39N'den 0.15N'ye düşerken, sodyum aljinat uygulamalarında en yüksek sertlik değeri 0.30N'den 0.21N'ye düşmüştür.

- Kitosan ve sodyum aljinat uygulamalarının etkisinin karşılaştırılması yapılacak olursa sodyum aljinatın meyve dokusunun daha sert kalmasını sağladığı belirlenmiştir.

- Likopen miktarında 25 ^{o}C depolamada tüm gruplar arasında dalgalanan bir artma ve azalma söz konusu olmuştur. 4 ^{o}C depolamada kitosan gruplarında 1. ve 14. günler arasında likopen yükseliş gösterirken, 14. günden sonra azalma eğilimine girmiştir. Sodyum aljinat gruplarında ise 7. güne kadar likopen miktarı artmış, daha sonra 21. güne kadar devamlı bir düşüş görülmüştür.

- 4 ^{o}C'de tespit edilen en düşük likopen miktarı 35.09±1.01 mg/kg (%1 SA-21.gün), en yüksek likopen miktarı 74.25±0.21 mg/kg (%2 KİT-14.gün) olmuştur.

- Kitosan ve defne uçucu yağın uygulamasının likopen miktarını artırmada etkili olduğu görülmüştür. Likopenin kitosan ile etkileşiminde likopen miktarının arttığı ve kitosan yapısı içinde daha kuvvetli tutulduğu bir çalışmada belirtilmiştir.
-

- 4 ^{o}C depolamada değişen günlere göre kontrol ve uygulama gruplarının hepsinde TPC miktarında istatistiksel olarak önemli fark bulunmuştur ($p<0.01$). Tüm gruplarda günlere göre TPC miktarında düzenli bir artış gözlemlenmiştir. Kaplama materyali uygulanmış gruplarda en az TPC miktarı 94.04±0.09 mg GAE/g KM 1. günde tespit edilirken, en yüksek TPC miktarı 135.62±0.05 mg GAE/g KM 21. günde tespit edilmiştir.

- Kitosan ve sodyum aljinat uygulaması yapılan domateslerin TPC miktarları karşılaştırıldığında sodyum aljinat ile kaplanmış domateslerde daha yüksek fenolik madde tespit edilmiştir. Aljinatlar su yosunlarından elde edildiklerinden dolayı fenolik madde miktarının yüksek olması da buna bağlı olarak değişebilmektedir.

- 4 ^{o}C depolamada kontrol grubu için DPPH miktarları arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir ($p<0.01$). Uygulama grupları ve depolama günleri arasındaki interaksiyonlar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. 7. ve 21. günde tüm uygulama grupları için DPPH miktarları arasındaki fark önemsizdir ($p>0.01$). Tüm uygulama gruplarında DPPH miktarında 7. günde azalma. 14. günde artma ve 21. günde tekrar azalma eğilimi görülmüştür. 4 ^{o}C'de en yüksek DPPH miktarı %2 KİT uygulamasında 406.43±5.84 mg TE/g KM (14.gün), en düşük DPPH miktarı %1 ve %1.5 SA uygulamalarında 281.00 mg TE/g KM (7. gün) olmuştur.

    - Kitosan ve sodyum aljinat uygulamalarının 21. günde azalan antioksidan aktivitesi, defne uçucu yağının dengesizliği veya kaplamalar üzerindeki yetersiz miktarları ile ilişkili olabilmekte ve bu da değişen antioksidan aktivitesine yol açabilmektedir. Antioksidan aktivitedeki azalmanın bir başka nedeninin. defne uçucu yağında bulunan fenoller ile domateste bulunan proteinler arasındaki olası fenolik-protein etkileşimleri olduğu düşünülmektedir.

- 4 ^{o}C depolamada ABTS miktarları arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir ($p<0.01$). Uygulama grupları ve depolama günleri arasındaki interaksiyonlar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. En yüksek ABTS 493.45±0.35 mg TE/g KM ile %2 SA uygulamasında (1.günde), en düşük ABTS 303.13±2.22 mg TE/g KM ile %2 KİT uygulamasında (21.günde) tespit edilmiştir. Kitosan uygulamalarında daha kademeli bir düşüş olurken, sodyum aljinat uygulamalarında daha sert bir düşüş görülmüştür.

- L* değerlerinde tüm gruplar için dalgalanmalar söz konusu olmuştur. Tüm gruplarda artma-azalma şeklinde bir eğilim olmuştur. En düşük L* değeri 21.günde 18.65±5.50 (%2 SA grubunda) iken, en yüksek L* değeri 7.günde 48.43±1.44 (%1.5 SA grubunda) tespit edilmiştir. Kitosan ve sodyum aljinat uygulamaları birbirine yakın değerlere sahiptir.

    - Kitosan uygulaması yapılan gruplar için L* değerlerinin bu düzeyde azalması. kitosanın sarımsı rengi ile defne uçucu yağının açık sarımsı tonu arasındaki sinerjistik etkileşimlere bağlanabilir ve bu da meyvenin koyu görünümünü önemli ölçüde artırmaktadır. Ayrıca depolama sırasında L* değerlerinin azalması domateslerin su kaybından da kaynaklanabilmektedir.

➢ En düşük a* değeri 18.42±0.95 (14.günde). en yüksek a* değeri 37.45±0.59 (21.günde) tespit edilmiştir. Günler arasında a* değerinde önce azalma görülse de 21.günün sonunda en yüksek değerlere ulaşmıştır.

- Çalışmada elde edilen a* değerleri 18.42-40.25 arasında değişmektedir. Bu değerler bize domatesin kırmızı renkte olduğunu göstermektedir. 25°C'de raf ömrü arttıkça a* değeri azalmış ve buna bağlı olarak da domateslerin kabuk renklerinde kırmızı rengin kaybı söz konusu olmuştur.

➢ 4 ^{o}C depolamada 1, 7 ve 14. günlerde tüm gruplar için b* değerleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur ($p>0.01$). 21. günde kitosan grupları kendi aralarında. sodyum aljinat grupları kendi aralarında b* değerinde fark göstermemiştir. Günler arasında b* değeri dalgalanmalar göstermiştir. En yüksek b* değeri 1. günde 37.26±4.33 iken, en düşük b* değeri 21. günde 13.02±3.31 olarak belirlenmiştir. Genel olarak b* değeri depolama süresinin sonunda azalmıştır.

- 4 ºC ve 25 ºC sıcaklıklarında depolamada kontrol grubu. kitosan ve sodyum aljinat kaplaması yapılmış gruplarda toplam psikrofil aerobik bakteri sayısı tespit edilebilir düzeyin altında (<1 log kob/g) bulunmuştur.

- Tüm kaplama grupları için 4 ºC depolamada 14. güne kadar toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı tespit edilebilir düzeyde değildir. 21.günde tüm gruplarda TMAB sayısı bu düzeyin üzerine çıkmıştır. fakat istatistiksel açıdan önemsiz olarak tespit edilmiştir.

    - Elde edilen bulgular 4 ºC'de sodyum aljinat ve kitosan uygulamasının 25 ºC'de ise kitosan uygulamasının çeri domatesler üzerinde antimikrobiyal etkisinin olduğunu göstermektedir.

- Maya ve küf sayısında 4 ºC depolamada 1. ve 7. günde uygulama grupları arasında istatistiksel açıdan fark bulunmamıştır ($p>0.01$). 1, 7 ve 14. günlerde toplam maya ve küf sayısı tespit edilebilir düzeyin altında kalmıştır. 7. günde kontrol grubunun toplam maya ve küf sayısı 4.12±0.12 log kob/g. 21. günde kitosan uygulaması olan gruplarda tespit edilebilir düzeyin altındayken, sodyum aljinat uygulaması olan gruplarda en yüksek toplam maya ve küf sayısı 3.05±0.09 log kob/g olmuştur.

- Disk difüzyon yöntemi sonucunda oluşan zon çaplarında tüm bakteri grupları ve kaplama uygulamaları arasındaki fark önemli düzeyde bulunmuştur ($p<0.01$). Kitosan solüsyonları *E.coli* türünde antibakteriyel etki göstermemiştir. Diğer yandan sodyum aljinat solüsyonları *Salmonella* spp. hariç diğer bakteri gruplarında etkili olmuştur. En yüksek inhibisyon zonu çapı 23.00±0.6 mm ile defne uçucu yağında iken, en düşük inhibisyon zonu çapı 8.00±0.1 mm ile yine defne uçucu yağında tespit edilmiştir.

- 96 kuyucuklu MİK yönteminde. defne uçucu yağı. kitosan ve sodyum aljinat uygulamalarının *E.coli* için MIC değerleri sırasıyla defne uçucu yağı için 1.56 mg/ml (1:64), %1 KİT için 12.5 mg/ml (1:8), %1.5 KİT için 12.5 mg/ml (1:8),

%2 KİT için 25 mg/ml (1:4), %1. 1.5 ve 2 SA için 25 mg/ml (1:4); *S. aureus* için MIC değerleri sırasıyla defne uçucu yağı için 6.25 mg/ml (1:16), %1 KİT için 3.125 mg/ml (1:32), %1.5 KİT için 6.25 mg/ml (1:16), %1 ve %1.5 SA için 25 mg/ml (1:4); *B.cereus* için MIC değerleri sırasıyla defne uçucu yağı için 100 mg/ml (1:1), %1, 1.5 ve 2 KİT için 100 mg/ml (1:1), %1 ve %1.5 SA için 12.5 mg/ml (1:8) olarak tespit edilmiştir.

- Kullanılan defne uçucu yağı ve kaplama solüsyonlarının MIC ve MBC değerleri literatürdeki bulgulara göre değişiklik göstermektedir. Bu da konsantrasyon farkından, uçucu yağın kompozisyonlarındaki farklılıklardan, defne bitkisinin yetiştiği lokasyondan, kitosan ve sodyum aljinat konsantrasyonlarının farklı olmasından kaynaklanmaktadır.

Genetik çeşitlilikle ilgili elde edilen verilere göre defne ıslahında önemli adımlar atılabilecektir. DPPH ve ABTS aktiviteleri için yapılan GWAS analizinden elde edilen markörlerle yüksek kalitede gen çalışması yapılabilecektir.

Farklı konsantrasyonlarda kitosan. sodyum aljinat ve defne uçucu yağı kullanılarak hazırlanan yenilebilir film kaplamalarla kaplanan çeri domateslerin raf ömrünün arttığı, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal kalite kriterlerinin de pozitif olarak etkilendiği görülmüştür.

Ayrıca, çalışmada yenilebilir film ile kaplanan çeri domateslerin raf ömrüne ilişkin elde edilen bulguların bundan sonra konuya ilişkin olarak yapılacak daha kapsamlı çalışmalara ve ilgili endüstri kuruluşlarına başlangıç noktası oluşturacak nitelikte olduğu düşünülmektedir.

6. KAYNAKÇA

Abak, K., 2016. Türkiye'de domatesin dünü, bugünü ve yarını. Türkiye Tohumculuk Birliği Dergisi, (17), 8-13.

Abdulrezaq, S.M., 2018. Application Of Nanoparticles and Oregano (*Origanum Vulgare*) Essential Oil Against Gray Mold Diseaseagent (*Botrytis cinerea*) on Tomato. (Yüksek Lisans Tezi), Tarımsal Bilimler ve Teknolojiler Anabilim Dalı, Erciyes Üniversitesi.

Aday, M.S., 2008. Farklı Kaplama Materyallerinin Kiraz Kalitesi ve Tüketici İstekleri Üzerine Etkisinin Kinetik ve Modellemeye Dayanarak Değerlendirilmesi. (Yüksek Lisans Tezi), Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.

Agarwal, S., Rao, A.V., 1998. Tomato lycopene and low density lipoprotein oxidation: a human dietary intervention study. Lipids, (33), 981-984.

Ahuja, M.R., 2001. Recent advances in molecular genetics of forest trees, Euphytica, (121), 173-195.

Akbudak, B., Akbudak, N., Seniz, V., Erişi, A., 2007. Sequential treatments of hot water and modified atmosphere packaging in cherry tomatoes. Journal of Food Quality, (30), 896–910.

Akın, H. E., 2015. Görünür Bölgede Işık Uygulamasının Hasat Sonrası Domateslerin Raf Ömrü ve Kalitesi Üzerine Etkisinin İncelenmesi. (Yüksek Lisans Tezi), Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Ali, A., Maqbool, M., Alderson, P. G. ve Zahid, N., 2013. Effect of gum arabic as an edible coating on antioxidant capacity of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit during storage. Postharvest Biology and Technology, (76), 119-124.

Ali, A., Noh, N. M., Mustafa, M. A., 2015. Antimicrobial activity of chitosan enriched with lemongrass oil against anthracnose of bell pepper. Food Packaging and Shelf Life, (3), 56–61.

Alsaleh, A., 2016. Genome wide association mapping (GWAS) for important agronomic and quality traits in durum wheat (*Triticum durum* L.). (Doktora Tezi), Institute of Natural and Applied Science, Deparment of Biotechnology, Çukurova University, Adana.

Angelos-Panagiotis, B. ve Constantina, T., 2021. Edible films and coatings: properties for the selection of the components, evolution through composites and nanomaterials, and safety issues: Review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, DOI: 10.1080/10408398.2021.1934652.

Anonim, 2002. Meyve ve sebze ürünleri titre edilebilir asitlik tayini, TS 1125 ISO 750. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara

Anonim, 2013. Türk Gıda Kodeksi Baharat Tebliği. Resmi Gazete Tebliğ No: 2013/12.

Anonim, 2021. World Tomato Production. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Statistics. http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC, 11.09.2023.

Anonim. 2024. İstanbul Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Herbaryum. 04.02.2024.

Arabpoor, B., Yousefi, S., Weisany, W. ve Ghasemlou, M., 2021. Multifunctional coating composed of *Eryngium campestre* L. essential oil encapsulated in nano-chitosan to prolong the shelf-life of fresh cherry fruits. Food Hydrocolloids, (111), 106394.

Arias, R., Lee, T.L., Logendra, L., Janes, H., 2000. Correlation of lycopene measured by HPLC with the L*, a*, b* color readings of a hydroponic tomato and the relationship of maturity with color and lycopene content. J. Agric. Food Chem., (48), 1697-1702.

Arriola, N.A., Medeiros, P.M., Prudencio, E.S., Müller, C.M.O., Amboni, R.C., 2015. Encapsulation of aqueous leaf extract of *Stevia rebaudiana Bertoni* with sodium alginate and its impact on phenolic content. Food Bioscience, 10.1016/j.fbio.2015.12.001.

Arroyo-Garcia, R., Martinez-Zapater, J.M., Fernandez Prieto, J.A. ve Alvarez-Arbesu, R., 2001. AFLP evaluation of genetic similarity among laurel populations (*Laurus nobilis* L.). Euphytica, (122), 155-164.

Arroyo, J.M., Rigueiro, C., Rodriguez, R., Hampe, A., Valido, A., Rodriguez- Sanchez, F. ve Jordano, P., 2010. Isolation and characterization of 20 microsatellite loci for Laurel species (Laurus, Lauraceae), American Journal of Botany, 26-30.

Atak, E. ve Uslu, M. E., 2018. Fenolik bileşikler, ekstraksiyon metotları ve analiz yöntemleri. Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi, (27), 3.

Atınç, M. ve Kalkan, I., 2018. Flavonoidler ve sağlık üzerine etkileri. Aydın Gastronomy. 2(1), 31-38.

Avcı, G., 2019. Türkiye Defne (*Laurus nobilis* L.) Populasyonlarının Uçucu Yağ Bileşenleri ve Antioksidan Aktiviteleri. (Yüksek Lisans Tezi), İnönü Üniversitesi, Malatya.

Ayanoğlu, F., Mert, A., Kaya, A., Köse, E., 2010. Hatay Yöresinde Doğal Olarak Yetişen Defne (*Laurus nobilis* L.) Bitkisinin Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi ve Seleksiyonu, Tübitak Proje No: 108O878, 268s, Hatay.

Azarakhsh, N., Osman, A., Ghazali, H. M., Tan, C. P. ve Mohd Adzahan, N., 2014. Lemongrass essential oil incorporated into alginate-based edible coating for shelf-life extension and quality retention of fresh-cut pineapple. Postharvest Biology and Technology, (88), 1-7.

Bai, R. K., Huang, M. Y., Jiang, Y. Y., 1988. Selective permeabilities of chitosan-acetic acid complex membrane and chitosan-polymer complex membranes for oxygen and carbon dioxide. Polymer Bulletin, 20 (1), 83-88.

Baloch, F.S., Alsaleh, A., Andeden, E.E., Hatipoğlu, R., Nachit, M., Özkan, H., 2016. High levels of segregation distortion in the molecular linkage map of bread wheat representing the West Asia and North Africa region. Turk. J. Agric. For., (40), 352–364.

Baloch, F.S., Alsaleh, A., Shahid, M.Q., Çiftçi, V., de Miera, L.E., Aasim, M., Nadeem, M.A., Aktaş. H., Özkan, H. and Hatipoğlu, R., 2017. A whole genome DArTseq and SNP analysis for genetic diversity assessment in durum wheat from central fertile crescent. PloS one, 12:e0167821.

Baptiste Hzounda Fokou, J., Michel Jazet Dongmo, P. ve Fekam Boyom, F., 2020. Essential oil's chemical composition and pharmacological properties. IntechOpen. doi: 10.5772/intechopen.86573.

Barba, A.I.O., Hurtado, M.C., Mata, M.C.S., Ruiz, V.F. ve de Tejada, M.L.P., 2006. Application of a UV-vis detection-HPLC method for a rapid determination of lycopene and J-carotene in vegetables. Food Chem., (95), 328-336.

Barreto, T. A., Andrade, S. C. A., Maciel, J. F., Arcanjo, N. M. O., Madruga, M. S., Meireles, B., Cordeiro, A. M. T., Souza, E. L. ve Magnani, M., 2016. A chitosan coating containing essential oil from *Origanum vulgare* L. to control postharvest

mold infections and keep the quality of cherry tomato fruit. Frontiers in Microbiology, (7), 1724.

Basmacıoğlu Malayoğlu, H., Aktaş, B. ve Yeşil Çeliktaş, Ö., 2011. Bazı bitki türlerinden elde edilen uçucu yağların toplam fenolik içerikleri ve antioksidan aktiviteleri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 48(3), 211-215.

Benhabiles, M., Tazdait, D., Abdi, N., Lounici, H., Drouiche, N., Goosen, M. ve Mameri, N., 2013. Assessment of coating tomato fruit with shrimp shell chitosan and N, O-carboxymethyl chitosan on postharvest preservation. Journal of Food Measurement and Characterization, 7 (2), 66-74.

Ben David, A. ve Davidson, C.E., 2014. Estimation method for serial dilution experiments. Journal of Microbiological Methods, 8.

Berber, M., 2020. Nano/Mikroemülsiyonla Stabilize Edilmiş Defne Esansiyel Yağının Aromatik, Antimikrobiyal Ve Antioksidan Özelliklerinin Belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi), Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Çanakkale OnSekiz Mart Üniversitesi.

Bhowmik, S.R. ve J.C. Pan., 1992. Shelf life of mature-green tomatoes stored in controlled atmosphere and high humidity. J. Food Sci., (57), 948–953.

Bilbao-Sainz, C., Chiou, B., Punotai, K., Olson, D., Williams, T., Wood, D., Rodov, V., Poverenov, E., McHugh, T., 2018. Layer-by-layer alginate and fungal chitosan based edible coatings applied to fruit bars. Journal of Food Science, 83 (7), 1880-1887.

Bilek Ersus, S. ve Yayğaz, A., (2014). Domateste bulunan enzimlerin önemi ve ısıl/ısıl olmayan teknolojilerle inaktivasyonu. Akademik Gıda, 12(4), 58-67.

Birman, H., 2012. Bioactivities of plant flavonoids and the possible action mechanisms. Journal of Istanbul Faculty of Medicine, (75), 46-49.

Boza, A., 2011. Karaburun Çeşme ve Dilek Yarımadası'nda Bulunan Doğal Defne (*Laurus nobilis* L.) Popülasyonları Üzerine Araştırmalar. (Yüksek Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Ege Üniversitesi, İzmir.

Boulilaa, A., Hassenb, I., Haouaria, L., Feiz, M., Amorb, I., Casabiancac, H. ve Hosni, K., 2015. Enzyme-assisted extraction of bioactive compounds from bay leaves (*Laurus nobilis* L.). Industrial Crops and Products, (74), 485–493.

Buendia-Moreno, L., Soto-Jover, S., Ros-Chumillas, M., Antolinos, V., Navarro-Segura, L., Jose Sanchez-Martinez, M., 2019. Innovative cardboard active packaging with a coating including encapsulated essential oils to extend cherry tomato shelf life. Lwt-Food Science and Technology, (108584), 116.

Caner, C. ve Küçük, M., 2004. Yenebilir film ve kaplamalar: gıdalara uygulanabilirliği, Akademik Gıda, 2 (8), 3035.

Cantwell, M., 2000. Optimum procedures for ripening tomatoes. Management of Fruit Ripening, 80-88.

Carvalho, R. L., Cabral, M. F., Germano, T. A., de Carvalho, W. M., Brasil, I. M., 2016. Chitosan coating with transcinnamaldehyde improves structural integrity and antioxidant metabolism of freshcut melon. Postharvest Biology and Technology, (113), 29–39.

Cejudo Bastante, C., Casas Cardoso, J., Fernández-Ponce, M.T., Mantell Serrano, C., Martínez de la Ossa, E.J., 2019. Supercritical impregnation of olive leaf extract to obtain bioactive films effective in cherry tomato preservation. Food Packaging and Shelf Life, (21), 100338.

Ceylan, A., 2019. Domates (*Solanum Lycopersicum*)'te Hasat Sonrası Esansiyel Yağ Uygulamalarının Muhafaza Süresi Ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri. (Yüksek Lisans Tezi), Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Isparta.

Chen, H., Zhang, Y., Zhong, O., 2019. Potential of acidified sodium benzoate as an alternative wash solution of cherry tomatoes: changes of quality, background microbes, and inoculated pathogens during storage at 4 and 21ºC post-washing. Food Microbiology, (82), 111–118.

Chiabrando, V. ve Giacalone, G., 2015. Effect of essential oils incorporated into an alginate-based edible coating on fresh-cut apple quality during storage. Quality Assurance and Safety of Crops and Foods, (7), 251–259.

Chien, Po-J., Sheu, F., Yang, F. H., 2007. Effect of edible chitosan coating on quality and shelf life of sliced mango fruit. Journal of Food Engineering, 78(1), 225-229.

Chmit, M., Kanaan, H., Habib, J., Abbass, M., Mcheik, A., Chokr, A., 2014. Antibacterial and antibiofilm activities of polysaccharides, essential oil, and fatty oil extracted from *Laurus nobilis* growing in Lebanon. Asian Pac J Trop Med, 7(1), 546-552.

Cho, Y. I., No, H.K., Meyers, S.P., 1998. Physicochemical characteristics and functional properties of various commercial chitin and chitosan products. Food Chemistry, 46(9), 3839-3843.

Choi, D.S., Park, S.H., Choi, S.R., Kim, J.S., Chun, H.H., 2014. The combined effects of ultraviolet-C irradiation and modified atmosphere packaging for inactivating *Salmonella enterica,* Serovar *typhimurium* and extending the shelf life of cherry tomatoes during cold storage. Food packaging and shelf life, (3),19-30.

Conforti, F., Statti, G., Uzunov, D., Menichini, F., 2006. Comparative chemical composition and antioxidant activities of wild and cultivated *Laurus nobilis* L. leaves and *Foeniculum vulgare* subsp. *Piperitum* (ucria) coutinho seeds. Biol. Pharm. Bull, (2)9, 10.

Costa, M. J., Maciel, L. C., Teixeira, J. A., Vicente, A. A. ve Cerqueira, M. A., 2018. Use of edible films and coatings in cheese preservation: Opportunities and challenges. Food Research International (Ottawa, Ont.), (107), 84–92.

Cui, Y., Oh, Y. J., Lim, J., Youn, M., Lee, I., Pak, H. K., Park, W., Jo, W., ve Park, S., 2012. AFM study of the differential inhibitory effects of the green tea polyphenol (−)-epigallocatechin-3-gallate (EGCG) against Gram-positive and Gram-negative bacteria. Food Microbiology, (29), 80-87.

Çalhan, Ö., 2008. Eşme Ayva (*Cydonia oblonga Mill*.) Çeşidinin Derim Sonrası Fizyolojisi Üzerine Araştırmalar. (Doktora Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.

Çalıkoğlu E, Kıralan M, Bayrak A., 2006. Uçucu Yağ Nedir, Nasıl Üretilir ve Türkiye'deki Durumuna Genel Bir Bakış, Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu.

Çınar, S., 2019. Kirazda Hasat Sonrası Kitosan ve Aloe Vera Uygulamalarının Soğuk Depo ve Raf Ömrü Süresince Kalite Özelliklerine Etkisi. (Yüksek Lisans Tezi), Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Selçuk Üniversitesi, Konya.

Derwich, E., Benziane, Z., Boukir, A., 2009. Chemical composition and antibacterial activity of leaves essential oil of *Laurus nobilis* from Morocco. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 3(4), 3818-3824.

Dhall, R.K., 2013. Advances in edible coatings for fresh fruits and vegetables: a review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, (53), 435-450.

Díaz-Mula, H. M., Serrano, M., Valero, D., 2012. Alginate coatings preserve fruit quality and bioactive compounds during storage of sweet cherry fruit. Food Bioprocess Technology, (5), 2990–2997.

Dilmaçünal, T., Koyuncu, M.A., Aktaş, H. ve Bayındır, D., 2011. The effects of several postharvest treatments on shelf life quality of bunch tomatoes. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 39(2), 209- 213.

Dong, F., ve Wang, X., 2017. Effects of carboxymethyl cellulose incorporated with garlic essential oil composite coatings for improving quality of strawberries. International Journal of Biological Macromolecules, (104), 821–826.

Dou, L., Li, B., Zhang, K., Chu, X., Hou, H., 2018. Physical properties and antioxidant activity of gelatin sodium alginate edible films with tea polyphenol. International Journal of Biological Macromolecules, doi:10.1016/j.ijbiomac.2018.06.121.

Draget, K.I., Smidsrød, O., Skjåk-Bræk, G., 2005. Alginates from algae. Polysaccharides and Polyamides in the Food Industry. Properties, Production, and Patents. Edited by A. Steinbüchel and S. K. Rhee. 1-30.

Durmuş, M., Yetgin, Ö., Aber, M.M., Haji, E.K., Akcay, K., 2018. Domates bitkisi, besin içeriği ve sağlık açısından değerlendirmesi. International Journal of Life Sciences and Biotechnology, 1(2), 59-74.

Earl, D.A., Vonholdt, B.M., 2012. Structure harvester: a website and program for visualizing STRUCTURE output and implementing the Evanno method. Conservation Genetics Resources, 4 (2), 359-361.

Elibol, M. 2008. Kabuklu Katı deniz ürünleri artıklarından kitin, kitosan ve türevlerinin üretimi, TÜBİTAK Proje No: 106M241, İzmir.

Erat, A. Z., 2016. Isparta Orman Bölge Müdürlüğü Doğal Akdeniz Defnesi (Laurus nobilis L.) Popülasyonlarında Yaprak Özellikleri ve Verimi. (Yüksek Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.

Erge, H.S., 2007. Domateste (*Lycopersicum Esculentum*) Karotenoid Madde Dağılımı ve Antioksidan Aktivite. (Doktora Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Ankara Üniversitesi, Ankara.

Erkan, M., Karaşahin Yıldırım, I. ve Pekmezci, M., 2017. Paketleme evi uygulamaları ve derim sonrası işlemler. In: Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazara Hazırlanması, Somtad Yayınları Ders Kitabı. (1), 185-224.

Ersöz, ES., Yu, J., Buckler, E., 2007. Applications of linkage disequilibrium and association mapping in crop plants. In: Genomics-assisted Crop Improvement, 97-119.

Ertürk, Ö., Aydın, G., ve Çol Ayvaz, M., 2020. *Laurus Nobilis* L., *Silybum Marianum* L., *Nigella Sativa* L. ve *Prunus Cerasus* L.'den soğuk pres yöntemi ile izole edilen esansiyel yağ bileşenlerinin antimikrobial ve antioksidan aktiviteleri. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 7(2), 487-499.

Evanno, G., Regnaut, S., Goudet, J., 2005. Detecting the number of clusters of individuals using the software STRUCTURE: a simulation study. Mol. Ecol., (14), 2611-2620.

Fagundes, C., Palou, L., Monteiro, A.R., Pérez-Gago, M.B., 2014. Effect of antifungal hydroxipropyl methylcellullose-beewax edible coatings on gray mold development and quality attributes of cold-stored cherry tomato fruit. Postharvest Biology and Technology, (92), 1-8.

Fan, Y., Xu, Y., Wang, D., Zhang, L., Sun, J., Sun, L., Zhang, B., 2009. Effect of alginate coating combined with yeast antagonist on strawberry (fragaria^ananassa) preservation quality. Postharvest Biology and Technology, (53), 84-90.

FDA-BAM, 2001a. Aerobic plate count. in ―FDA's Bacteriological Analytical Manual, Edition 8, Chapter 3, http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods /ucm063346.htm, (10.09.2023)

FDA-BAM, 2001b. yeasts, molds and mycotoxins. In ―FDA's Bacteriological Analytical Manual, Edition 8, Chapter 18, http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/Laboratory Methods/ucm071435.htm, (10.09.2023)

Garavito, A., Montagnon, C., Guyot, R. ve Bertrand, B., 2016. Identification by the DArTseq method of the genetic origin of the *Coffea canephora* cultivated in Vietnam and Mexico. BMC Plant Biology, (16), 242.

Ghasemnezhad, M., Zareh, S., Rassa, M., Sajedi, R.H., 2013. Effect of chitosan coating on maintenance of aril quality, microbial population and PPO activity of pomegranate (*Punica granatum* L. cv. Tarom) at cold storage temperature. J Sci Food Agric., (93), 368–374.

Guenane, H., Gherib, A., Carbonell-Barrachina, A., Cano-Lamadrid, M., Krika, F., Berrabah, M., Maatallah, M. ve Bakchiche, B., 2016. Minerals analysis, antioxidant and chemical composition of extracts of *Laurus nobilis* from southern Algeria. J. Mater. Environ. Sci., 7 (11), 4253-4261.

Guerra-Sánchez, M.V., Vega-Pérez, J., Velázquez del-Valle, M.G., Hernández-Lauzardo, A.N., 2009. Antifungal activity and release of compounds on *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.:Fr.) Vuill. by effect of chitosan with different molecular weights. Pesticide Biochemistry and Physiology, (93), 18-22.

Guerra, I., Oliveira, P., Pontes, S., Lucio, A., Tavares, J., 2015. Coatings comprising chitosan and *Mentha piperita* L. or Mentha× villosa Huds essential oils to prevent common postharvest mold infections and maintain the quality of cherry tomato fruit, Int. J. Food Microbiol., (214), 168–178.

Guerreiro, D., 2016. Post-harvest treatment of cherry tomatoes by gamma radiation: microbial and physicochemical parameters evaluation. Innovative Food Science and Emerging Technologies, (36), 1–9.

Habyarimana, E, Dall'Agata, M, De Franceschi, P, Baloch, F.S., 2019 Genome-wide association mapping of total antioxidant capacity, phenols, tannins, and flavonoids in a panel of Sorghum bicolor and S. *bicolor* × S. *halepense* populations using multi-locus models. Plos One, 14(12), e0225979.

Hager, J. V., Rawles, S. D., Xiong, Y. L., Newman, M. C. ve Webster, C. D., 2019. Edible corn-zein-based coating incorporated with nisin or lemongrass essential oil inhibits *Listeria monocytogenes* on cultured hybrid striped Bass, Morone chrysops× Morone saxatilis, fillets during refrigerated and frozen storage. Journal of the World Aquaculture Society, (50), 204–218.

Haroon, S., 2014. Extraction of Lycopene from Tomato Paste and its Immobilization for Controlled Release.(Master Thesis), Material & Processing Engineering, University of Waikato.

Hartanti, L., Yonas, S., Mustamu, J.J., Wijaya, S., Setiawan, H., Lisa, S., 2019. Influence of extraction methods of bay leaves (*Syzygium polyanthum*) on antioxidant and HMG-CoA Reductase inhibitory activity. Heliyon, 5, e01485.

Hassan, B., Chatha, S.A.S., Hussain, A.I., Zia, K.M. ve Akhtar, N., 2018. Recent advances on polysaccharides, lipids and protein based edible films and coatings: a review. International Journal of Biological Macromolecules, (109), 1095-1107.

Hassani, A., Mahmood, S., Enezei, H.H., Hussain, S.A., Hamad, H.A., Aldoghachi, A.F., Hagar, A., Doolaanea, A.A., Ibrahim, W.I., 2020. Formulation, characterization and biological activity screening of sodium alginate-gum arabic nanoparticles loaded with curcumin. Molecules, (25), 2244.

Hernandez-Munoz, P., Almenar, E., Ocio, M.J., Gavara, R., 2006. Effect of calcium dips and chitosan coatings on postharvest life of strawberries (Fragaria x ananassa). Postharvest Biol Technol, (39), 247-253.

Hosseini, S. F., Amraie, M., Salehi, M., Mohseni, M. ve Aloui, H., 2019. Effect of chitosan-based coatings enriched with savory and/or tarragon essential oils on postharvest maintenance of kumquat (*Fortunella* sp.) fruit. Food Sciences and Nutrition, (7), 155–162.

Hussain, A.I., Farooq, A., Nigam, P.S., Sarker, S.D., Moore, E. J., Rao, J.R., Mazumdar, A., 2011. Antibacterial activity of some *Lamiaceae* essential oils using resazurin as an indicator of cell growth. LWT - Food Science and Technology, (44), 1199-1206.

Ishtiaque, S., Naz, S., Soomro, N., Khan, K., Siddiqui, R., 2015. Antioxidant activity and total phenolics content of extracts from *Murraya Koenigii* (curry leaves), *Laurus Nobilis* (Bay Leaves), and *Camellia Sinensis* (Tea). Quaid-e-awam University Research Journal of Engineering, Science & Technology, (14), 2.

Iwahashi, Y., Horigane, A. K., Yoza, K., Nagata, T. ve Hosoda, H., 1999. The study of heat stress in tomato fruits by NMR microimaging. Magnetic Resonance Imaging, (17), 767-772.

Jahadi, M., Azimzadeh, B., 2018. Effect of chitosan edible coating with *Laurus nobilis* extract on shelf life of cashew. Food Science and Nutrition, 1-7.

Javanmardi, J., Kubota, C., 2006. Variation of lycopene, antioxidant activity, total soluble solids and weight loss of tomato during postharvest storage. Postharvest Biol. Technol., (41), 151–155.

Ju, J., Xie, Y., Guo, Y., Cheng, H., Qian, Y. ve Yao, W., 2019. Application of edible coating with essential oil in food preservation. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 59 (15), 2467.

Karadağ, A., 2019. Türkiye'deki bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin antioksidan potansiyelleri ve fenolik kompozisyonları. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (16), 631-637.

Karadeniz H. , 2001. Hatay Bölgesi Defne Yaprağı ve Meyvesi Uçucu Yağının Özelliklerinin Belirlenmesi. (Yüksek lisans tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı., Mustafa Kemal Üniversitesi, Antakya.

Karık, Ü., Çiçek, F., Oğur, E., Tutar, M. ve Ayaş, F., 2015. Türkiye defne (*Laurus nobilis* L.) populasyonlarının uçucu yağ bileşenleri. Anadolu, J. of AARI, 25 (1), 1-16.

Karık, Ü., Çiçek, F., Oğur, E., Tutar, M., Ayas, F., 2016. Türkiye'de yayılış gösteren defne (*Laurus nobilis* L.) populasyonlarının meyve özellikleri. Anadolu, Journal of AARI, 26 (1), 1-16.

Karik, U., Nadeem, M. A., Habyarimana, E., Ercişli, S., Yıldız, M., Yilmaz, A., Yang, S. H., Chung, G., Baloch, F.S., 2019. Exploring the genetic diversity and population structure of Turkish Laurel germplasm by the iPBS-Retrotransposon marker system. Agronomy, 9(10), 647.

Kaur, D., Sharma, R., Wani, A.A., Balmeet, S., Sogi, D.S., 2006. Pysicochemical changes ın seven tomato (*Lycopersicon Esculentum*) cultivars during ripening. International Journal of Food Properties, (9), 747–757.

Kavaklı, Ş., 2012. Ege Bölgesi Doğal Defne Popülasyonunda Genetik Farklılıkların Belirlenmesi. (Doktora Tezi), Ege Üniversitesi Biyoteknoloji Anabilim Dalı, İzmir.

Kasım, R. ve Kasım, M.U., 2007. Sebzelerde etilenin önemi ve 1-metilsiklopropen (1-mcp)'in kullanımı. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 22(2), 227-231.

Kılıç, A., 2008. Uçucu yağ elde etme yöntemleri. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, (10), 13.

Kıvrak, Ş., Göktürk, T. ve Kıvrak, İ., 2017. Assessment of volatile oil composition, phenolics and antioxidant activity of bay (laurus nobilis) leaf and usage in cosmetic applications. Int. J. Sec. Metabolite, 4(2), 148-161.

Kibar, H. F., 2019. Domateste Hasat Sonrası Kitosan Uygulamalarının Soğuk Depo ve Raf Ömrü Süresinde Kalite Özelliklerine Etkisi. (Yüksek Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Selçuk Üniversitesi, Konya.

Kim, I. Y., Seo, S. J., Moon, H. S., Yoo, M. K., Park, I. Y., Kim, B. C., Cho, C. S., 2008. Chitosan and its derivatives for tissue engineering applications. Biotechnology Advances, (26), 1–21.

Kimura, S. ve Sinha, N., 2008. Tomato (*Solanum lycopersicum*) a model fruitbearing crop. Cold Spring Harbor Protocols, 3(11).

Kjell, M.V. ve Olav, S., 2006. Chitosans, in: A.M. Stephen, G.O. Phillips, P.A. Williams (Eds.) Food Polysaccharides and Their Applications, CRC Press, Boca Raton, 497-520.

Krasaekoopt W, Mabumrung J., 2008. Microbiological evaluation of edible coated freshcut cantaloupe. Nat Sci, (42), 552–557.

Król, Z., Marycz, K., Kulig, D., Mar, M., Jarmolu, A., 2017. Cytotoxicity, bactericidal, and antioxidant Activity of sodium alginate hydrosols treated with direct electric current. Int. J. Mol. Sci., (18), 678.

Küçükbasmacı Sabır F., Şenel S.B., Ağar T.İ., 2010. Sıcak su uygulaması ve modifiye atmosferde paketlemenin Mirella F1 domates çeşidinin muhafaza süresi ve kalitesi üzerine etkileri. Alatarım, 9(2), 22-29.

Küçük Sarıtaş, G., Çelik, Ö.F. ve Türe, H., 2017. Yenilebilir aljinat ve zein filmlerin gıda ambalajlamasında kullanımı: derleme. Ordu Üniv. Bil. Tek. Derg., 7(2), 295-311.

Küşümler, A., 2011. Ultraviyole (UV-C) Işını Uygulamasının Patlıcan ve Hıyarlarda Soğuk Zararlanması Üzerine Etkisi (Doktora Tezi). Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Kurita, K., 2006. Chitin and chitosan: functional biopolymers from marine crustaceans. Marine Biotechnology. (8), 203-226.

Kwon, S.J., Chang, Y., Han, J., 2017. Oregano essential oil-based natural antimicrobial packaging film to inactivate *Salmonella enterica* and yeasts/molds in the atmosphere surrounding cherry tomatoes. Food Microbiology, S0740-0020(16)31007-3.

Lisiewska, Z. and Kmiecik, W., 2000. Effect of storage period and temperature on the chemical composition and organoleptic quality of frozen tomato cubes. Food Chem., (70), 167-173.

Liu, C., Han, X., Cai, L., Lu, X., Ying, T. ve Jiang, Z., 2011. Postharvest UV-B irradiation maintains sensory qualities and enhances antioxidant capacity in tomato fruit during storage. Postharvest Biology and Technology, 59(3), 232-237.

Liu, H.J., Yan, J., 2019. Crop genome-wide association study: A harvest of biological relevance. Plant J., (97), 8-18.

Losos, J.B., Arnold, S.J., Bejerano, G., Brodie, E.D., Hibbet, D., 2013. Evolutionary biology for the 21st century. PLoS Biology 11 (1), e1001466.

Luo, Y., Liu, H., Yang, S., Zeng, J., Wu, Z., 2019. Sodium alginate-based green packaging films functionalized by guava leaf extracts and their bioactivities. Materials, (12), 2923.

Maedeh, G., 2012. Effect of post harvest treatment on stored cherry tomatoes. Journal. Nutrition and Food Sciences, (2),8.

Maftoonazad, N., Ramaswamy, H.S., Marcotte, M., 2008. Shelf-life extension of peaches through sodium alginate and methyl cellulose edible coatings. International Journal of Food Science and Technology, (43), 951-957.

Martinez-Valverde, I., Periago, M., Provan, G., and Chesson, A., 2002. Phenolic compounds, lycopene and antioxidant activity in commercial varieties of tomato (*Lycopersicum esculentum*). Journal of the Science of Food and Agriculture, (82), 323-330.

Martinez, K., Ortiz, M., Albis, A., Gutierrez Castaneda, C. G., Eliana Valencia, M. ve Grande Tovar, C. D., 2018. The effect of edible chitosan coatings incorporated with *Thymus capitatus* essential oil on the shelf-life of strawberry (fragaria x ananassa) during cold storage. Biomolecules, (8), 1554.

McGuire, R. G., 1992. Reporting of objective color measurements, HortScience, 27 (12), 1254-1255.

McHugh, D.J., 1987. Production, properties and uses of alginates, production and utilization of products from commercial seaweeds. FAO Fisheries Technical Paper, 288, 58.

Melville, J., Haines, M.L., Boysen, K., Hodkinson, L., Kilian, A., Smith Date, K.L., Potvin, D.A., Parris, K.M., 2017. Identifying hybridization and admixture using SNPs: application of the DArTseq platform in phylogeographic research on vertebrates. R. Soc. Open Sci. 4 (7), 161061.

Merghni, A., Marzouki, H., Hentati, H., Aouni, M., Mastouri, M., 2015. Antibacterial and antibiofilm activities of *Laurus nobilis* L. essential oil against *Staphylococcus aureus* strains associated with oral infections. Pathologie Biologie, http://dx.doi.org/10.1016/j.patbio.2015.10.003.

Moe, S., Draget, K.I., Skjak-Braek, G., Smidsrod, O., 1995. Alginates. In: Food polysaccharides and their applications. Stephen, A.M., Ed., . pp 245, New York, Marcel Decker.

Mohammadi, A., Hashemi, M. ve Hosseini, S. M., 2016. Postharvest treatment of nanochitosan-based coating loaded with Zataria multiflora essential oil improves antioxidant activity and extends shelf-life of cucumber. Innovative Food Science and Emerging Technologies, (33), 580–588.

Moreira, M.R., Roura, S.I., Ponce, A., 2011. Effectiveness of chitosan edible coatings to improve microbiological and sensory quality of fresh cut broccoli. Food Science and Technology, 44(10), 2335-2341.

Muñiz-Márqueza, D.B., Rodrígueza, R., Balagurusamyb, N., Carrilloc, M.L., Belmaresa, R. Contrerasa, J.C., Nevárezd, G.V. ve Aguilara, G.V., 2013. Phenolic content

and antioxidant capacity of extracts of *Laurus nobilis L.*, *Coriandrum sativum L.* and *Amaranthus hybridus L.*. CyTA – Journal of Food, 12(3), 271–276.

Naeem, A., Abbas, T., Mohsin Ali, T., Hasnain, A., 2018. Effect guar gum coatings containing essential oils on shelf life and nutritional quality of green-unripe mangoes during low temperature storage. Biological Macromolecules, S0141-8130(17)33339-1.

Nadeem, M.A., Habyarimana, E., Çiftçi. V., Nawaz, M.A., Karaköy, T., 2018(a). Characterization of genetic diversity in Turkish common bean gene pool using phenotypic and whole-genome DArTseq-generated silicoDArT marker information. PloS one, 13 (10), e0205363.

Nadeem, M.A., Nawaz, M.A., Shahid, M., Doğan, Y., Comertpay, G., 2018(b). DNA molecular markers in plant breeding: current status and recent advancements in genomic selection and genome editing. Biotechnol. Biotec. Eq., (32), 261-85.

Nadeem, M.A, Aasim, M., Kırıcı, S., Karık, Ü., Nawaz, M.A., Yılmaz, A., Maral, H., Khawar, K.M. and Baloch, F.S., 2018c. Laurel (*Laurus nobilis* L.): A less-known medicinal plant to the world with diffusion, genomics, phenomics, and metabolomics for genetic improvement. Springer Nature Singapore Pte Ltd., Chap. (28), 631-653.

Nadeem, M.A., 2019. Türk Fasulye Genetik Kaynaklarında Bazı Agronomik Özellikler İçin Genomik Bölgelerin Genom Çapı İlişkili Çalışmalar (GWAS) ile Tanımlanması. (Doktora Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu.

Nadeem, M.A., Gündoğdu, M., Ercişli, S., Karaköy, T., Saracoğlu, O.; Habyarimana, E.; Lin, X., Hatipoğlu, R., Nawaz, M.A., Sameeullah, M., Ahmad, F., Bok-Mi, J., Chung, G., Baloch, F.S., 2020. Uncovering phenotypic diversity and DArTseq marker loci associated with antioxidant activity in common bean. Genes, (11), 36.

Nafis, A., Kasrati, A., Jamali, A.C., Custódio, L., Vitalini, S., Iriti, M. ve Hassani, L., 2020. A comparative study of the in vitro antimicrobial and synergistic effect of essential oils from *Laurus nobilis* L. and *Prunus armeniaca* L. from Morocco with antimicrobial drugs: new approach for health promoting products. Antibiotics, (9), 140.

Nehir El, S., Karagözlü, N., Karakaya, S., Şahin, S., 2014. Antioxidant and antimicrobial activities of essential oils extracted from Laurus nobilis L. leaves by using solvent-free microwave and hydrodistillation. Food and Nutrition Sciences, (5), 97-106.

Nizamlıoğlu, M.N., Sebahattin, N., 2010. Meyve ve sebzelerde bulunan fenolik bileşikler yapıları ve önemleri. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 5(1), 20-35

Norajit, K., Kim, K.M. ve Ryu, G.H., 2010. Comparative studies on the characterization and antioxidant properties of biodegradable alginate films containing ginseng extract. Journal of Food Engineering, 98 (3), 377-384.

Nunes, C. N. ve Emond, J.-P., 2007. Relationship between weight loss and visual quality of fruits and vegetables. Proceedings of the Florida State Horticultural Society, (120), 235-245.

Nurbaş, M. ve Bal, Y., 2005. Recovery of fixed and volatile oils from *Laurus nobilis* L.fruit and leaves by solvent extraction method. Eng.&Arch.Fac. Eskişehir Osmangazi University, (17), 2.

OGM, 2016. Defne Eylem Planı, 2016-2022.

Okan, O. T., Varlıbaş, H., Öz, M., Deniz, İ., 2013. Antioksidan analiz yöntemleri ve doğu karadeniz bölgesinde antioksidan kaynağı olarak kullanılabilecek odun dışı bazı bitkisel ürünler. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 13 (1): 48-59.

Omoni, A.O. ve Aluko, R.E., 2005. The anti-carcinogenic and anti-atherogenic effects of lycopene a review. Trends Food Sci. Technol., (16), 344-350.

Olivas, G.I. and Barbosa-Cánovas, G.V., 2008. Alginate–calcium films: water vapor permeability and mechanical properties as affected by plasticizer and relative humidity. LWT-Food Science and Technology, 41 (2), 359-366.

Ouibrahim, A., Tlili-Ait-kaki, Y., Bennadja, S., Amrouni, S., Djahoudi, A.G. and Djebar, M.R., 2013. Evaluation of antibacterial activity of *Laurus nobilis* L., *Rosmarinus officinalis* L. and *Ocimum basilicum* L. from Northeast of Algeria. African Journal of Microbiology Research, 7(42), 4968-4973.

Önenç, S.S., Açıkgöz, Z., Kırkpınar, F., Küme, T., Tuğalay, Ç., Bayraktar, H., 2016. Chemical compositions and antioxidant activities of the essential oils of some medicinal and aromatic plants. Hayvansal Üretim, 57(2), 7-14.

Özcan, M., ve Chalchat, J. C., 2005. Effect of different locations on the chemical composition of essential oils of laurel (*Laurus nobilis* L.) leaves growing wild in Turkey. Journal of Medicinal Food, 8(3), 408-411.

Özcan, B., Esen, M., Sangun, M.K., Coleri, A. ve Caliskan, M., 2010. Effective antibacterial and antioxidant properties of methanolic extract of *Laurus nobilis* seed oil. Journal of Environmental Biology, 31(5) 637-641.

Özgen, S., 2014. Domatesten Likopen İzolasyonuna Yönelik Monodispers Kromatografik Kolon Dolgu Maddelerinin Sentezi, Likopenin Saflaştırılması Ve Enkapsülasyonu, (Doktora Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, Erciyes Üniversitesi, Kayseri.

Padma Sree, K., Swapna Sree, M., Supriya, P. ve Samreen, S., 2020. Application of chitosan edible coating for preservation of tomato. International Journal of Chemical Studies, 8(4), 3281-3285.

Park, SI., Stan, SD., Daeschel, MA. ve Zhao, Y., 2005. Antifungal coatings on fresh strawberries (fragaria × ananassa) to control mold growth during cold storage. Journal of Food Science, 70(4), 202-207.

Patch, C. S., Sullivan, D. R., ve Fenech, M., 2006. Health benefits of herbs and spices: Cardiovascular disease. The Medical Journal of Australia, 185(4), 7-9.

Pavlath, A.E., Orts, W., 2009. Edible films and coatings: why, what, and how? ın edible films and coatings for food applications. Edited by Milda E. Embuscado, Kerry C. Huber, Springer Dordrecht Heidelberg, 403p., London New York.

Pawar, S.N. ve Edgar, K.J., 2012. Alginate derivatization: A review of chemistry, properties and applications. Biomaterials, (33), 3279-3305.

Pek, Z. and Helyes, L., 2010. Color Changes and Antioxidant Content of Vine and Postharvestripened Tomato Fruits. Hort Science, 45(3), 466–468.

Peralta-Ruiz, Y., Tovar, C., Sinning-Mangonez, A., Coronell, E., Marino, M., Clemencia, C., 2020. Reduction of postharvest quality loss and microbiological decay of tomato "Chonto" (*Solanum lycopersicum L.*) using chitosan-E essential oil-based edible coatings under low-temperature storage. Polymers, (12), 1822.

Perez, C., Agnese, A.M., Cabrera, J.L., 1999. The essential oil of *Senecio graveolens* (Compositae):chemical composition and antimicrobial activity tests. J. Ethnopharmacol, 66 (6), 91–149

Peris, I. ve Blazquez M. A., 2015. Comparative GC-MS analysis of bay leaf (*Laurus nobilis* L.) essential oils in commercial samples, International Journal of Food Properties, 18 (4), 757-762.

Phillips, G.O. and Williams, P.A., 2000. Handbook of Hydrocolloids, Woodhead Publ. Ltd, Cambridge.

Pinheiro, J., Alegria, C., Abreu, M., Gonçalves, E, M., Silva, C.L.M., 2013. Kinetics of changes in the physical quality parameters of fresh tomato fruits (*Solanum lycopersicum*, cv. 'Zinac') during storage. Journal of Food Engineering, (114), 338–345.

Pirbalouti, A.G., Malekpoor, F., Salimi, A., Golparvar, A., 2017. Exogenous application of chitosan on biochemical and physiological characteristics, phenolic content and antioxidant activity of two species of basil (*Ocimum ciliatum* and *Ocimum basilicum*) under reduced irrigation. Scientia Horticulturae, (217), 114-122.

Pranoto, Y., Rakshit, S.K., Salokhe, V.M., 2005. Enhancing antimicrobial activity of chitosan films by incorpo-rating garlic oil, potassium sorbate and nisin. LWT Food Sci Technol, (38), 859-865.

Pries, R., Jeschke, S., Leichtle, A., Bruchhage, K., 2023. Modes of action of 1,8-Cineol in infections and inflammation. Metabolites, (13),751.

Prusky, D., 2011. Reduction of the incidence of postharvest quality losses, and future. Prospects Food Security, (3), 463-474.

Radzevičius, A., Karklelienė, R., Viškelis, P., Bobinas,C., Bobinaitė, R. ve Sakalauskienė, S., 2009. Tomato (*Lycopersicon esculentum Mill*.) fruit quality and physiological parameters at different ripening stages of; Lithuanian cultivars. Agronomy Research, 7(Special issue II), 712–718.

Raffo, A., La Malfa, G., Fogliano, V., Maiani, G. ve Quaglia, G., 2006. Seasonal variations in antioxidant components of cherry tomatoes (*Lycopersicon esculentum* cv. Naomi F1). J Food Comp. Anal., (19), 11-19.

Raghav, PK., Agarwal, N. ve Saini, M., 2016. Edible coating of fruits and vegetables: a review. International Journal of Scientific Research and Modern Education, 1(1), 188- 204.

Raman, R., Qiu, Y., Coombes, N., Song, J., Kilian, A., and Raman, H., 2017. Molecular diversity analysis and genetic mapping of pod shatter resistance loci in *Brassica carinata* L. Front. Plant Sci., (8), 1765.

Ramos-García, M., Bosquez-Molina, E., Hern´andez-Romano, J., Zavala-Padilla, G., Terr´es-Rojas, E., Alia-Tejacal, I., 2012. Use of chitosan-based edible coatings in combination with other natural compounds, to control *Rhizopus stolonifer* and *Escherichia coli* DH5α in fresh tomatoes. Crop Protection, (38), 1–6.

Ramos, C., Teixeira, B., Batista, I., Matos, O., Serrano, C., Neng, N. R., Nogueira, J. M. F., Nunes, M. L., ve Marques, A., 2012. Antioxidant and antibacterial activity of essential oil and extracts of bay laurel *Laurus nobilis* Linnaeus (Lauraceae) from Portugal. Natural Product Research, 26(6), 518-529.

Ramya, V.L., Sharma, R., Gireesh Babu, P., Patchala, S.R., Rather, A., Nandanpawar, P.C., Eswaran, S., 2014. Development of chitosan conjugated DNA vaccine against noda virus in *Macrobrachium* rosenbergii. Journal of fish diseases, 37(9), 815-824.

Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M. ve Rice-Evans, C., 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free radical biology and medicine, 26(9-10), 1231-1237.

Riana, D., Clint, R., Munro, M.ve Rouvay, R.W., 2020. The development of genome-wide single nucleotide polymorphisms in blue wildebeest using the DArTseq platform. Genomics, (112), 3455-3464.

Rinaudo, M., 2006. Chitin and chitosan: properties and applications. Progress in Polymer Science, (31), 603-632.

Ro, N., Haile, M.; Ko, H.-C.; Cho, G.-T., Lee, J.; Kim, B., Lee, S., Kim, S. H., 2023. Genome-wide association study of phenolic content and antioxidant properties in eggplant germplasm. Genes, (14), 1315.

Robinson, J.E., Browne, K.M. ve Burton, W.G., 1975. Storage characteristics of some vegetables and soft fruits. Ann. Appl. Biol., (81), 399-408.

Robledoa, N., Veraa, P., Lópeza, L., Yazdani-Pedramb, M., 2018. Thymol nanoemulsions incorporated in quinoa protein/chitosan edible films; antifungal effect in cherry tomatoes. Food Chemistry, (246), 211-219.

Robles- Sanchez, R.M., Rojas-Graü, M.A., Odriozola-Serrano, I., Gonzalez-Aguilar, G. ve Martin-Belloso, O., 2012. Influence of alginate-based edible coating as carrier of antibrowning agents on bioactive compounds and antioxidant activity in fresh-cut Kent mangoes. LWT-Food Scienceand Technology, (50), 240246.

Rodriguez-Garcia, I., Cruz-Valenzuela, M. R., Silva-Espinoza, B. A., Gonzalez-Aguilar, G. A., Moctezuma, E., Gutierrez-Pacheco, M. M., Ayala-Zavala, J. F., 2016. Oregano (*Lippia graveolens*) essential oil added within pectin edible coatings prevents fungal decay and increases the antioxidant capacity of treated tomatoes. Journal of the Science of Food and Agriculture, (96), 3772-3778.

Rojas-Graü, M., Tapia, M., Rodríguez, F., Carmona, A. and Martin-Belloso, O., 2007. Alginate and gellan-based edible coatings as carriers of antibrowning agents applied on fresh-cut Fuji apples. Food Hydrocolloids, 21 (1), 118-127.

Rojas-Graü, M. A., Raybaudi-Massilia, R. M., Soliva-Fortuny, R. C., Avena-Bustillos, R. J., McHugh, T. H., & Martín-Belloso, O., 2007. Apple puree-alginate edible coating as carrier of antimicrobial agents to prolong shelf-life of fresh-cut apples. Postharvest Biology and Technology, (45), 254–264.

Romanazzi, G., Feliziani, E., Baños, S. B. ve Sivakumar, D., 2017. Shelf life extension of fresh fruit and vegetables by chitosan treatment. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 57 (3), 579-601.

Ruelas-Chacon, X., Contreras-Esquivel, J.C., Montañez, J., Aguilera-Carbo, A.F., Reyes-Vega, M.L., Peralta-Rodriguez, R.D., Sanchéz-Brambila, G., 2017. Guar gum as an edible coating for enhancing shelf-life and improving postharvest quality of Roma tomato (*Solanum lycopersicum* L.). Journal of Food Quality, Article ID 8608304, 9.

Saharkhiz, M.C., Taban, A., Niakousaric, M., 2018. Sweet bay (*Laurus nobilis* L.) essential oil and its chemical composition, antioxidant activity and leaf micromorphology under different extraction methods. Sustainable Chemistry and Pharmacy, (9), 12–18.

Saldana, M.D.A ve Martinez-Monteagudo, S.I., 2013. Oxidative stability of fats and oils measured by differential scanning calorimetry for food and industrial applications. InTech., doi: 10.5772/54486.

Salimgandomi, S. ve Shabrangi, A., 2016. The effect of chitosan on antioxidant activity and some secondary metabolites of *Mentha piperita* L. Journal of Pharmaceutical and Health Sciences, 4(2), 135-142.

Sánchez-González, L., Pastor, C., Vargas, M., Chiralt, A., González-Martinez, C., Cháfer, M. 2011. Effect of hydroxypropylmethylcellulose and chitosan coatings with and without bergamot essential oil on quality and safety of cold-stored grapes. Postharvest Biol Technol, (60), 57-63.

Sang-Jo, K., Yoonje, C., Jaejoon, H., 2017. Oregano essential oil-based natural antimicrobial packaging film to inactivate *Salmonella enterica* and yeasts/molds in the atmosphere surrounding cherry tomatoes. Food Microbiology, S0740-0020(16)31007-3.

Santos, L.G., Silva, A., Gomes, B.M., Martins, V.G., 2020. A novel sodium alginate active films functionalized with purple onion peel extract (*Allium cepa*). Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, doi.org/10.1016/j.bcab.2021.102096.

Sellimi, S., Younes, I., Ayeda, H.B., Maalej, H., Montero, V., Rinaudoc, M., Dahia, M., Mechichi, T., Hajji, M., Nasri, M., 2015. Structural, physicochemical and antioxidant properties of sodium alginate isolated from a Tunisian brown seaweed. International Journal of Biological Macromolecules, (72), 1358-1367.

Sevindik, O. ve Selli, S., 2016. Üzüm çekirdek yağı eldesinde kullanılan ekstraksiyon yöntemleri. Gıda, 42(1), 95-103.

Shahbazi, Y., 2018. Application of carboxymethyl cellulose and chitosan coatings containing *Mentha spicata* essential oil in fresh strawberries. International Journal of Biological Macromolecules, (112), 264-272.

Shahidi, F., Arachchi, J. K. V., Jeon, Y., 1999. Food applications of chitin and chitosans. Trends in Food Science & Technology, (10), 37-51.

Shapiil, R.A., Othman, S.H., Nordin, N., Kadir, R., Naim, N.M., 2019. Antimicrobial properties of starch films incorporated with chitosan nanoparticles: in vitro and in vivo evaluation. Carbohydrate Polymers, 19.

Sharma, P., Shehin, VP., Kaur, N.ve Vyas, P., 2018. Application of edible coatings on fresh and minimally processed vegetables: a review. International Journal of Vegetable Science, 1-20.

Sindhi, V., Gupta, V., Sharma, K., Bhatnagar, S., Kumari, R., & Dhaka, N. (2013). Potential applications of antioxidants – A review. Journal of Pharmacy Research, 7(9), 828–835.

Singh, S., ve Singh, R. P., 2008. In vitro methods of assay of antioxidants: an overview. Food Reviews International. (24), 392-415.

Singleton, V. L. ve Rossi, J.A., 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. American Journal of Enology and Viticulture, 16(3), 144-158.

Siripatrawan, U., Harte, B.R., 2010. Physical properties and antioxidant activity of an active film from chitosan incorporated with green tea extract. Food Hydrocolloids, (24), 770-775.

Stefanova, G., Girova, T., Gochev, V., Stoyanova, M., Petkova, Z., Stoyanova, A., Zheljazkov, V., 2020. Comparative study on the chemical composition of laurel (*Laurus nobilis* L.) leaves from Greece and Georgia and the antibacterial activity of their essential oil. Heliyon 6, e05491.

Şafak, İ. ve Okan, T., 2004. Kekik, defne ve çam fıstığının üretimi ve pazarlaması, Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü DOA Dergisi, (10), 101-129.

Tabassum, N. ve Khan, M. A., 2020. Modified atmosphere packaging of fresh-cut papaya using alginate based edible coating: Quality evaluation and shelf life study. Scientia Horticulturae, 259(108853).

Temiz, H. ve Yeşilsu, A.F., 2006. Bitkisel protein kaynaklı yenilebilir film ve kaplamalar. Gıda Teknolojisi Dergisi, (2), 41-50.

Tezcan, F., 2008. Aljinat/ Kil Biyopolimer Nanokompozit Filmlerin Eldesi ve Karakterizasyonu. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, İstanbul.

Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Zevallos, L. ve Byrne, D. H., 2006. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating 56 antioxidant activity from guava fruit extracts, Journal of Food Composition and Analysis, 19 (6-7), 669-675.

Thompson, K.A., Marshall, M.R., Sims, C.A., Wei, C.I., Sargent, S.A. ve Scott, J.W., 2000. Cultivar, maturity, and heat treatment on lycopene content in tomatoes. *J. Food Sci*., (65), 791-795.

Tiribolulu, T., 2019. Aktif Ambalajlama Ve Depolama Sıcaklığının Kiraz Domates Ve Badem Hıyarın Raf Ömrüne Etkisi. (Yüksek Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Sakarya Üniversitesi, Sakarya.

Tokatlı, K., 2016. Karides Atıklarından Kitosan Üretġm Koşullarının Optimizasyonu Ve Kitosandan Elde Edilen Yenilebilir Film Kaplamanın Kirazların Raf Ömrüne Etkisi. (Doktora Tezi), Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Tokat Gaziosman Paşa Üniversitesi, Tokat.

Tomar, O., Akarca, G., Gök, V., Ramadan, M.F., 2020. Composition and antibacterial effects of laurel (*Laurus nobilis* L.) leaves essential oil. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 23 (2), 414-421.

Tosun, F., Sağsöz, S., 2005. Bitki Islahı Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi DersYayınları No:172.

Tural, S., ve Turhan, S., 2017. Antimicrobial and antioxidant properties of thyme (*Thymus vulgaris* L.), rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and laurel (*Lauris nobilis* L.) essential oils and their mixtures. The Journal of Food, 42(5), 588-596.

Tural, S., Sarıcaoğlu, F.T., Turhan, S., 2017. Yenilebilir film ve kaplamalar: üretimleri, uygulama yöntemleri, fonksiyonları ve kaslı gıdalarda kullanımları. Sidas Medya Akademik Gıda, 15(1), 84-94.

TÜİK, 2023. Türkiye İstatistik Kurumu. http://www.tuik.gov.tr, (11.09.2023).

Tümen, İ., 2010. Tıbbi bitkilerin Ekonomik Değeri. Bitkilerle Tedavi Sempozyumu, 123s İstanbul.

Uçan, F. ve Mercimek, H.A., 2013. Gıda endüstrisinde kitosan filmlerin önemi. Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 1(2): 79-85.

UNDP, 2018. Odun Dışı Orman Ürünleri Defne Değer Zinciri Analizi Araştırma Raporu.

URL-1,https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/154840/mod_resource/content/1/U%C3%A7ucu%20Ya%C4%9Flar-Genel%20K%C4%B1s%C4%B1m-1.pdf, (17.08.2023)

URL-2, https://caliskanlab.com/clevenger-duzenegi, (17.08.2023).

URL-3, https://avesis.istanbul.edu.tr/resume/downloadfile/osagirli?key=d31332e2-1796-4ddf-b784-77197c3e064f, (17.08.2023)

URL-4, https://www.gidahatti.com/makale/11529243/can-kayacilar/superkritik-ekstraksiyon-bitkisel-ozut-elde-etme-teknolojisi, (18.08.2023)

URL-5, https://avys.omu.edu.tr>public>hasan.akay, (14.09.2023).
URL-6, https://bibaktim.net/domates-cesitleri-ve-isimleri-en-yaygin-6-domates-turu-ve-ozellikleri/, (26.09.2023).
URL-7, https://www.adaga.com.tr/tr/kitin-kitosan1/kitosanin-ulke-ekonomisine-katkisi.html, (22.09.2023).
URL-8, https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=VXxsJnjP41k, (27.09.2023).
URL-9. https://web.hitit.edu.tr/dosyalar/duyurular/hulyacakmak@hititedutr011220189A6L8V9X.pdf, (28.11.2023).
U.S. Food and Drug Administration, 2018. Code for Federal Regulations Title 21 Part 184— Direct Food Substances Affirmed as Generally Recognized as Safe. Available online: https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch.cfm?fr=184.1724,(20.09.2023).
Ünalan, İ.U., Arcan, İ., Korel, F. ve Yemenicioğlu, A., 2013. Application of active zein-based films with controlled release properties to control *Listeria monocytogenes* growth and lipid oxidation in fresh Kashar cheese. Innovative Food Science & Emerging Technologies, (20), 208-214.
Üstünol, Z., 2009. Edible films and coatings for meat and poultry. ın edible films and coatings for food applications, Edited by Milda E. Embuscado, Kerry C. Huber, Springer Dordrecht Heidelberg London, 403p., New York,
Ütük, G., 2016. Kitosan Kaplanmış Çileğin Mikrobiyolojik Kalitesi ve Raf Ömrünün Araştırılması. (Yüksek Lisans Tezi), Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş.
Valero, D., Diaz-Mula, H.M., Zapata, P.J., Guillen, F., Martrnez-Romero, D., Castillo, S. ve Serrano, M., 2013. Effects of alginate edible coating on preserving fruit in four plum cultivars during postharvest storage. Postharvest Biology and Technology, (77), 1-6.
Vasco, C., Ruales, J., Kamal-Eldin, A., 2008. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. Food Chemistry, (11), 816–823.
Won, J., Jo Lee, S., Park, H., Song, K.B., Min, S.C., 2017. Edible coating using a chitosan-based colloid incorporating grapefruit seed extract for cherry tomato safety and preservation. Journal of Food Science, doi: 10.1111/1750-3841.14002.
Wong, S.P., Leong, L.P., Koh, J.H.W., 2006. Antioxidant activities of aqueous extracts of selected plants. Food Chemistry, (99), 775-83.
Yazıcı, H., 2002. Batı Karadeniz Bölgesinde Yetişen Defne (Laurus nobilis L.) Yaprak ve Meyvelerinden Faydalanma İmkanlarının Araştırılması, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Zonguldak.
Yenici, G., 2012, pH'a duyarlı kitosan jellerinin sentezi ve karakterizasyonu.(Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
Yıldız Oğuzhan, P. ve Yangılar, F., 2016. Yenilebilir film ve kaplamaların gıda endüstrisinde kullanımı. BEÜ Fen Bilimleri Dergisi, 5(1), 27-35.
Yılmaz, E. 2001. The chemistry of fresh tomato flavor. Turkish Journal of Agricultural and Forestry, (25), 149-155.
Yılmaz, B., 2015. Abhazya, Artvin, Trabzon, Samsun, Bartın Ve Hatay Bölgesinde Yetişen Defne (*Laurus Nobilis* L.)'nin Yaprak Ve Meyvelerinin Uçucu Yağ Ve

Yağ Asitlerinin Belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi), Lif ve Kağıt Teknolojisi Anabilim Dalı, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.

Yılmaz, A., 2020. Türkiye'nin Farklı Bölgelerinden Toplanan Defne (Laurus Nobilis L.) Genotiplerinin Moleküler Karakterizasyonu. (Doktora Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü. Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu.

Yılmaztekin, M., 2005. Gıda biyoteknolojisinde aroma maddelerinin süperkritik akışkan yöntemiyle ekstraksiyonu. Gıda, 30(4), 269-274.

Yorgancılar, M., Yakışır, E., Erkoyuncu, M., 2015. Moleküler markörlerin bitki ıslahında kullanımı. Journal of Bahri Dagdas Crop Research, 4 (2), 1-12.

Younes, M., Aggett, P., Aguilar, F., Crebelli, R., Filipi'c, M., Jose Frutos, M., Galtier, P., Gott, D., Gundert-Remy, U., Georg Kuhnle, G., 2017. Re-evaluation of alginic acid and its sodium, potassium, ammonium and calcium salts as food additives. EFSA J., (15), 5049.

Yousuf, B., Wu, S., and Siddiqui, M.W., 2021. Incorporating essential oils or compounds derived thereof into edible coatings: Effect on quality and shelf life of fresh/fresh-cut produce. Trends in Food Science & Technology, (108), 245–257.

Yüksel, Ç., 2020. Kitosan İle Kaplanan ve Vakum Paketlenen Taze Kesilmiş Balkabağı Dilimlerinin Depolama Stabilitesinin Belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi), Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu.

Zhou, K., Yu, L., 2006. Total phenolic contents and antioxidant properties of commonly consumed vegetables grown in Colorado. LWT, (39), 1155-1162.

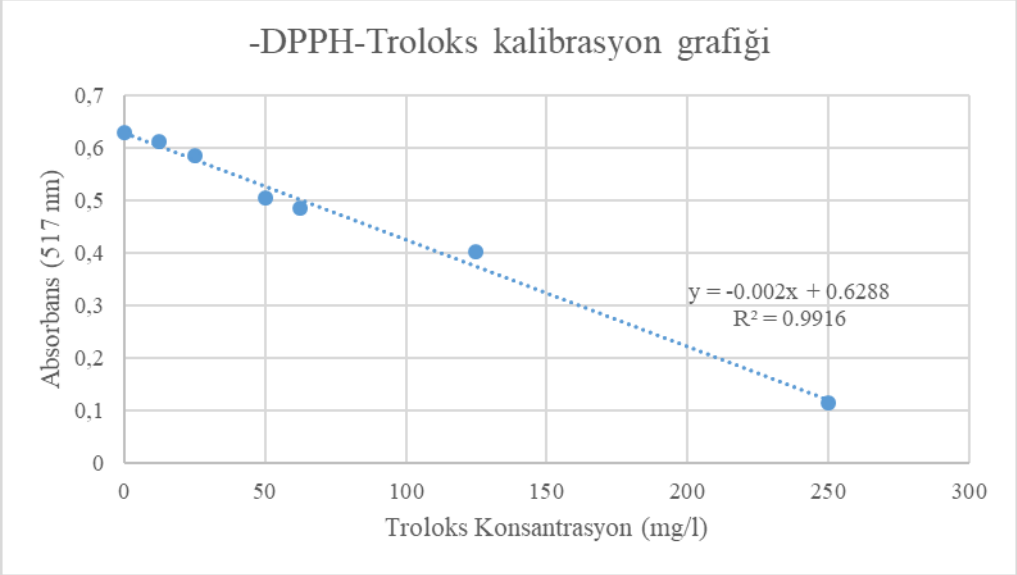
Znidarcic, D., Ban, D., Oplanić, M., Karić, L., Požrl, T., 2010. Influence of postharvest temperatures on physicochemical quality of tomatoes (*Lycopersicon esculentum Mill*.). Journal of Food, Agriculture & Environment, 8(1),21- 25.

7. EKLER

EK 7.1. DPPH yönteminde kullanılan çözeltiler ve kalibrasyon eğrisi

0.01 mM DPPH çözeltisi: 3.94 mg DPPH tartılıp 100 ml'lik balon jojeye eklenmiştir. Çizgiye kadar %80 metanol:saf su tamamlanarak 1 saat karanlıkta ve oda sıcaklığında bekletilmiştir.

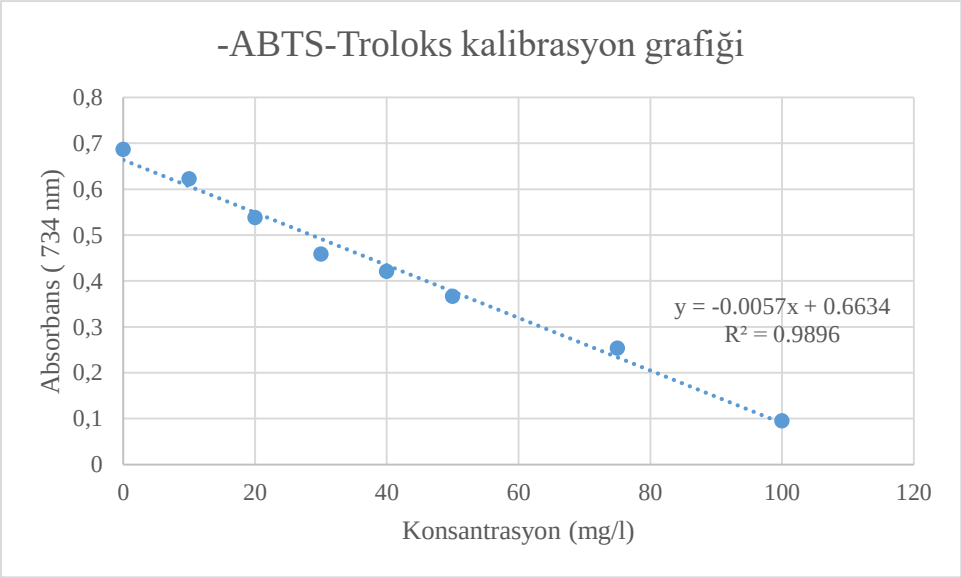
Troloks çözeltisi (250 mg/l): 0.025 g troloks tartılıp 100 ml'lik balon jojeye alınmıştır. Çizgiye kadar %80 metanol:safsu ile tamamlanmıştır.



EK 7.2. ABTS yönteminde kullanılan çözeltiler ve kalibrasyon eğrisi

7 mM ABTS: 19.2 mg ABTS tartılıp 5 ml saf suda çözündürülmüştür.
2.45 mM potasyum peroksidisülfat ($K_2S_2O_8$): 3.3 mg $K_2S_2O_8$ tartılıp 5 ml saf suda çözündürülmüştür.

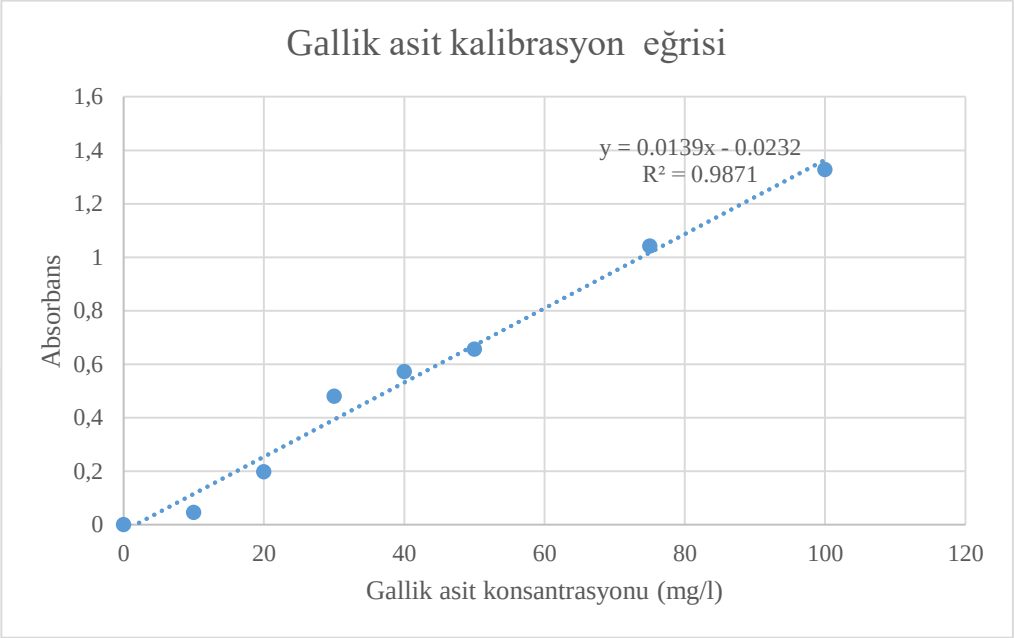
Troloks çözeltisi (100 mg/l): 0.01 g troloks tartılıp 100 ml'lik balon jojeye eklenmiştir. Çizgiye kadar %80 metanol:saf su ile tamamlanmıştır.



EK 7.3. Toplam fenolik madde tayininde kullanılan çözeltiler ve kalibrasyon eğrisi

%7.5 Sodyum karbonat (Na_2C0_3) çözeltisi: 7.5 g Na_2C0_3 tartıldıktan sonra 100 ml'lik balon jojeye aktarılmıştır. Bir miktar saf su ile tamamlandıktan sonra ısıtıcılı manyetik karıştırıcıda çözündürüldükten sonra çizgiye kadar tekrar saf su ile tamamlanmıştır.

Gallik asit çözeltisi (100 mg/l): 0.01 g gallik asit tartılıp 100 ml'lik balon jojeye eklenmiştir. Çizgiye kadar %80 metanol:saf su ile tamamlanmıştır.



EK 7.4. 25 ºC'de 7.günde kontrol grubu domateslerin görüntüsü

EK 7.5. 25 ºC'de 7.günde kitosan kaplaması (sırasıyla %1, 1.5 ve 2) yapılmış domateslerin görüntüsü

EK 7.6. 25 º C'de 7.günde sodyum aljinat kaplaması (sırasıyla %1, 1.5 ve 2) yapılmış domateslerin görüntüsü

EK 7.7. 4 ºC'de 7.günde kontrol grubu domateslerin görüntüsü

EK 7.8. 4 ºC'de 7.günde kitosan kaplaması (sırasıyla %1, 1.5 ve 2) yapılmış domateslerin görüntüsü

EK 7.9. 4 º C'de 7.günde sodyum aljinat kaplaması (sırasıyla %1, 1.5 ve 2) yapılmış domateslerin görüntüsü

EK 7.10. 4 ºC'de 14.günde kontrol grubu domateslerin görüntüsü

EK 7.11. 25 ºC'de 14.günde kitosan kaplaması (sırasıyla %1, 1.5 ve 2) yapılmış domateslerin görüntüsü

EK 7.12. 25 º C'de 14.günde sodyum aljinat kaplaması yapılmış domateslerin görüntüsü

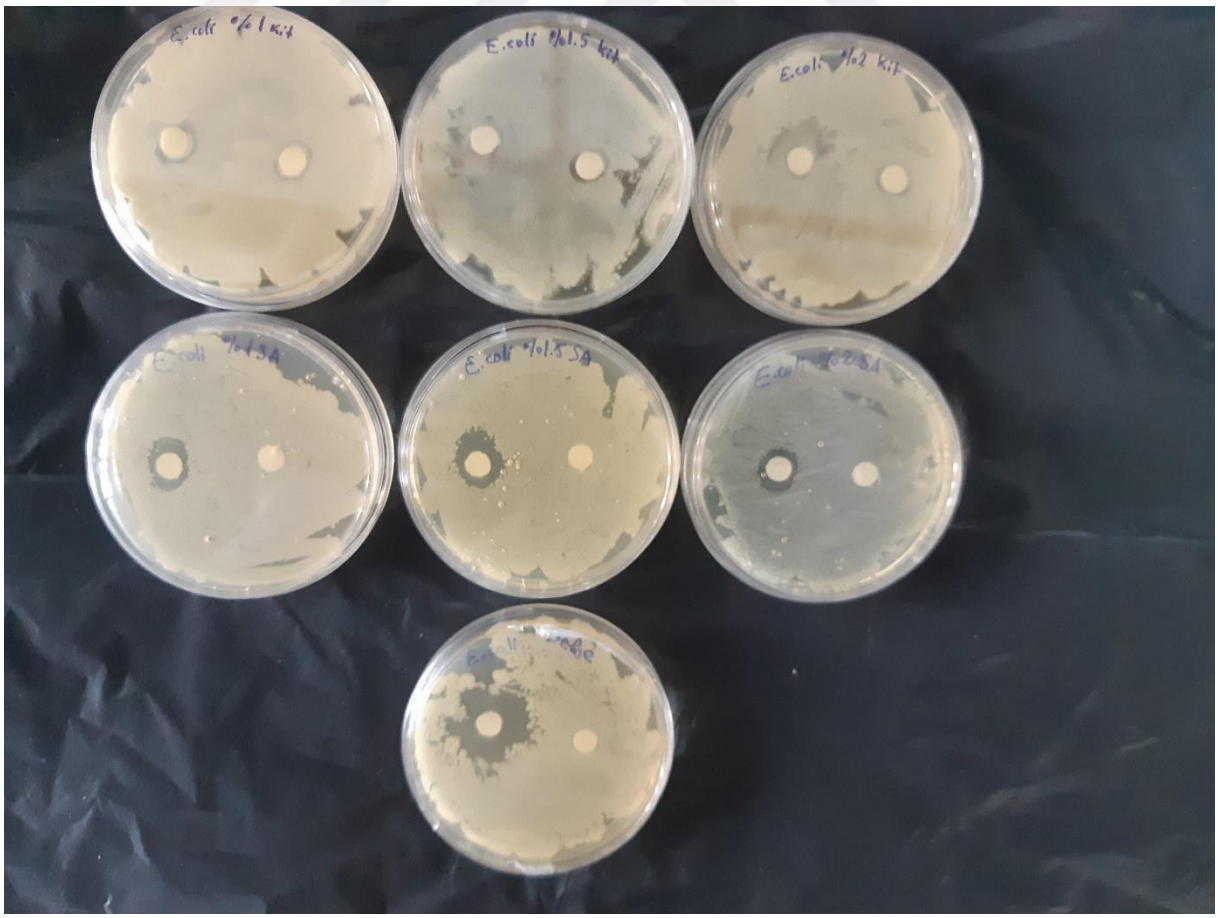
EK 7.13. 25 ºC'de 21.günde kitosan kaplaması (sırasıyla %1, 1.5 ve 2) yapılmış domateslerin görüntüsü

EK 7.14. 4 º C'de 21.günde kitosan kaplaması yapılmış domateslerin görüntüsü

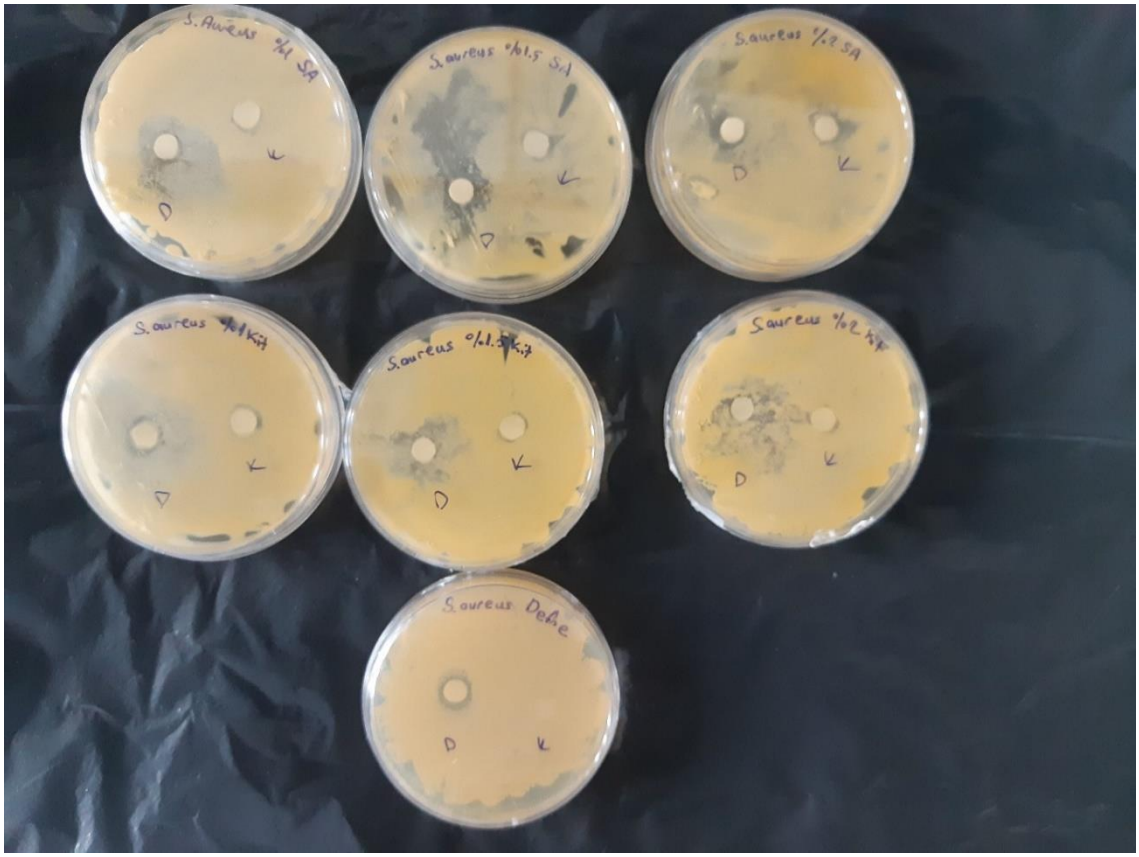
EK 7.15. 4 º C'de 21.günde sodyum aljinat kaplaması yapılmış domateslerin görüntüsü

EK 7.16. *Salmonella* spp'nin kaplama solüsyonları ve defne uçucu yağındaki görüntüsü

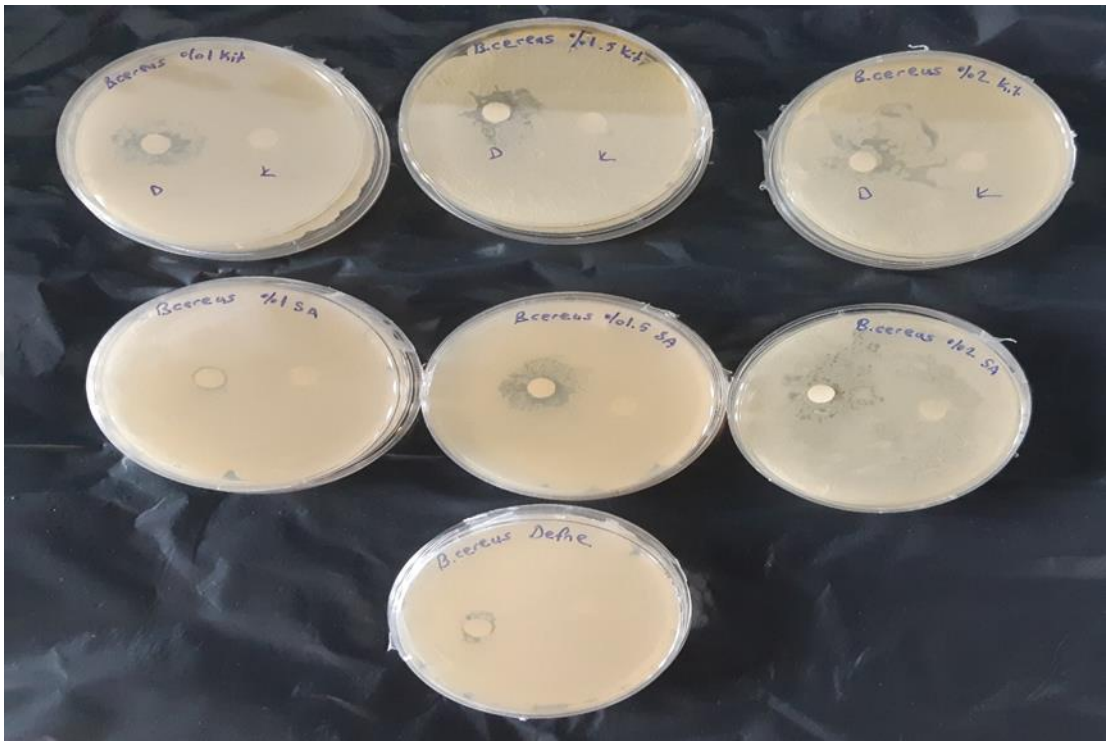
EK 7.17. *E. coli*'nin kaplama solüsyonları ve defne uçucu yağındaki görüntüsü



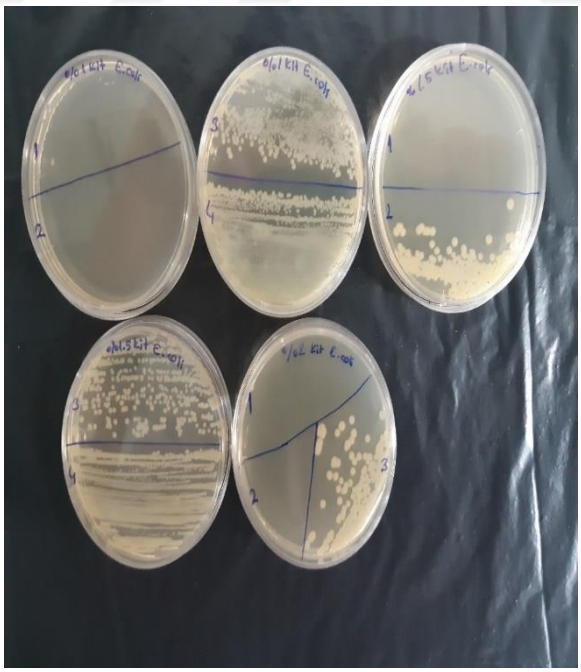
EK 7.18. *S. aureus*'un'nin kaplama solüsyonları ve defne uçucu yağındaki görüntüsü

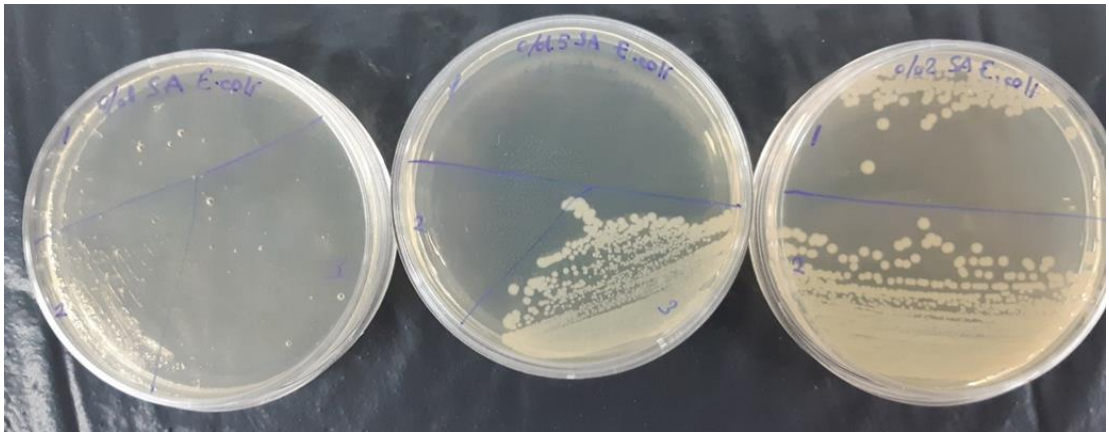


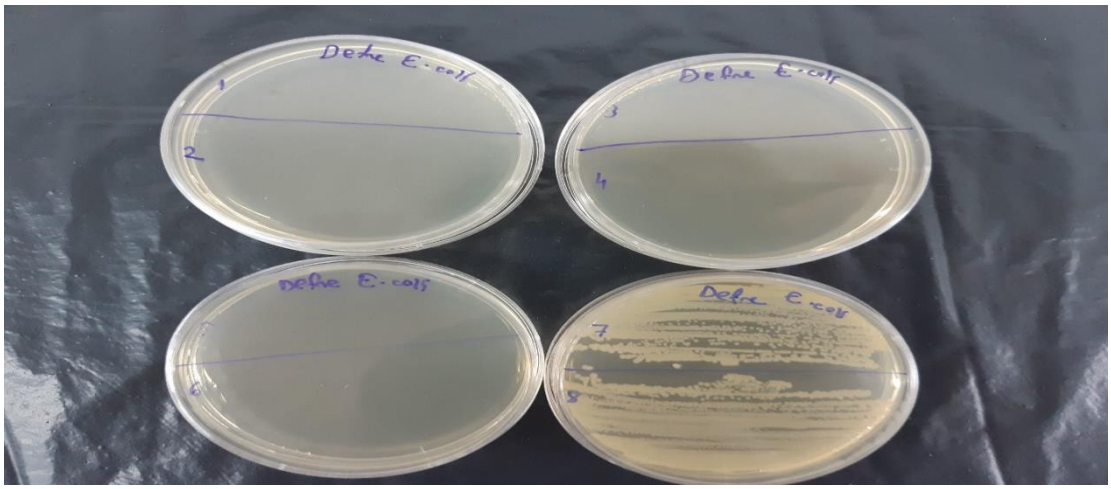
EK 7.19. *B. cereus*'un'nin kaplama solüsyonları ve defne uçucu yağındaki görüntüsü



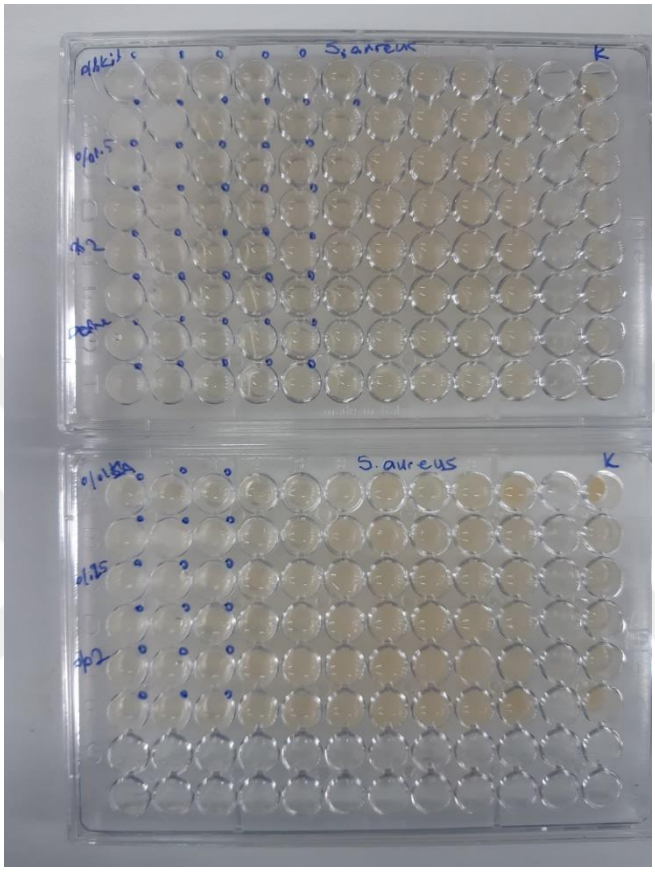
EK 7.20. *E.coli*'nin kitosan. sodyum aljinat ve defne uçucu yağında MİK plaka görüntüsü ve antibakteriyel aktivite

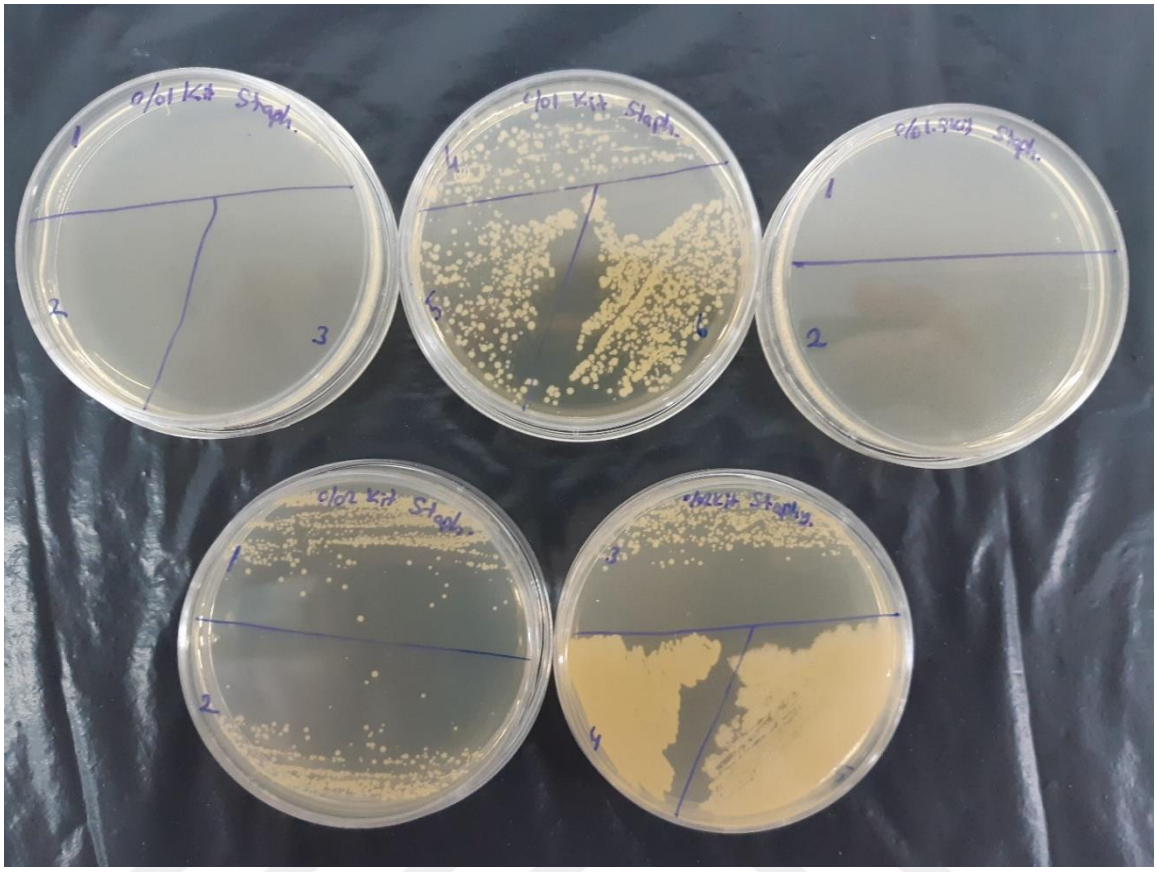


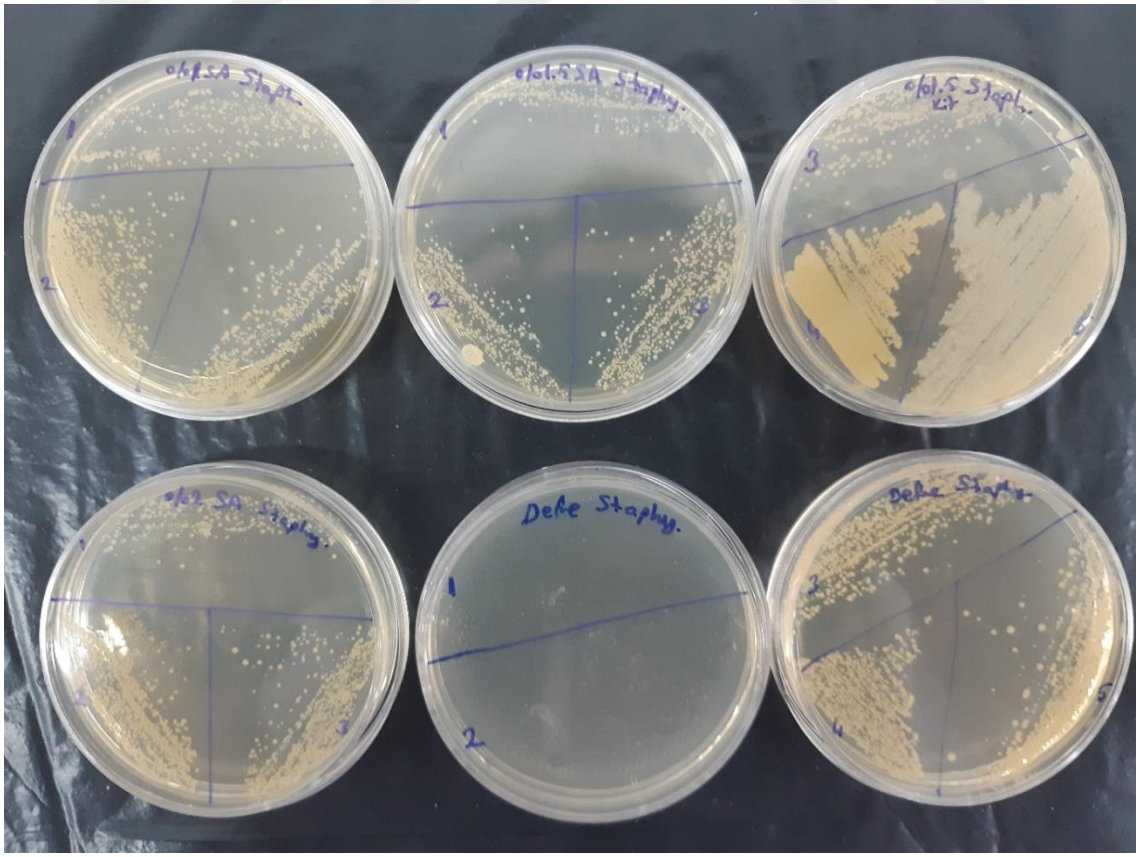

c/01 SA E.coli
c/01.5 SA E.coli
c/02 SA E.coli


Defne E.coli
Defne E.coli
Defne E.coli
Defne E.coli

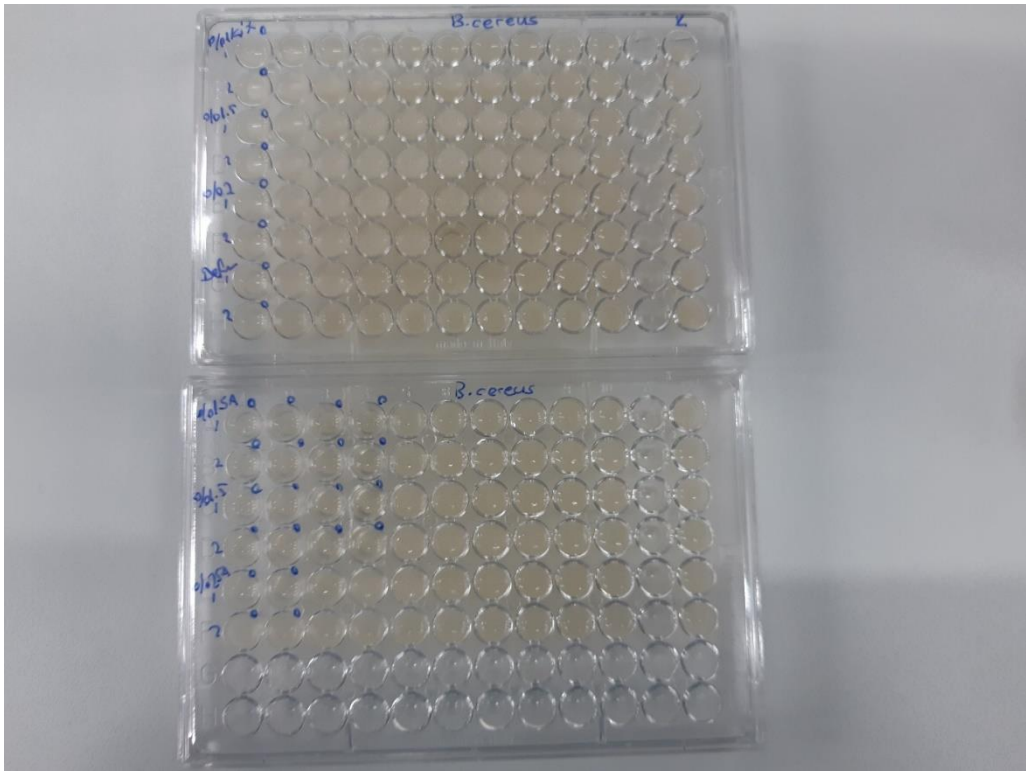
EK 7.21. *S.aureus*'un kitosan. sodyum aljinat ve defne uçucu yağında MİK plaka görüntüsü ve antibakteriyel etkisi

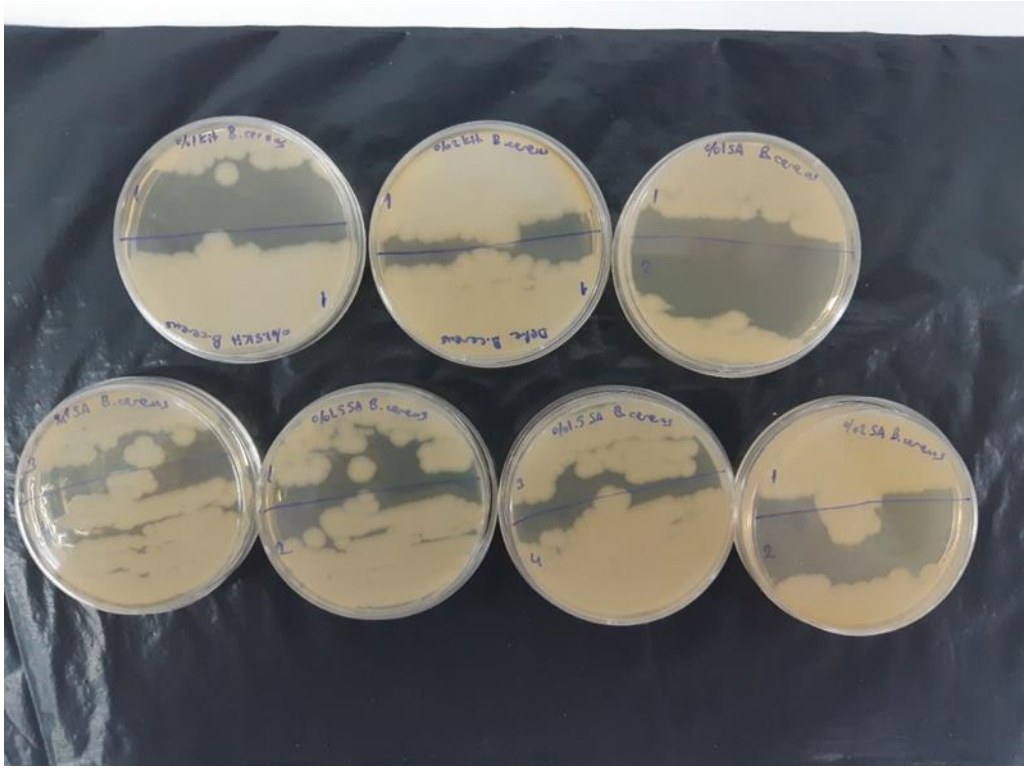



0/01 Kit Staph.
0/01 Kit Staph.
0/02 Kit Staph.
0/02 Kit Staphy.

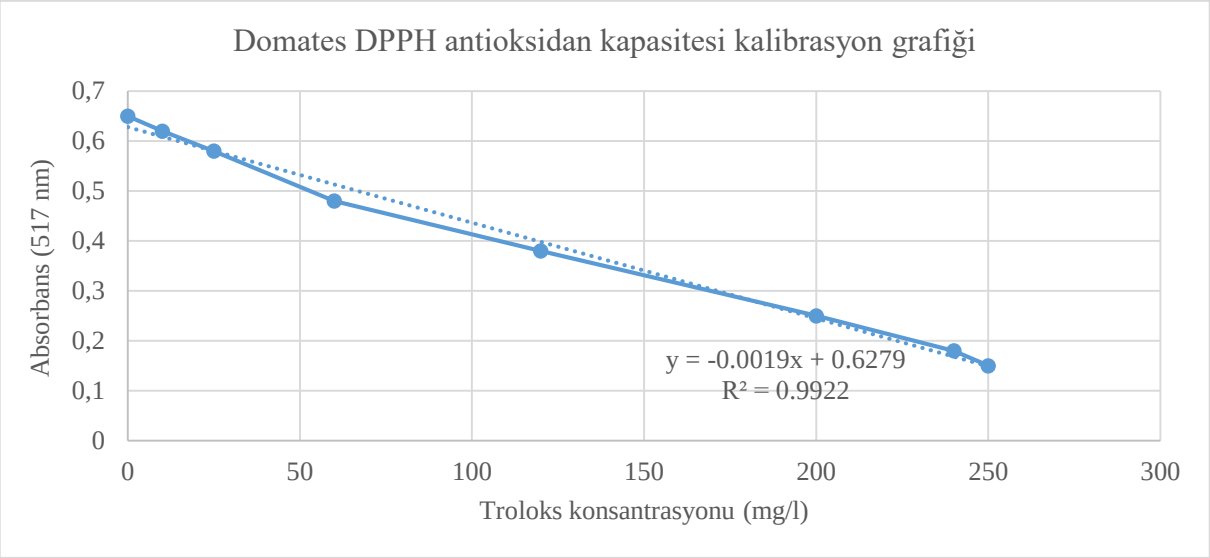

0/01 SA Staph.
0/01.5 SA Staphy.
0/01.5 Staph. Kit
0/02 SA Staphy.
Defe Staphy.
Defe Staphy.

EK 7.22. *B.cereus*'un kitosan. sodyum aljinat ve defne uçucu yağında MİK plaka görüntüsü ve antibakteriyel etkisi

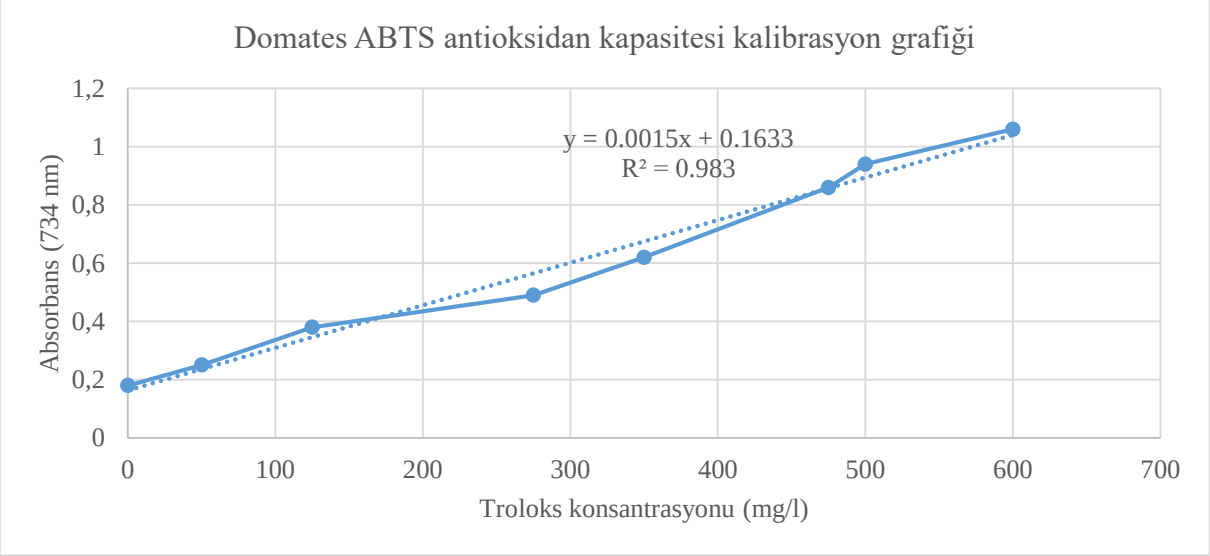




EK 7.23 Çeri domateste yapılan DPPH yöntemiyle yapılan antioksidan aktivitesi için kalibrasyon eğrisi



EK 7.24 Çeri domateste yapılan ABTS yöntemiyle yapılan antioksidan aktivitesi için kalibrasyon eğrisi



EK 7.25 Çeri domateste toplam fenolik madde tayini için kalibrasyon eğrisi