



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**TOPLU BESLENMEDE DEZENFEKTAN OLARAK  
KULLANILAN KLOR YERİNE PORTAKAL KABUĞU VE  
BİBERİYE YAĞLARININ ANTİMİKROBİYAL  
ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Murat ALTAN**

**BESLENME VE DİYETETİK ANABİLİM DALI  
DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN**

**Prof. Dr. Funda Pınar ÇAKIROĞLU**

**ANKARA**

**2022**

## **Etik Beyan**

Ankara Üniversitesi

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Doktora tezi olarak hazırlayıp sunduğum “Toplu Beslenmede Dezenfektan Olarak Kullanılan Klor Yerine Portakal Kabuğu ve Biberiye Yağlarının Antimikrobiyal Etkilerinin Araştırılması” başlıklı tez; bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımdan yazılmıştır. Tezimin fikir/hipotezi tümüyle tez danışmanım ve bana aittir. Tezde yer alan çalışma/araştırma tarafımdan yapılmış olup, tüm cümleler, yorumlar bana aittir.

Yukarıda belirtilen hususların doğruluğunu beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı: Murat ALTAN

Tarih: 30.06.2022

İmza:

Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı'nda

Murat ALTAN tarafından hazırlanan

“Toplu Beslenmede Dezenfektan Olarak Kullanılan Klor Yerine Portakal Kabuğu ve Biberiye Yağlarının Antimikrobiyal Etkilerinin Araştırılması” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından DOKTORA TEZİ olarak OY BİRLİĞİ ile kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 30.06.2022

İmza

Prof. Dr. Funda Pınar ÇAKIROĞLU

Ankara Üniversitesi

Jüri Başkanı

İmza

Prof. Dr. Özlem KÜPLÜLÜ

Ankara Üniversitesi

Üye

İmza

Prof. Dr. Muhittin TAYFUR

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Üye

İmza

Prof. Dr. Nurcan YABANCI AYHAN

Ankara Üniversitesi

Üye

İmza

Doç. Dr. Yahya ÖZDOĞAN

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi

Üye

Tez hakkında alınan jüri kararı, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü yönetim kurulu tarafından onaylanmıştır.

İmza

Prof. Dr. Fügen AKTAN

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## İÇİNDEKİLER

|  |           |
|--|-----------|
| Etik Beyan   | ii        |
| Kabul Onay   | iii       |
| İçindekiler  | iv        |
| Önsöz  | vi        |
| Simgeler ve Kısaltmalar  | vii       |
| Şekiller   | viii      |
| Çizelgeler   | ix        |
| <b>1. GİRİŞ</b>  | <b>1</b>  |
| 1.1. Taze Sebzelerin Patojen Bulaş Kaynakları  | 3         |
| 1.2. Toplu Beslenme Sistemlerinde Hijyen   | 6         |
| 1.3. Gıdalarda Bulunan Patojenik Bakteriler  | 8         |
| 1.3.1. <i>Salmonella enteritidis</i>   | 8         |
| 1.4. Taze Sebzelerin Dezenfeksiyonunda Kullanılan Dezenfektanlar   | 10        |
| 1.4.1. Organik Asit ve Tuzları   | 10        |
| 1.4.2. Ozon  | 11        |
| 1.4.3. Klorlu Bileşikler   | 12        |
| 1.4.4. Diğer Dezenfektanlar  | 14        |
| 1.5. Klorlu Bileşiklerin Sağlık Üzerine Etkisi   | 15        |
| 1.6. Antimikrobiyal Bitkiler   | 17        |
| 1.6.1. Bitkisel Esansiyel (Uçucu) Yağlar ve Antimikrobiyal Açından Aktivite Mekanizması  | 18        |
| 1.6.2. Portakal ( <i>Citrus sinensis</i> ) Kabuğu Yağı   | 22        |
| 1.6.3. Biberiye ( <i>Rosmarinus officinalis L.</i> ) Yağı  | 24        |
| <b>2. GEREÇ ve YÖNTEM</b>  | <b>29</b> |
| 2.1. Araştırmanın Zamanı Yeri ve Örneklem Seçimi   | 29        |
| 2.2. Antimikrobiyal Bitki Ekstraktı (Esansiyel Yağ) Elde Edilmesi  | 29        |
| 2.3. Araştırma Yöntemi   | 30        |
| 2.3.1. Yeşil Yapraklı Sebzelerin Analize Hazırlanması  | 30        |
| 2.3.2. Bakteri Kültürünün Hazırlanması   | 31        |
| 2.4. Mikrobiyolojik Analizde Kullanılacak Olan Besiyeri ve Çözeltilerin Hazırlanması   | 31        |
| 2.5. Mikrobiyolojik Analiz   | 32        |
| 2.5.1. Yeşil Yapraklı Sebzelere Mikroorganizma Aşılması  | 32        |
| 2.5.2. Yeşil Yapraklı Sebzelere Dezenfektan Madde Uygulaması   | 33        |
| 2.5.3. Besiyerinde <i>Salmonella enteritidis</i> Aranması  | 34        |
| 2.6. Verilerin İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi  | 38        |
| <b>3. BULGULAR</b>   | <b>39</b> |
| 3.1. Kontrol Grubunun Diğer Dezenfektanlar ile Kıyaslanması  | 41        |
| 3.2. Farklı Konsantrasyonlardaki Portakal Kabuğu Yağı, Biberiye Yağı ve Klorun 5 Dakika Uygulamasının Grup İçi Antimikrobiyal Etkileri | 44        |

|   |           |
|---|-----------|
| 3.3. Farklı Konsantrasyonlardaki Portakal Kabuğu Yağı, Biberiye Yağı ve Klorun 15 Dakika Uygulamasının Grup İçi Antimikrobiyal Etkileri   | 45        |
| 3.4. Aynı Konsantrasyonlardaki Dezenfektanların Farklı Sürelerdeki Antimikrobiyal Etkilerinin Karşılaştırılması                           | 46        |
| 3.5. Aynı Konsantrasyon ve Aynı Süre Uygulanan Portakal Kabuğu Yağı, Biberiye Yağı ve Klorun Antimikrobiyal Etkilerinin Karşılaştırılması | 48        |
| <b>4. TARTIŞMA</b>  | <b>50</b> |
| 4.1. Portakal Kabuğu ve Biberiye Yağının Farklı Süre ve Farklı Konsantrasyon Uygulamalarının Dezenfektan Etkinliği                        | 51        |
| 4.2. Uygulanan Farklı Dezenfektanların Antimikrobiyal Etkileri  | 54        |
| <b>5. SONUÇ ve ÖNERİLER</b>   | <b>56</b> |
| <b>ÖZET</b>   | <b>58</b> |
| <b>SUMMARY</b>  | <b>59</b> |
| <b>KAYNAKLAR</b>  | <b>60</b> |
| <b>ÖZGEÇMİŞ</b>   | <b>74</b> |

## ÖNSÖZ

Tezimin hazırlanması sırasında desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, bilgi birikimi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren, eğitimin temel unsurlarından birinin şefkat ve sevgi olduğunu öğreten çok değerli hocam Prof. Dr. Funda Pınar ÇAKIROĞLU başta olmak üzere lisans, yüksek lisans ve doktora eğitimimde emeği geçen tüm hocalarıma,

Tez çalışmamın planlanması ve yürütülmesindeki katkılarından dolayı Tez İzleme Komitesi Üyeleri Prof. Dr. Nurcan YABANCI AYHAN'a ve Prof. Dr. Özlem KÜPLÜLÜ'ye,

Yardımlarını ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen arkadaşım Uzm. Dyt. Şemsi Gül YILMAZ'a ve Dr. Dyt. Taha Gökmen ÜLGER'e,

Ayrıca araştırma ve uygulama aşamasında yardımlarını esirgemeyen Prof Dr. Aziz TEKİN'e ve Doç. Dr. Pınar ŞANLIBABA'a

Ve son olarak bütün sıkıntılı zamanlarımda beni yalnız bırakmayan ve hep destek olan eşim Rukiyye YILDIZ ALTAN'a ve Aileme,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım...

## SİMGE ve KISALTMALAR

|      |   |
|------|---|
| ATCC | American Type Culture Collection/ Amerikan Tipi Kültür Koleksiyonu                            |
| aw   | Water activity/Su Aktivitesi  |
| BPW  | Buffered Peptone Water/ Tamponlanmış Peptonlu Su  |
| CDC  | Centers For Disease Control and Prevention /Hastalık Kontrol ve Korunma Merkezleri            |
| ° C  | Santigrat   |
| cfu  | Koloni Oluşturan Birim  |
| dk   | Dakika  |
| DYÜ  | Dezenfeksiyon Yan Ürünleri  |
| ECDC | European Centre For Disease Prevention and Control/ Avrupa Hastalık Önleme ve Kontrol Merkezi |
| EFSA | European Food Safety Authority/ Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi                               |
| EY   | Esansiyel Yağ   |
| FAO  | Food and Agriculture Organization/ Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü                   |
| FDA  | Food and Drug Administration/ Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi                                   |
| FTS  | Fosfat Tamponlu Tuzlu Su  |
| g    | Gram  |
| GRAS | Generally Recognized As Safe/ Genellikle Güvenli Olarak Tanınan                               |
| HAA  | Haloasetik Asit   |
| kob  | Koloni Oluşturan Birim  |
| log  | Logaritma   |
| L    | Litre   |
| m    | Metre   |
| mg   | Miligram  |
| mL   | Mililitre   |
| nm   | Nanometre   |

|               |   |
|---------------|---|
| pH            | Hidrojenin Gücü                                     |
| $\mu\text{L}$ | Mikrolitre  |
| spp           | Türler  |
| UV            | Ultraviyole   |
| THM           | Trihalometan  |
| TSB           | Tryptic Soy Broth                                   |
| WHO           | World Health Organization/ Dünya Sağlık Örgütü      |
| XLD           | Xylose Lysine Deoxycholate/Ksiloz Lizin Deoksikolat |



## ŞEKİLLER

|                   |   |    |
|-------------------|---|----|
| <b>Şekil 2.1.</b> | Yağ Ekstraksiyon İşlemi Görüntüsü   | 30 |
| <b>Şekil 2.2.</b> | Numune Tartımı ve Inokülasyon Sonrası Kurutma İşlemi Görüntüsü  | 33 |
| <b>Şekil 2.3.</b> | Numunenin Dezenfektan Madde İle Yıkama Görüntüsü  | 34 |
| <b>Şekil 2.4.</b> | Hazırlanan Homojenat ve Seyreltme Tüplerinin Görüntüsü  | 35 |
| <b>Şekil 2.5.</b> | Kontrol ve Çalışma Gruplarının Analize Hazırlanması, İşlenmesi ve Ekimi   | 36 |
| <b>Şekil 2.6.</b> | Koloni Sayım İşlemi Yapılan Bazı Petrilerin Görünümü  | 37 |
| <b>Şekil 3.1.</b> | Kontrol Grubunun ve Farklı Konsantrasyondaki Dezenfektanların Tere ve Rokaya 5 Dk. Uygulanması Sonucu Salmonella Düzeyine Etkisi  | 42 |
| <b>Şekil 3.2.</b> | Kontrol Grubunun ve Farklı Konsantrasyondaki Dezenfektanların Tere ve Rokaya 15 Dk. Uygulanması Sonucu Salmonella Düzeyine Etkisi | 43 |
| <b>Şekil 3.3.</b> | Farklı Konsantrasyonlardaki Dezenfektanların Tere ve Rokada 5 Dk Uygulama Sonucunda Salmonella Düzeylerine Etkisi                 | 45 |
| <b>Şekil 3.4.</b> | Farklı Konsantrasyonlardaki Dezenfektanların Tere ve Rokada 15 Dk Uygulama Sonucunda Salmonella Düzeylerine Etkisi                | 46 |
| <b>Şekil 3.5.</b> | Tere Örneklerine Uygulanan Aynı Konsantrasyondaki Dezenfektanların 5 ve 15 Dk. Sürelere Göre Salmonella Düzeyleri                 | 47 |
| <b>Şekil 3.6.</b> | Roka Örneklerine Uygulanan Aynı Konsantrasyondaki Dezenfektanların 5 ve 15 Dk. Sürelere Göre Salmonella Düzeyleri                 | 47 |
| <b>Şekil 3.7.</b> | Tere ve Rokaya Aynı Konsantrasyonlarda 5 Dk. Uygulanan Dezenfektan Maddelerin Salmonella Düzeyleri                                | 48 |
| <b>Şekil 3.8.</b> | Tere ve Rokaya Aynı Konsantrasyonlarda 15 Dk. Uygulanan Dezenfektan Maddelerin Salmonella Düzeyleri                               | 49 |

## ÇİZELGELER

|  |    |
|--|----|
| <b>Çizelge 1.1.</b> Bazı Uçucu Yağların Farklı Mikroorganizmalara Karşı Etki Mekanizması   | 21 |
| <b>Çizelge 1.2.</b> Biberiye ( <i>R. Officinalis</i> ) Yağının Kimyasal Bileşimi   | 27 |
| <b>Çizelge 3.1.</b> Tere Örneklerine Uygulanan Farklı Süre ve Konsatrasyonlardaki Dezenfektanların Toplam <i>Salmonella enteritidis</i> Değerleri (kob/g) ve Logaritma Eşdeğerlikleri. | 39 |
| <b>Çizelge 3.2.</b> Roka Örneklerine Uygulanan Farklı Süre ve Konsatrasyonlardaki Dezenfektanların Toplam <i>Salmonella enteritidis</i> Değerleri (kob/g) ve Logaritma Eşdeğerlikleri  | 40 |

# 1. GİRİŞ

Güvenli gıda tüketimi, toplumların en büyük endişelerinden biri olmaya devam etmektedir. Her yıl dünya çapında milyonlarca insan kontamine gıdaları yemenin bir sonucu olarak hastaneye kaldırılmakta veya ölmektedir (Osaili ve ark., 2013). Tüketim için güvenilir olmayan gıdalar, her yıl 600 milyon gıda kaynaklı hastalık vakasına ve 420.000 ölüme neden olmaktadır (WHO, 2015).

Sebze ve meyveler, besleyici değerleri ve insan diyetinin önemli bileşenlerini (diyet lifi ve fitokimyasallar) içermesi nedeniyle vageçilmezdir (Boeing ve ark., 2012). Tüketicilerin taze meyve ve sebzelere olan talebi son yıllarda artış göstermektedir (Ramos ve ark., 2013). Pek çok meyve ve sebzenin çiğ veya pişmemiş olarak tüketildiği göz önüne alındığında, patojen kontaminasyonuna bağlı gıda kaynaklı hastalıklar için risk oluşturabilirler (FAO, 2020). Bazı gıda kaynaklı hastalıklar, taze ürün tüketimi ile ilişkilidir. Gerçekte, artan meyve ve sebze tüketimi, hastalık sıklığına ve bu ürünlerin güvenliğine ilişkin endişelerin artmasına yol açmıştır (Tzortzakakis ve Chrysargyris, 2017). Amerika Birleşik Devletlerinde 2009-2018 yıllarında görülen gıda kaynaklı hastalıkların %26'sı meyve ve sebzelerin mikrobiyal kontaminasyonu, nedeniyle oluşmaktadır (CDC, 2021). De Oliveira Elias ve ark.(2018)'nın yaptığı çalışmada 2008'den 2014'e kadar Brezilya'da meyve ve sebze tüketimiyle ilişkili bildirilen gıda kaynaklı salgınlar incelenmiştir. Bunlar arasında en sık görüleni *Salmonella* spp.(% 30), ardından *Staphylococcus aureus* (% 23,3), *Escherichia coli* (% 10), *Bacillus cereus* (% 6,6) bulunmuştur. Salgınlara neden olan en yaygın gıdalar genel olarak meyve ve sebze olarak belirlenmiştir (% 46,6).

Dünya çapında yaşam tarzı ve gıda tüketim davranışlarının değiştiği aşikardır. Evlerde yemek hazırlamaya bağlılık azalmış ve ev dışında yenen yemek sayısı artmıştır. Tüketiciler, yiyeceklerin uygun şekilde işlenmesi ve hazırlanmasından ziyade kolaylık ve zamandan tasarruf etmeyi tercih etmektedir (Osaili ve ark., 2013).

Hızla yaygınlaşan toplu beslenme sisteminde en önemli faktör gıda hijyenidir (Artık ve ark., 2013; İldeniz, 2019). Çünkü gıda hijyeni, gıda güvenliğini sağlamada gerekli şartlardan biridir. Güvenli gıda sağlanamaması gıda kaynaklı hastalık ve zehirlenmelere yol açmaktadır. Gıdaların güvenliği birçok yolla bozulabilmektedir. Bunlar; üretim aşamasındaki yapılan yanlış uygulamalar, uygun koşullarda depo edilmeme, gıda hizmeti veren kuruluşun hijyen kurallarına (personel hijyeni, ekipman hijyeni vs) uymaması olabilmektedir (Baş, 2006; Köksal, 2010; Tengilimoğlu, 2013).

Toplu beslenme sistemlerinde gıdaların dezenfeksiyonu için birçok farklı dezenfektan kullanılmaktadır. Dezenfektan seçiminde birçok faktör rol almaktadır. En çok kullanılan dezenfektanlar klorlu bileşikler, ozon, organik asitler, hidrojen peroksit, trisodyum fosfat vb. bileşiklerdir (Kemp ve ark., 2000; Yiğit, 2008).

Taze ürünleri suyla yıkamak, patojenik bakterileri tamamen ortadan kaldırmak için yeterli olmayabilir (Marriott ve ark., 2018). Taze sebzelerde mikrobiyolojik gelişmeyi geciktirmek veya ortadan kaldırmak için klor ürünleriyle sanitizasyon yaygın olarak tavsiye edilmektedir. Ancak bu dezenfektanın kullanımı nedeniyle kanserojen bileşikler olan trihalometanların oluşumu bir dezavantajdır (Ölmez ve Kretschamr, 2009). Kanserden kaynaklanan morbidite ve mortalite ile trihalometanların konsantrasyonu hakkındaki bazı epidemiyolojik araştırmalar, bazı karsinom vakalarında pozitif ilişkiler göstermiştir (Bachelli ve ark., 2013). Klorun proses suyu ve diğer organik maddelerle oluşturduğu tehlikeli yan ürünler ve korozyon nedeniyle bazı ülkelerde (Danimarka, Belçika, Almanya, Hollanda) klorun sterilize edici ajan olarak kullanılması yasaklanmıştır (Meireles ve ark., 2016). Sonuç olarak, endüstride taze sebzelerin klor ile dezenfekte edilmesi, çevre ve bir bütün olarak insan sağlığı üzerinde olumsuz bir etki yaratmaktadır. Son zamanlarda, ilgili endüstrilerde klordan kaçınmak için kimyasal olmayan dezenfektanların kullanımı evrensel olarak daha popüler bir trend haline gelmektedir. Bu nedenle sektörde, taze ürünlerin kalitesini en iyi seviyede tutmak için alternatif çevre dostu sanitasyon yöntemleri aranmaktadır (Kim, 2012).

Bu çalışma portakal kabuğu ve biberiye yağı ekstralarının tere ve rokaya inoküle edilen *Salmonella enteritidis* bakterisi üzerinde antimikrobiyal etkisini test etmek ve kimyasal dezenfektan olan klora (kalsiyum hipoklorit) kıyasla etkinliğini araştırmak amacıyla planlanmıştır.

Bu çalışmada aşağıda verilmiş olan hipotezler ve çıkarımlar üzerine tasarlanmıştır.

- Farklı konsantrasyon ve sürelerde kullanılan portakal kabuğu ve biberiye yağının tere ve roka yapraklarının mikrobiyal düzeyi üzerinde azaltıcı etkisi vardır.

- Portakal kabuğu ve biberiyeden elde edilen antimikrobiyal özellikteki yağlar, klora kıyasla *Salmonella enteritidis* miktarında azalamaya neden olur.

### **1.1. Taze Sebzelerin Patojen Bulaş Kaynakları**

Daha sağlıklı yaşam tarzlarının teşvik edilmesinin bir sonucu olarak sebze ve meyvelerin tüketimi son yıllarda dünya çapında artmıştır (Betts, 2014 ). Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) ve Avrupa Hastalık Önleme ve Kontrol Merkezi (ECDC) tarafından hazırlanan raporlara göre, hayvansal kaynaklı olmayan gıda maddelerinin Avrupa'daki gıda kaynaklı salgınların toplam yükü üzerindeki etkisi artan bir eğilim göstermektedir. Etiyolojisi doğrulanmış gıda kaynaklı salgınların toplam sayısının 2006 yılında, %5,2'sini hayvansal olmayan kaynaklı gıda maddeleri oluştırmaktaydı (EFSA ve ECDC, 2007 ) ve bu rakam 2010'da % 20,2'ye yükselmiştir (EFSA ve ECDC, 2012 ). Bu gıda maddeleri 2016'da, rapor edilen toplam gıda kaynaklı salgınların %13,1'ini oluştırmaktadır (EFSA ve ECDC, 2017 ).

Tarladan çatala zinciri göz önüne alındığında, taze ürünlerin mikrobiyal kontaminasyonu birden fazla aşamada meydana gelebilmektedir (Matthews, 2013 ). Kirlenme, taze ürünlerin yetiştirilmesi sırasında, hasatta,

hazırlama/yıkama sırasında, dağıtım zincirlerinde ve mağazalara nakliye sırasında ve hatta tüketicilerin mutfağındaki son aşamada gerçekleşebilmektedir.

Yetiştirme sırasındaki kontaminasyon, kontamine topraktan kaynaklanabilmektedir. Toprak, genellikle verimliliği artırmak için uygun maliyetli gübre olarak içerisinde patojenik mikroorganizma barındıran işlenmiş veya işlenmemiş hayvan gübresi veya insan biyoatıkları ile zenginleştirilmektedir (Gutierrez-Rodriguez ve Adhikari, 2018 ; Julien-Javaux ve ark., 2019 ). Mikroorganizmaların kontamine topraktan üretime taşınmasına su damlacıklarından kaynaklanan sıçrama aracılık edebilmektedir. Hem yağmur hem de sulama suyu damlacıklarının toprak parçacıklarını bitkilerin yüzeyine taşıyarak kontaminasyona yol açtığı gösterilmiştir (Allende ve ark., 2017 ; Girardin ve ark., 2005 ). Bitki morfolojisi de önemli olabilir; örneğin, marul yapraklarında su tutulabilir ve bu da kontaminasyon potansiyelini artırmaktadır (Alegbeleye ve ark., 2018).

Meteorolojik koşullar, ürünlerin mikrobiyal kontaminasyonu ile ilgili olarak dikkate alınması gereken önemli bir faktördür. Aşırı yağmur, arazilerin taşmasına veya ekinlerin kirlenmesine neden olabilecek olaylara yol açabilir. Öte yandan, aşırı kuraklık koşulları, içme suyunun olmaması nedeniyle daha düşük mikrobiyolojik kalitedeki suların kullanılmasına yol açarak kontaminasyon olasılığını artırmaktadır (Yeni ve Alpas, 2017 ).

Ürünlerin mikrobiyal kontaminasyonunun da büyüme mevsimine bağlı olduğu gösterilmiştir (Marine ve ark., 2015 ). Üründeki mikroorganizmaların hayatta kalması, hava sıcaklığı, güneş radyasyonu veya nem gibi faktörlere bağlı olabilir. *Escherichia coli*'nin ve *Listeria innocua*'nın marul bitkilerinde hayatta kalma olasılığının daha soğuk hava koşullarında (sonbahar-kış) daha sıcak koşullara (ilkbahar-yaz) göre daha fazla olduğu gösterilmiştir. (Oliveira ve ark., 2011 ; Oliveira ve ark.,2012 ). Bununla birlikte, hava koşullarının bitki kontaminasyonu üzerindeki etkisinin, her bir mikroorganizma/bitki/hava koşulu kombinasyonu için özel olabileceğini, yani kesin bir eğilimin belirlenemediğini söylenmiştir (Ward ve ark., 2015 ).

Tarladan çatala zincirin ekim sonrası aşamasına odaklanıldığında, kirlenmiş toprağın veya ürünün işlenmesi, patojenik mikroorganizmaların işçilerin ellerine geçmesine neden olabilmektedir. Ayrıca, kontamine ürünlerin transferinden sonra nitril ve lateks eldivenlerde *E. coli* O157 ve *Salmonella* gibi mikrobiyal patojenlerin hayatta kaldığı gösterilmiştir (Erickson ve ark., 2018). Marulların hasattan sonra tarlada budanması ve çekirdeklerinin alınması gibi uygulamalar bitki kontaminasyonuna neden olabilmektedir (Yang ve ark., 2012).

Taze ürünlerin yıkanması, mikroorganizmaların bitki yüzeylerine tutunabildikleri (Di Caprio ve ark., 2015 ) veya bitkinin yenilebilir kısımlarında iç kısımlara yerleşebildikleri için (Franz ve van Bruggen, 2008 ) mikroorganizmaları yok etmede etkisiz olabilmektedir. Ek olarak, taze ürünleri yıkamak için kullanılan su bir mikrobiyal kontaminasyon kaynağı olabilir (CDC, 1989; Hedberg ve ark., 1999 ). Mikroorganizmaların yıkama suyu, suda bulunan partiküller (yani toprak ve küçük bitki parçaları) yoluyla taşınması veya bitkiden bitkiye temas nedeniyle çapraz kontaminasyon meydana gelebilmektedir (Gombas ve ark., 2017 ).

Düşük sıcaklıklar bu aşamalarda bakteriyel patojenlerin çoğalmasını engelleyeceğinden, taze ürünlerin işlenmesi, nakliyesi, depolanması ve perakende satışı sırasında soğuk depolama koşullarının sürdürülmesi çok önemlidir (Castro-Ibáñez, Gil ve Allende, 2017 ). Bu ürünlerin depolanması ve/veya nakliyesi sırasında bu koşulların sağlanmaması, eğer ürünlerde mevcutsa bakterilerin çoğalmasına neden olacaktır (Zeng ve ark., 2014 ). Ayrıca, püskürtme (soğutma) veya buz yapma (nakliye) için kullanılan suyun kalitesi, özellikle su kaynağı işlenmediğinde veya mikrobiyolojik kalitesi düşük olduğunda, patojenik mikroorganizmaların gıda maddelerini kirlenmesine ve hastalığa neden olduğunda, dikkate alınması gereken bir risktir (CDC, 1999a , 1999b ). Hidro-soğutma uygulamaları patojenik mikroorganizmaların iç kısımlara yerleşmesine neden olabilmektedir (Murray ve ark., 2017 ). Son olarak, gıda maddelerinin mutfaklarda, nihai tüketiciden veya kantinler, restoranlar veya hazır yemek etkinlikleri gibi ticari ortamlarda çiğ et ve et gibi diğer patojen kaynaklarıyla olası çapraz kontaminasyonu bir risk olarak

vurgulanmalıdır (CDC, 1998a ; del Rosario ve Beuchat, 1995 ; de Waal, Alderton ve Jacobsen, 2000 ).

## **1.2. Toplu Beslenme Sistemlerinde Hijyen**

Ülkemizde ilk kez Osmanlı saray mutfaklarından yeniçeri ocağına devredilen bu sistem, 1960’larda büyük şehirlerdeki fabrikaların yemekhane kurması, 1970-80’lerde tabldot firmalarının açılması ve 1990’larda yabancı sermaye yatırımlarıyla büyümüştür (Öndoğan, 2010).

Birçok insanın beslenme gereksiniminin karşılandığı toplu beslenme sistemleri, kişilerin günde en az bir öğününü karşılaması, ihtiyaç duyulan enerjinin yaklaşık yarısını sağlaması ve hizmetin niteliğinin yanı sıra güvenli gıda sağlaması ile sağlıkla direkt bağlantılı olması açısından hijyenik olmak zorundadır (Ayhan ve Bilici, 2015; Çelik, 2015). Gıdaların üreticiden tüketiciye kadar geçen yolculuğunda birçok yolla bulaşabilen mikroorganizmalar çoğalmak için uygun koşullar bulduğunda başta gıda kaynaklı sağlık sorunlarına neden olurken duyuşsal kalitenin bozulmasına ve ekonomik kayıplara da neden olmaktadır (Çelik, 2015).

Mevcut beslenme sistemlerinin zararlı çevresel etkileri ve sürdürülebilirlikleri ile ilgili endişeler düşünöldüğünde, sağlıklı ve daha az çevresel etkileri olan beslenmenin teşvik edilmesi acil bir ihtiyaçtır (WHO, 2019). Gıda güvenliğı hayatımızda büyük yer edinmektedir. Hızla artan nüfus, fiziksel olumsuzluklar, kaliteli gıda ihtiyacının artması, bu faktörlerdendir (Ozan zeki, 2007). Gıda hijyeni; “gıda zincirinin tüm basamaklarında gıdanın uygunluğunun ve güvenliğinin sağlanmasındaki gerekli tüm ölçüm ve şartlar” olarak tanımlanmaktadır (Baş, 2006; Köksal, 2010).

Toplu beslenme sistemlerinde hijyenik kalitenin en önemli göstergesi güvenilir gıda üretimi ve servisidir (Gıda güvenliğı kanunu 2007). Gıda güvenliğinin sağlanması; “gıdaların üretim, işleme, muhafaza ve dağıtımları sırasında gerekli

kurallara uyulması ve önlemlerin alınması” olarak tanımlanmaktadır (Tarım Bakanlığı 2004). Bir başka deyişle gıda güvenliği, tüketime sunulan gıdalarda oluşabilecek fiziksel, kimyasal ve biyolojik her türlü zararın bertaraf edilmesi için alınacak önlemlerin tümü olarak ifade edilmektedir (Buzbaş 2010). Gıda kaynaklı enfeksiyonlar, ülkeler arasında toplumların yaşam tarzlarına bağlı olarak ve ekonomik nedenlerle farklılıklar göstermekte olup çoğu ülkenin en önemli sorunlarından. Gıda zehirlenmesi ya da enfeksiyonu, herhangi bir gıdanın tüketilmesiyle oluşan enfeksiyon veya intoksikasyon durumuna denir. İki yüz elliden fazla farklı gıda kaynaklı hastalık bulunmaktadır. (Köksal, 2010; Tengilimoğlu Merve, 2013). Gıda kaynaklı hastalıklar, gıdalarda primer olarak bulunan ya da sekonder olarak bulaşmış olan patojen bakteri, virus, parazit ve mantarların kendilerinin veya oluşturdukları ekzo ve endotoksinlerin gıdalar vasıtasıyla alınmasıyla ortaya çıkan hastalıklardır (Muratoğlu ve ark., 2015).

Gıdalarda mikroorganizmaların varlığı ve çoğalması bozulmaya, nitelik ve nicelikte azalmaya neden olmaktadır (Soliman ve Badeaa, 2002). Gıdalara mikroorganizmalar birçok yolla bulaşabilir. Bunlar hava, su, bitkisel ürünler, üretim aşamasındaki yapılan yanlış uygulamalar, uygun koşullarda depo edilmeme, gıda hizmeti veren kuruluşun hijyen kurallarına (personel hijyeni, ekipman hijyeni vs) uymaması olabilir (Tengilimoğlu Merve, 2013). Dolayısıyla gıdaların mikrobiyal kontaminasyonu insanlar için önemli halk sağlığı riski taşımaktadır (Tepe ve ark., 2004).

Ankara’da çiğ olarak servis edilen özellikle salatada bulunan gıdalar üzerinde yapılan bir çalışmada parazit yumurtalarının yıkanmamış sebzelerden basit bir şekilde tüketiciye geçebileceği ve servis edilmeden çiğ gıdaları yıkamanın/dezenfekte etmenin gerekliliği rapor edilmiştir (Ayçiçek ve ark., 2004).

Özellikle *Salmonella* türleri, ürün kontaminasyonundan kaynaklanan gıda kaynaklı salgınların neredeyse % 40'ından sorumludur (Greig ve Ravel, 2009). Bu patojenin taze ürünlerde neden olduğu salgınlar giderek yaygınlaşmaktadır. Taze ürünler, salatalarda olduğu gibi geleneksel olarak çiğ olarak hazırlanmakta ve gıda

kaynaklı enfeksiyon riskini artırmaktadır (Moore ve ark., 2012). *Salmonella enterica*'nın serotipi *S.enteritidis*'in insan salmonellozunun en sık bildirilen nedenlerinden biridir (Deng ve ark., 2014).

### 1.3. Gıdalarda Bulunan Patojenik Bakteriler

Son yıllarda gıda kaynaklı patojen bakterilerin neden olduğu hastalıklar ve verimlilik kayıpları bu konulara olan ilgiyi artırmaktadır. Gıda kaynaklı binlerce patojenik bakterinin dünyadaki insan, hayvan ve bitki popülasyonlarının sağlığını ve güvenliğini etkilediği bulunmuştur (Wang ve ark., 2012). *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* ve *Campylobacter jejuni* gibi yaygın gıda kaynaklı patojenler gıdaları kirleterek gıda kaynaklı hastalıklara neden olabilmekte ve bu nedenle dünya çapında bir halk sağlığı sorunu olarak kabul edilmektedir (Mor-mur ve yuste, 2010).

#### 1.3.1. *Salmonella enteritidis*

*Salmonella*, Enterobacteriaceae ailesinin bir üyesidir. *Salmonella* cinsi (*S. bongori* ve *S. enterica*) iki farklı türe ayrılmıştır. *S. enterica* altı farklı alt türe ayrılmaktadır: *enterica* (I), *salamae* (II), *arizonae* (IIIa), *diarizonae* (IIIb), *houtenae* (IV) ve *veindica* (VI). *S. enterica* aralarında *S. typhimurium* ve *S. enteritidis*'in de bulunduğu 1531 serotip, insan enfeksiyonlarından sorumlu tutulmaktadır (Lamas ve ark., 2018).

Cinsin diğer üyeleri gibi *S. enteritidis*; düz, basil şeklinde bir bakteridir. Bunlar Gram negatif ve spor oluşturmeyen organizmalardır ve karbolfuksin veya metilen mavisi gibi boyalarla boyanabilmektedir. Peritrichous flagellae varlığından dolayı hareketlidirler ve fakültatif anaerobiktir. Optimum büyüme sıcaklıkları yaklaşık 37 C'dir (genel büyüme aralığı yaklaşık 5–45 C'dir) ve optimum büyüme pH'ları yaklaşık 7.0'dır (genel büyüme aralığı yaklaşık pH 4.0–9.0). Yüksek su aktivitesi seviyeleri

(0.93'ün üzerindeki aw değerleri), *S. enteritidis*'in hem gıdalarda hem de çevresel rezervuarlarda hayatta kalmasını ve çoğalmasını desteklemektedir. *S. enteritidis* kuruduktan sonrada genellikle uzun süre hayatta kalmaktadır. Bununla birlikte, bu patojen, karakteristik olarak ısıya duyarlıdır ve bu nedenle, iyice pişirme veya pastörizasyonla kolayca yok edilebilmektedir. Çeşitli omurgasız ve omurgalı konakçılar, *S. enteritidis*'in (böcekler, sürüngenler, yabancı kuşlar ve kemirgenler) doğal konakçılıkları olarak bilinmektedir (Ricke ve gast 2014).

Her ne kadar *S. enteritidis* esas olarak yumurta ve kümes hayvanı ürünleriyle ilişkili olsada çok çeşitli gıda maddeleri insanlarda *S. enteritidis* enfeksiyonunun araçları olarak görülmüştür (Greig ve ravel, 2009). Bununla birlikte, gıda kaynaklı olabilen tipik insan salmonellozunun klinik bulguları ve belirtileri, karın ağrısı, mide bulantısı, akut ateş, gastroenterit ve kusmadır (Ricke ve gast 2014).

Son yıllarda taze sebzelerde bulunan patojen bakterilerin neden olduğu gıda kaynaklı hastalık salgınları dünya çapında ciddi bir sorun haline gelmiştir. Dokuz baskın gıda kaynaklı patojen den biri olan *Salmonella enteritidis*, taze sebzelerle ilişkili gıda kaynaklı salgınlarda ön sıralarda gelmektedir (Li ve ark., 2017).

Sri lanka'da yürütölen bir çalışmada farklı pazarlardan alınan 50'şer adet marul, lahana, mukunuwenna, gotukola ve domates numunesinin mikrobiyal değerlendirilmesi yapılmıştır. Yıkanmamış sebzelerde ortalama mikrobiyal yük 106 kob/g olarak belirlenmiştir. Örneklerin % 6'sında *S. enteritidis* ve *S. typhymurium* izole edilmiştir. Ayrıca incelenen örneklerin %2'sinde *L. monocytogenes* izole edilmiştir (De silva ve ark., 2013).

Meksika'da 2019 yılında yapılan bir çalışmada serada yetiştirilen domateslerde *Salmonella enteritidis*'in motilitesi ve hayatta kalma durumu incelenmiştir. Tamamen rastgele bir deney tasarımı kullanılmış ve bakteriler, nakil sırasında ve ayrıca vejetatif, çiçeklenme ve meyve verme aşamalarında bitki sapı, yaprak sapı ve sapı delinerek alt tabakaya aşılacaktır. Hayatta kalma, üretim döngüsü boyunca izlenmiştir. *S. enteritidis*, deneyin 120 günü boyunca hem aşılama noktasında hem de domates

bitkisinin diğerk organlarında hayatta kalmıştır. Sonuç olarak *S. enteritidis* 'in domates bitkisi ile temasının gizli bir tehlike olduğunu, çünkü meyveye ulaşana kadar domates bitkilerine girme, hayatta kalma ve hareket etme kabiliyetinin yaygın olarak kullanılan dezenfeksiyon yöntemlerinin etkinliğini sınırlandırdığını, insan sağlığına açısından riski artıracakını göstermektedir (Ocana ve ark., 2019).

#### **1.4. Taze Sebzelerin Dezenfeksiyonunda Kullanılan Dezenfektanlar**

Mikrobiyolojik kontaminasyonun azaltılmasında suyla yıkama işleminin yeterli olmaması nedeniyle (Abadias ve ark., 2008), yıkama suyu sistemlerinde gıda dezenfektanların kullanılması günümüzde bir gereksinim haline gelmiştir. Toplu beslenme sistemlerinde gıdaların dezenfeksiyonu için birçok farklı dezenfektan kullanılmaktadır. Genellikle dezenfekte edilecek gıda dezenfektan çözeltisine batırılmakta ya da çözelti gıda üzerine püskürtülmektedir. Dezenfektan seçiminde birçok faktör rol almaktadır. Bu amaçla klorlu bileşikler, hidrojen peroksit, peroksiasetik asit, ozon gibi oksidanlar, sitrik asit ve asetik asit gibi birçok organik asit, elektrolize su vb. bileşikler meyve ve sebzelerin dezenfeksiyonunda sıklıkla kullanılmaktadır (Yiğit, 2008; FDA, 2001).

##### **1.4.1. Organik Asit ve Tuzları**

Organik asitler, meyve ve sebzelerde doğal olarak bulunurlar. Bazen de fermentasyon sonucu birikebilirler. Organik asitler mikroorganizmaların çoğalmasını yavaşlatmakta veya çoğalmasını direkt durdurmaktadır (Beuchat, 2000). Organik asitlerin temel hedefinde küfler varken birçoğu da bakterilerin çoğalmasını engellemektir. Çiğ ve taze olarak tüketilen meyve ve sebzelerin dezenfeksiyonu için sitrik asit, askorbik asit, laktik asit veya laktatlar, asetik asit veya asetatlar püskürtme ya da daldırma yöntemiyle yaygın olarak kullanılmaktadır (Ayhan ve Bilici, 2015; Ölmez ve Kretschmar, 2009).

Antimikrobiyal etkileri; pH'ı düşürmeleri, iyonlaşmamış asit molekülünün hücre zarında iyonlaşma ile hücre içi asit-baz dengesini bozmaları ya da zarın yarı geçirgen özelliğini etkilemeleri ile açıklanabilmektedir. Antimikrobiyal etkide birinci derecede sorumlu olan asit molekülünün çözünmemiş kısmıdır. Yani uygun pH değerlerinde asidin etkisi, iyonlaşma katsayısına bağlıdır. Çoğu organik asidin iyonlaşma katsayısı pH değerleri 3 ile 5 arasında değiştiği için zemin uygulaması meyvelerde başarılı bir şekilde gerçekleşir. Sebzelerin ise organik asitle yıkanması ve asidi uzaklaştırmak için suyla tekrar yıkanması kısmi dezenfeksiyon sayılabilir (Ayhan ve Bilici, 2015; Beuchat, 2000; Sapers, 2003).

Organik asitlerin, başta laktik asidin, yıkama ve püskürtme yoluyla kırmızı etler (dana, koyun, domuz gibi) ve beyaz etler üzerinde uygulaması sonucunda olumlu sonuçlar alınmıştır. Meyve ve sebzeler üzerinde değerlendirilen araştırma sonuçlarına göre organik asitlerle yıkama işlemi daha iyi sonuç vermektedir (Yiğit, 2008).

Olumlu özellikleri yanında olumsuz özellikleri de bulunan organik asitler, uygun süre ve yoğunlukta kullanılmalıdır (Ayhan ve Bilici, 2015). Organik asitlerin antimikrobiyal etkisini göstermek amacıyla yapılan sebzeler asetik asitle dezenfekte edilmiştir. Dezenfektanın etkinliğini belirlemede *L. monocytogenes ATCC 1914* bakterisi kullanılmıştır. Sonuçta dezenfektanın hücre duvarının yapısına etki ettiği ve hücrelerde enerji metabolizmasını bozarak etkili olduğu rapor edilmiştir (Erkmen, 2010).

#### **1.4.2. Ozon**

Özellikle içme suyunun dezenfeksiyonu için ozonun kullanımı 100 yıllık geçmişe dayanmaktadır. FDA tarafından içme suyunun yoğunluğu en fazla 0,1 ppm olacak şekilde ozonla dezenfeksiyonu serbest bırakılmıştır. Ozona duyarlı bakteriler *Salmonella typhimurium*, *Y. enterocolitica*, *Staphylococcus aureus* ve *Listeria monocytogenes* bakterileridir (Yiğit, 2008).

Ozonun antimikrobiyal etkisi güçlü oksidasyon özelliğinin göstergesidir. Bu nedenle yüksek yoğunluklarda kullanılmasıyla meyve ve sebzelerin görünüm, tat gibi duyu özelliklerini bozabildiği görülmüştür. Portakal, çilek, ahududu, üzüm, elma, armut gibi meyvelerin raf ömürlerinin uzatılması yine ozon sayesinde başarılmıştır (Beuchat, 2000; Ekici ve ark., 2006).

Çiğ olarak tüketilen taze sebze ve meyveler üzerinde uygulama yapılan araştırmalarda biber, brokoli, salatalık, elma, armut, kereviz, üzüm, böğürtlen, kavun, çilek gibi sebze ve meyvelerde mikroorganizma sayısında azalmalar olduğu tespit edilmiştir (Muştı, 2019). İran hurması üzerine yapılan bir çalışmada ise toplam mezofilik bakteri, koliform, *S. aureus* sayısında düşüş raporlanmıştır (Najafi ve Khodaparast, 2009). Yapılan başka bir çalışmada ozon, doğranmış biberler üzerinde denenmiş ve mikrobiyal azalma gözlenmemiştir. Bu durumda ozonun bütün haldeki sebze ve meyvelere etkili olabileceği düşünülmüştür (Ketteringham ve ark., 2006).

Ozon da bazı gazlar gibi yükseltgenme özelliği nedeniyle yüksek yoğunlukta ve fazla süreyle kullanımı durumunda risk oluşturmaktadır. Yüksek yoğunluklarda zehirlenmelere hatta ölümlere neden olduğu bildirilmektedir. Bu durumdan önce solunum sistemi etkilenmektedir. Sonrasında yorgunluk, boğazda ağrı, gözlerde yanma, duyu organlarında hassaslık ve öksürük şikayetleri oluşabilir. Çalışmalarda  $\geq 0,2$  ppm düzeylerinde etkiye uğrandığında, maruz kalma süresi ile de alakalı olarak solunum sistemine hasar verdiği rapor edilmiştir. Aynı zamanda 0,01 ppm seviyesinde göz hassasiyetine, 30 dakika boyunca maruz kalınan 50 ppm yoğunluktaki ozon ise ölümlere neden olabilmektedir (Ekici ve ark., 2006; Gottschalk ve ark., 2009).

### **1.4.3. Klorlu Bileşikler**

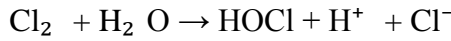
Toplu beslenme hizmetlerinde sıklıkla kullanılan etkili bir kimyasal ajandır. Dezenfektan olarak yaygın kullanıma sahip klor bileşikleri; sodyum hipoklorit (NaOCl), kalsiyum hipoklorit ( $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ ), klor dioksit ( $\text{ClO}_2$ ), lityum hipoklorit, klorlu trisodyum fosfat ve klorlu izosiyaniürattır (Yiğit Sema 2008).

Hipokloritler öncelikle ekonomik olmaları, etki spektrumlarının geniş olması yönüyle en çok tercih edilen klorlu bileşiklerdir. Klorlu bileşiklerin etki mekanizması birkaç farklı şekilde açıklanmıştır (Ayhan ve Bilici, 2015; Yiğit, 2008). Kesin bir karara varılmamakla birlikte bir teoriye göre hücre zarındaki proteinlere etki etmektedir. Serbest klor bu proteinlerle birleşir ve kloramin (N-kloro) bileşenleri oluşur. Bu bileşenler hücre zarından difüzyonu engellemektedir. Böylelikle hücre metabolizması bozulur ve mikroorganizma inaktif edilmektedir.

Başka bir etkisi de hayati önem taşıyan enzimlerin -SH grubunu oksitlemek olduğu belirtilmiştir (Akbas ve Ölmez, 2007; Nascimento ve ark., 2003).

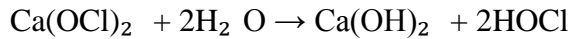
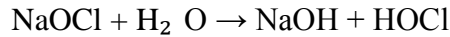
Klor gazının ya da kalsiyum hipoklorit ( $\text{Ca}(\text{OCl}_2)$ ) ve sodyum hipoklorit ( $\text{NaOCl}$ ) gibi sıvı hallerinin suya eklenmesi sonucu bir dizi tepkime gerçekleşir (Ayhan ve Bilici, 2015; Yiğit, 2008).

1. Suyu gaz halinde klor eklenmesi:



Bu tepkimede asıl antimikrobiyal etki gösteren hipokloröz ( $\text{HOCl}$ ) oluşur (Beuchat, 2000; Sapers, 2003).

2. Suyu sıvı klor eklenmesi (kalsiyum hipoklorit ( $\text{Ca}(\text{OCl}_2)$ ) ve sodyum hipoklorit ( $\text{NaOCl}$ ) gibi)



Bu tepkimelerde de sodyum ve kalsiyum hipoklorit sırasıyla tepkime ürünü olan hipokloröz aside ve sodyum hidroksit ( $\text{NaOH}$ ) ile kalsiyum hidroksite  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  hidrolize olmaktadır. Sonuçta hem sıvı hali hem de gaz hali kullanıldığında asıl

mikrobiyal etkiye sahip olan hipokloröz (HOCl) oluşur. Kullanılan suyun pH'ına göre hidrojen ( $H^+$ ) ve hipoklorit ( $OCl^-$ ) iyonlarına ayrılmaktadır. Bunun için en uygun pH 6,5-7,5 aralığında olmalıdır. Bu değer sekiz olduğunda ise hidrolize olmamış hipokloröz varlığının %25 olduğu görülmektedir (Ayhan ve Bilici, 2015; Beuchat, 2000).

Klorun antimikrobiale etkinliğini gösteren çeşitli çalışmalar mevcuttur. Allende ve ark., (2008)'nin yaptıkları çalışmada 100 mL/L klor eklenmiş suda 1 dakika bekletilen marulların başlangıçtaki koliform bakteri yükünün azaldığı gözlenmiştir.

Diğer bir çalışmada marul yapraklarının 200 ppm klorla dezenfeksiyonu sonucunda *E. coli* miktarında 2,5 log kob/ml azalma olduğu belirtilmiştir (Aruscavage ve ark., 2006). Ayhan ve Bilici (2017)'nin yapmış oldukları çalışmada kalsiyum oksit ve klorun maruldaki koliform bakteri yüküne etkisi incelenmiştir. 50 ve 200 ppm konsantrasyonlarındaki klor solüsyonları ile 5 ve 15 dk. süresince dezenfekte edilmiş ve sonuçta klorun toksik etkisi düşünüldüğünde kalsiyum oksitin sebzelerin dezenfeksiyonunda daha iyi bir alternatif olabileceği sonucuna varılmıştır.

#### **1.4.4. Diğer Dezenfektanlar**

Toplu beslenme sistemlerinde bahsedilenler dışında da birçok dezenfektan kullanılmaktadır (Şenel ve Başoğlu, 2002). Trisodyum fosfat, FDA tarafından kümes hayvanları etlerindeki *Salmonella* başta olmak üzere diğer mikroorganizmalara etki etmek için dezenfeksiyondan kullanımı onaylanmış bir dezenfektandır (Ayhan ve Bilici, 2015).

Quarterner amonyum bileşikleri antimikrobiyal etkileri proteinleri denatüre etmesi olan güçlü bir dezenfektandır. Gram pozitif mikroorganizmalar üzerinde etkili olurken gram negatif bakteriler olan psikrofil mikroorganizmalar ve koliform bakteriler üzerinde etkisinin olmadığı görülmüştür. Klor bileşikleri bu yüzden mikroorganizmalar üzerinde daha çok tercih edilmektedir (Türközü, 2014).

Bağlayıcı özellikli Etilendiamin tetraasetik asit inorganik bir asittir. Toplu beslenme sistemlerinde antioksidan olması yanında bakterisit etkileriyle de dezenfektan olarak kullanılmaktadır (Cabo ve ark., 2001). İyot ise, yüzey aktif maddelerle birlikte süt sanayiinde kullanılmaktadır. İyodofar denen bu maddelerin dezenfektan etkisi geniş pH seviyeleri nedeniyle etkilidir. Ancak toksik etkisi, aşındırmaya sebep olabilmesi ve zor çözünmesi olumsuz yönleri olarak gösterilmektedir (Türközü, 2014).

### **1.5. Klorlu Bileşiklerin Sağlık Üzerine Etkisi**

Klor kimyasal dezenfektan olarak etkinlik göstermesine rağmen, oksitleme gücü organik madde, bromür ve iyot gibi suda bulunan doğal veya yapay bileşikleri içeren oksidasyon reaksiyonundan türetilen dezenfeksiyon yan ürünlerini (DYÜ) oluşturabilmektedir. İçme suyunda iki ana DYÜ sınıfı bulunur ve bunlar haloasetik asit (HAA) ve trihalometan (THM)'lerdir. HAA'lar, dokuz türden oluşmaktadır ve dikloroasetik asit ve trikloroasetik asit içme sularında en çok görülen türleridir. Bromokloroasetik asit, dibromoasetik asit, monokloroasetik asit ve monobromoasetik asit de sularda tespit edilebilmesine rağmen oldukça düşük seviyelerde bulunmaktadır. Ancak en yaygın ve bilinen DYÜ sınıfı trihalometan (THM)'lerdir (De Castro Medeiros ve ark., 2019; Ali ve ark., 2014; Özgür ve ark., 2021). Trihalometan olarak adlandırılan klorlu 10 çeşit yan ürün (en fazla bilinenler Kloroform, Bromoform, Bromodiklorometan, Dibromoklorometan) bulunmaktadır (Özdoğan ve Özdemir 2019).

1970'lerde sudaki diğer bileşiklerle klor reaksiyonu sonucu oluşan DYÜ'nün varlığı bulunmuş ve DYÜ'lerin olası sağlık etkileri araştırılmaya başlanmıştır. Ulusal Kanser Enstitüsü 1976'da, ilk kez kemirgenler üzerinde araştırma yaparak kloroformun kanserojen etkisini yayınlamıştır (De Medeiros ve ark., (2019). Klorlama sonucu oluşan yan ürünlerin bakteriyel DNA'da mutasyonlara neden olduğu bildirilmiştir (Kargalioglu ve ark., 2002). De Medeiros ve ark., (2019) yaptıkları sistematik derlemede, THM'lar arasında (bromodiklorometan, bromoform ve

dibromoklorometan) sitotoksik, genotoksik ve mutajenik iken; kloroformun, sitotoksik etki gösterdiğini bulunmuştur. Bu sonuçlar THM maruziyetinin insan sağlığını olumsuz etkilediğini göstermektedir. Yapılan başka bir çalışmada ise, klorlu içme suyuna veya klorlamanın kimyasal türevlerine maruz kalan kişilerde kolorektal kanser riskinin arttığı ortaya konmuştur (El tawil Ahmed, 2016).

Yapılan başka bir araştırmada 3074 doğum yapmış annenin (evsel musluk suyu konsantrasyonları, içme suyu alımı, duş alma, banyo yapma ve kandaki THM alım faktörlerini) THM alımı belirlenmiştir. Sonuç olarak THM dozu ile konjenital anomali riski arasında ilişki olduğuna dair kanıtlar bulunmuştur. Özellikle, bromlu THM'ye doğum öncesi maruziyetin artması, doğumsal kalp ve kas-iskelet sistemi anomalileri riskini arttırdığı gözlenmiştir. (Grazuleviciene ve ark., 2013).

Bir diğer çalışmada ise Righi ve ark. (2012) tarafından trihalometanlar (THM), klorit ve klorat maruziyeti ile konjenital anomaliler arasındaki ilişki vaka-kontrol çalışması yapılarak araştırılmıştır. Emilia-Romagna Bölgesi'nde (İtalya) 2002-2005 yılları arasında gözlenen 1917 farklı konjenital anomali verileri incelenmiş, genel olarak, THM'lerin maruziyeti çok düşük ancak klorit ve klorat değerlerinin oldukça yüksek olduğu gözlenmiştir. Yüksek klorit seviyesine maruz kalan kadınlarda ve yeni doğanlarda, böbrek defekti, karın duvarı defekti ve yarı damak; klorat düzeyine maruz kalan kadınlar ve yeni doğanlarda ise obstrüktif üriner kusurları, yarı damak ve spina bifida görülmüştür.

Başka bir araştırmada ise 1995-2001 yılları arasında Avustralya'daki farklı 50 yerel bölgeden alınan THM türlerinin ortalama yıllık konsantrasyon verileri ile 2000-2006 yılları arası kolon ve rektum kanserleri insidans oranları arasındaki ilişki araştırılmıştır. Sonuç olarak erkeklerde kolon kanseri ile sudaki bromoform konsantrasyonları arasında pozitif bir ilişki gözlenmiştir (Rahman ve ark., 2014).

Vinceti ve ark., (2004) 'nın 1965-1987 yılları arasında yüksek kloroform ve trihalometan içerikli musluk suyu verilen Guastalla (İtalya)'da yaşayan 5144 kişi

üzerinde yaptıkları kohort çalışmasında ölüm oranları incelenmiş genel olarak bulgular bazı bölgelerde trihalometan maruziyeti ile artan kanser riski arasında ilişki olduğunu ortaya koymuştur.

## 1.6. Antimikrobiyal Bitkiler

Tanımlanan 391.000 bitki türünün 28.187'sinin (% 7,2) dünya çapında geleneksel tıpta kullanıldığı bildirilmiştir (Dalar ve ark., 2018). Dünya Sağlık Örgütü (WHO), yeryüzünde yaşayanların % 80'inin temel sağlık bakımı ihtiyaçları için geleneksel tıba güvendiklerini ve bu tedavinin çoğunun bitki özlerinin ve aktif bileşenlerinin kullanımını içerdiğini tahmin etmektedir (Krishnaiah ve ark., 2011).

İnsanlığın mikroorganizmaların varlığını keşfetmesinden çok önce, bazı bitkilerin iyileştirme potansiyeline sahip olduğu, aslında şu anda antimikrobiyal ilkeler olarak nitelendireceğimiz şeyi içerdikleri fikri kabul edilmiştir. Antik çağlardan beri, insanlar bitkileri yaygın bulaşıcı hastalıkları tedavi etmek için kullanmıştır ve bu geleneksel ilaçların bazıları hala çeşitli hastalıkların alışılmış tedavisinin bir parçası olarak görülmektedir (Barnes ve heinrich, 2004).

Bitkilerin gövde, kök, yaprak, tohum, gibi parçaları geniş bir yelpazede ilaç hammaddesi olarak kullanılmaktadır ve çeşitli tıbbi özelliklere sahip olduğu bilinmektedir. Ancak yüksek sayıda bitkinin potansiyeli hâlâ büyük ölçüde keşfedilmemiştir. Şifalı bitkilerin en önemli özelliklerinden biri antimikrobiyal ajanlar için zengin bir kaynak oluşturmalarıdır (Mahesh ve Satish, 2008). Dünyada 1926'dan beri laboratuvar koşullarında, bitkilerin mikroorganizmaları inhibe edici özellikleri, özellikle insan sağlığı için önemli olduklarından dolayı araştırılmaktadır. Bitkilerin, kendilerini çeşitli patojenlere karşı korumak içinde antimikrobiyal maddelerin farklı bileşikler sentezledikleri bilinmektedir (Ateş ve Turgay, 2003; Zahra ve ark., 2011). Joe ve ark., (2009)'ı *Allium sativum* (sarımsak), *Zingiber officinale* (zencefil) ve *Piper nigrum* (biber) ekstraktlarının *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, *Morganella morgani*, *Candida albicans*, *Escherichia coli* ve *Proteus vulgaris*'e karşı

antimikrobiyal etkisi değerlendirilmiştir. Sarımsak ekstraktı, test edilen neredeyse tüm patojenlere karşı en iyi antimikrobiyal aktivite gösterirken, zencefil ekstraktı *P. aureus*'a karşı orta derecede, biber ekstraktı ise test organizmalarına karşı en az antimikrobiyal aktivite göstermiştir.

Aromatik ve tıbbi bitkilerden elde edilen esansiyel (uçucu) yağların antik çağlardan beri biyolojik aktiviteye, özellikle antibakteriyel, antifungal ve antioksidan özelliklere sahip olduğu bilinmektedir (Çelikel ve kavas 2008). Yapılan bir çalışmada tarçın, karanfil ve kimyon yağları *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Staphylococcus epidermidis* ATCC 14990, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Streptococcus pyogenes* ATCC 1915, *Escherichia coli* ATCC 8739, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Aeromonas hydrophila* ATCC 7966, *Proteus mirabilis* ATCC 10005, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 13883, ve *Candida albicans* ATCC 10231 mikroorganizmalarına karşı test edilmiştir. Tarçın ve karanfil yağları tüm test mikroorganizmalarına karşı etkinlik göstermiştir (Condo ve ark., 2020).

Fani ve ark., (2017)'nin yaptığı çalışmada kekik yağının oral patojenler olan *Streptococcus pyogenes*, *Streptococcus mutans*, *Candida albicans*, *Porphyromonas gingivalis*, ve *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* türlerine karşı -etkisini incelemiş ve kekik yağının mikroorganizmalar üzerinde antimikrobiyal etkisinin olduğunu gözlenmişlerdir.

### **1.6.1 Bitkisel Esansiyel (Uçucu) Yağlar ve Antimikrobiyal Açından Aktivite Mekanizması**

Tıbbi bitkiler, esansiyel yağların (EY) varlığı nedeniyle çok çeşitli patojenik mikroorganizmaların büyümesini engelleyici yeteneğe sahiptir. Esansiyel yağların ve şifalı bitkilerden elde edilen çeşitli bileşenlerinin antimikrobiyal etkisi çeşitli çalışmalarla gösterilmiştir (Akthar ve ark., 2014).

Esansiyel yağlar, şifalı bitkilerin sekonder metabolizması tarafından üretilen uçucu moleküller çeşitli karışımından elde edilmektedir. Uçucu yağlar, doğal, uçucu sıvı, güçlü bir koku ile karakterize edilen, nadiren renklendirilen, lipid ve organik çözücülerde çözünen karmaşık bileşiklerdir. Tomurcuklar, çiçekler, yapraklar, gövdeler, dallar, tohumlar, meyveler, kökler, ağaç veya ağaç kabuğu gibi tüm bitki organları tarafından sentezlenebilmekte ve sekreter hücrelerde, boşluklarda, kanallarda, epidermik hücrelerde veya glandüler trikomlarda depolanmaktadır (Bakkali ve ark., 2008).

Esansiyel yağlar genellikle eser miktarda bulunan diğer bileşenlere kıyasla oldukça yüksek konsantrasyonlarda (%20-70) 2-3 ana bileşene sahiptir (Bilia ve ark., 2014). Bitkisel esansiyel yağlar toksik olmayan, zararsız ve doğal olması nedeniyle gıdaların korunmasında, depolanmasında ve taşınmasında gıda koruyucusu olarak kullanılma potansiyeline sahiptir (Falleh ve ark., 2020).

Esansiyel yağların aktivitesini belirleyen faktörler, bileşim, aktif bileşenlerde bulunan fonksiyonel gruplar ve bunların sinerjik etkileşimleridir (Dorman ve Deans, 2000). Antimikrobiyal etki mekanizması, EY tipine veya kullanılan mikroorganizmanın türüne göre değişmektedir. Gram-negatif bakterilere kıyasla, Gram-pozitif bakterilerin EY'lere daha duyarlı olduğu iyi bilinmektedir (Huang ve ark., 2014; Azhdarzadeh ve Hojjati 2016). Bu durum gram-negatif bakterilerin katı, lipopolisakkarit (LPS) açısından zengin ve daha karmaşık bir dış zara sahip olmalarına ve böylece hidrofobik bileşiklerin difüzyonunu sınırlamasına bağlanabilmektedir. Ancak gram-pozitif bakterilerde bu ekstra kompleks zar yoktur, bunun yerine küçük antimikrobiyal moleküllere direnecek kadar yoğun olmayan ve hücre zarına erişimi kolaylaştıran kalın bir peptidoglikan duvarla çevrilidir (Zinoviadou ve ark., 2009; Hyldgaard ve ark., 2012).

Esansiyel yağlarda bulunan biyoaktif bileşenlerin hücrenin yüzeyine yapışabileceği ve daha sonra hücre zarının fosfolipid çift tabakasına nüfuz edebileceği birkaç araştırmada gösterilmiştir. Hücre zarının yapısal bütünlüğü, hücre ölümüne neden olan hücre metabolizmasını olumsuz yönde etkileyebilen bu bileşenlerin

birikmesiyle bozulmaktadır (Bajpai ve ark., 2013; Lv ve ark., 2011). Karabiber esansiyel yağı ile muamele edilen *E. coli*'nin, hücre zarına zarar vererek sızıntıya, düzensizliğe ve ölüme yol açtığı görülmüştür (Zhang ve ark., 2017). Zhang ve ark., (2016)'ı tarçın esansiyel yağının *E. coli* ve *S. aureus*'a karşı bakteri hücre zarını yok ettiğini ve bakteriyi öldürdüğünü gözlemişlerdir. Buna ek olarak tarçın yağının küçük elektrolitlerin hızla sızmasına neden olduğu ayrıca hücre süspanسیونundaki proteinlerin ve nükleik asitlerin konsantrasyonu nedeniyle metabolik aktiviteyi 3-5 kat azalttığı belirtilmiştir (El kolli ve ark., 2016). EY'lerin hücre zarının bütünlüğü üzerindeki etkisi, proteinler, şekerler, ATP ve DNA gibi hayati hücre içi içeriklerin kaybına yol açan zar geçirgenliğini değiştirdiği, enerji (ATP) oluşumunu ve ilgili enzimleri inhibe ettiği bildirilmiştir. Bu durum hücrenin tahrip olmasına ve elektrolitlerin sızmasına yol açmaktadır (Cui ve ark., 2015; Lakehal ve ark., 2016).

Esansiyel yağlara maruz kalan bakteri hücrelerindeki pH izlenmiş ve önemli bir azalma bulunmuştur. EY'lerin membranın protonları bloke etme kapasitesini olumsuz etkilemesiyle pH homeostazını, bozabildiği belirlenmiştir (Faleiro maria, 2011).

Ahmad ve ark., (2011)'ları *Coriaria nepalensis* esansiyel yağının *Candida* izolatlarına karşı antifungal aktivitesinin, ergosterol biyosentezindeki inhibisyona ve membran bütünlüğündeki bozulmaya bağlı olduğunu göstermiştir. Benzer bir çalışmada ise kişniş esansiyel yağının antifungal etkisinin, sitoplazma zarındaki hasarın ve ardından DNA gibi hücre içi bileşenlerin sızıntısının bir sonucu olduğu bildirilmiştir (Silva ve ark., 2011). Benzer şekilde, Zerdeçal esansiyel yağının *Aspergillus flavus*'a karşı plazma membranı ve mitokondri dahil olmak üzere mantar hücresi endomembran sistemini bozması, yani ergosterol sentezi, malat dehidrojenaz, mitokondriyal ATPaz ve süksinat dehidrojenaz aktivitelerini inhibe ettiği bulunmuştur (Hu ve ark., 2017). Bazı uçucu yağlara ait etki mekanizmaları Çizelge 1.1. 'de verilmiştir.

**Çizelge 1.1.** Bazı uçucu yağların farklı mikroorganizmalara karşı etki mekanizması

| <b>Uçucu Yağın Elde Edildiği Bitki</b> | <b>Mikroorganizma</b>  | <b>Hedeflenen Mekanizma</b>   |
|--|--|---|
| <i>Allium sativum</i>                  | <i>Escherichia coli</i>  | Sızıntı   |
| <i>Litsea cubeba</i>                   | <i>Escherichia coli</i>  | Dış ve iç zarın yok edilmesi  |
| <i>Foeniculum vulgare</i>              | <i>Shigella dysenteriae</i>  | Membran bütünlüğünün kaybı  |
| <i>Forsythia koreana</i>               | <i>Foodborne and other pathogenic bacteria</i>   | Membran bütünlüğünün kaybı ve artan geçirgenlik                         |
| <i>Piper nigrum</i>                    | <i>Escherichia coli</i>  | Hücre çukurlaşması, büzüşmesi ve hücreler arası malzeme sızıntısı       |
| <i>Cuminum cyminum</i>                 | <i>Bacillus cereus</i><br><i>Bacillus subtilis</i>                                       | Stoplazmadaki değişiklikler   |
| <i>Cinnamon</i>                        | <i>Escherichia coli</i><br><i>Staphylococcus aureus</i>                                  | Hücre zarının bozulması   |
| <i>Dipterocarpus gracilis</i>          | <i>Bacillus cereus</i><br><i>Escherichia coli</i><br><i>Proteus mirabilis</i>            | Hücre zarının bozulması   |
| <i>Ocimum gratissimum</i>              | <i>Pseudomonas aeruginosa</i><br><i>Staphylococcus aureus</i>                            | Geçirgen zar  |
| <i>Coriaria nepalensis</i>             | <i>Candida isolates</i>  | Ergosterol biyosentezinin inhibisyonu ve membran bütünlüğünün bozulması |
| <i>Curcuma longa</i>                   | <i>Aspergillus flavus</i><br><i>Escherichia coli</i>                                     | Ergosterol biyosentezinin inhibisyonu                                   |
| <i>Origanum vulgare</i>                | <i>Staphylococcus aureus</i><br><i>Pseudomonas aeruginosa</i><br><i>Escherichia coli</i> | Geçirgen zar  |
| <i>Mentha longifolia</i>               | <i>Micrococcus luteus</i><br><i>Salmonella typhimurium</i>                               | Hücre duvarı hasarı   |

(Lambert ve ark., 2001; Ahmad ve ark., 2011; Hylgaard ve ark., 2012; Li ve ark., 2014; Diao ve ark., 2014; Yang ve ark., 2015; Zhang ve ark., 2016; Zhang ve ark., 2017;)

Esansiyel yağların antimikrobiyal etkileri hücre zarının zayıflamasına ve zar geçirgenliğinin artmasına neden olmaktadır. Hücre zarlarının geçirgenliği, iyon kaybı ve zar potansiyelinde azalma, proton pompasının çökmesi ve ATP'nin tükenmesi ile doğrudan ilişkilidir. Bozulmuş hücre yapısı, diğer hücresel yapıları etkileyebilmektedir. Diğer taraftan esansiyel yağlar hücre duvarından ve sitoplazmik zardan geçerek farklı polisakkaritlerin, yağ asitlerinin ve fosfolipid tabakalarının yapısal düzenini bozabilmektedir (Akthar ve ark. 2014).

### 1.6.2 Portakal (*Citrus sinensis*) Kabuğu Yağı

Turunçgiller, tropikal, subtropikal ve sınırda subtropikal/ılıman iklimlere sahip çoğu bölgede yaygın olarak yetiştirilmektedir. Portakal, mandalina ve greylift gibi pek çok turunçgil meyvesi taze olarak yenbilmesine rağmen, dünya genelinde turunçgillerin yaklaşık üçte biri işlendikten sonra kullanılmaktadır ve portakal suyu üretimi toplam işlenmiş tüketimin yaklaşık %85'ini oluşturmaktadır (Anwar ve ark., 2008). Turunçgil meyveleri, antioksidan aktiviteye katkıda bulunan mineraller, C vitamini ve polifenolik bileşikler açısından çok zengindir (Tripoli ve ark., 2007).

Portakal (*C. Sinensis*) Narenciye türlerinin toplam yıllık üretiminin yaklaşık %70'ini oluşturan, dünya çapında yetiştirilen en büyük narenciye çeşidi gruplarını temsil etmektedir (Flamini ve ark., 2003). Portakal, orta büyüklükte meyveler üreten, yuvarlak ila hafif oval şekilli ve kabuğu hamurdan güçlükle ayrılan ağaçlar da dahil olmak üzere, nispeten heterojen bir narenciye grubudur. Tüm portakallar, muhtemelen pummelo (*Citrus maxima*) ve mandalina (*Citrus reticulata*) arasında, eski dönemde oluşturulmuş melez bir türdür. Bu gruba ekşi portakal (*Citrus aurantium*) ve tatlı portakal (*Citrus sinensis*) dahildir. Tatlı portakalın kökeni kesin olarak bilinmemektedir (Duarte ve ark., 2016). Portakal Asya'ya özgüdür ve şu anda Pasifik'te ve dünyanın sıcak bölgelerinde yaygındır. *C. sinensis* yaprak dökmeyen çiçekli bir ağaçtır. Portakal ağaçlarının yüksekliği genellikle 9-10 m'dir. Yaprakları yüksek miktarda yağ varlığı nedeniyle güçlü bir karakteristik narenciye kokusu yaymaktadır (Feres ve ark., 2012).

Portakal, Akdeniz diyetinde tüketilen önemli bir meyvedir (Duarte ve ark., 2016). Turunçgil üretimi içerisinde portakal, %50'lik bir paya sahiptir. Dünya portakal üretiminin %4' ünü Türkiye karşılayarak üretimde yedinci sırayı almıştır (Anonymous a Tarım ve orman bakanlığı 2020). Portakal, vücudun bağışıklık sistemini oluşturan güçlü bir doğal antioksidan olan mükemmel bir C vitamini kaynağı olarak tüm dünyada tüketilmektedir (Etebu ve nwauzoma 2014). Geleneksel olarak kabızlık, kramplar, kolik, ishal, bronşit, tüberküloz, öksürük, soğuk algınlığı, obezite, adet düzensizliği, anjina, hipertansiyon, anksiyete, depresyon ve stres gibi rahatsızlıkları tedavi etmek için kullanılmıştır (Milind ve ark., 2012).

Daha önce atık olarak kabul gören turunçgil esansiyel yağları, gıda endüstrisi tarafından aroma maddeleri, antimikrobiallar ve antioksidanlar olarak kullanılmaktadır. Büyük nutrasötik ve ekonomik önemi nedeniyle, farklı narenciye türlerinden uçucu yağların kimyasal bileşimini belirlemeye yönelik çok sayıda araştırma yapılmıştır (Franco-vega ve ark., 2016). Turunçgil yağları, dünyada en çok kullanılan uçucu yağlardır. Bu yağlar alkollü ve alkolsüz içecekler, şekerlemeler, jelatinler dahil birçok gıda ürünüde, parfümeri, kozmetik ilaç endüstrisi ve ilaçların hoş olmayan tatlarını maskeleyen için aroma maddeleri olarak kullanılmaktadır. (Bousbia ve ark., 2009).

Portakal kabuğu, portakal çeşidine bağlı olarak, toplam hacmin % 45'ini oluşturabilmektedir. Çeşitli narenciye türleri uçucu yağları meyvenin dış kısmında (kabukta) schizolysigen ceplerinde depolamaktadır (Franco-vega ve ark., 2016; Rezzoug ve louka 2009; Acar ve ark., 2015). Portakal yağı, terpenoidler ve bunların alkoller, ketonlar ve esterler gibi oksijenli türevlerinden oluşan uçucu bileşenlerin %85-99'unu oluşturan düzinelerce hatta yüzlerce bileşen içermektedir. Portakal esansiyel yağının ana uçucu bileşenleri terpenlerdir. Terpenler ayrıca limonen olarak da bilinir; hafif bir limon aromasına sahiptirler ve toplam uçucu yağların % 90'ından fazlasını oluşturmaktadırlar (Wang ve ark., 2019). Genel olarak, portakal yağında bulunan bileşenler beş sınıfa ayrılabilir. Bunlar; monoterpenler, oksijenli monoterpenler, seskiterpenler, oksijenli seskiterpenler ve diğer oksijenli bileşiklerdir (Espina ve ark., 2011). Limonen antimikrobial madde olarak bilinmektedir. Yapılan

bir çalışmada limonen maddesinin hücre duvarının ve hücre zarının bütünlüğünü ve geçirgenliğini bozabildiği ve hatta bu nedenle de hücre ölümüne yol açabildiği belirtilmiştir (Han ve ark., 2021).

Portakal yağı, antimikrobiyal özelliğinin yanında anti-inflamatuar, antioksidan, kardiyoprotektif, anti-kanser, antiseptik, anti-depresan, tonik, karminatif, diüretik, yatıştırıcı ve antimikrobiyal olarak birçok terapötik fonksiyona sahiptir (Obidi ve ark., 2013; Magalhaes ve ark., 2020).

Birçok çalışma portakal türlerinin antimikrobiyal etkilerini araştırmıştır. Dikmetaş ve ark., (2019)'nın yaptığı çalışmada portakal kabuğu yağının 10 µL konsantrasyonunun *Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli* bakterileri üzerinde antimikrobiyal etki gösterdiği belirlenmiştir. Obidi ve ark., (2013)'nin yaptığı çalışmada *Candida albicans*, *Enterococcus faecalis*, *P. Aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli* üzerinde portakal yağının antimikrobiyal etki gösterdiği gözlenmiştir.

### **1.6.3. Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) Yağı**

Biberiye *Rosmarinus* cinsi (Labiatae veya Lamiaceae familyası) üç farklı türden (*Rosmarinus officinalis*, *Rosmarinus eryocalix* ve *Rosmarinus tomentosus*) oluşmaktadır (Hernandez ve ark., 2016). Cinsin üç türü arasında, *R. officinalis* en yaygın olanıdır ve orjin olarak Portekiz, İspanya, Fransa, İtalya, Yunanistan, Arnavutluk, Bosna Hersek, Hırvatistan, Karadağ, Fas, Cezayir, Libya, Tunus, Mısır, Kıbrıs ve Türkiye'de yetişmektedir. Ayrıca Bulgaristan, Kırım, Azor Adaları, Kanarya Adaları, Yeşil Burun Adaları, Bermuda, Teksas ve Orta Meksika'da yetiştirilmektedir. Deniz seviyesinden 1600 m'ye kadar bulunabilmekte, genellikle kurak, yarı kurak ve kalkerli habitatlarda yetişmektedir. *Rosmarinus officinalis* L., yaprak dökmeyen, çok yıllık, bazen çalı benzeri, 3 m yüksekliğe kadar, genellikle dik, köksüz, odunsu çok dallı gövdeli bir bitkidir (Morales ve ark., 2010).

Eski halklar tarafından çok değer verilen biberiye, doğum ve ölüm törenlerinin yanı sıra aşk ve evlilikle de yakından ilişkilendirilmiştir. Özellikle biberiye, çok çeşitli halk kullanımlarına ve onunla ilişkili geniş bir mitolojiye sahiptir. Antik çağlardan beri, özellikle hafızayı ve hatırlamayı geliştirmeye yönelik tedavilerle ilişkilendirilmiştir. Biberiyenin başlıca tarihsel tıbbi kullanımları, bir beyin toniği ve hafif bir karaciğer temizleyici ilaç olarak görülmesidir. Eski Yunanistan ve Roma'da hatıra ve sadakat otu olarak bilinen biberiyenin, hafızayı güçlendirdiğine inanılmıştır (Begum ve ark., 2013).

Türkiye tıbbi ve aromatik bitkiler açısından zengin bir Akdeniz ülkesidir. Bunların çoğu yerel halk tarafından birçok amaç için kullanılmaktadır. Türkiye'de biberiye bitkisinin kuru kayalık yamaçlarda veya çam ormanlarında, özellikle Toros dağlarında deniz seviyesinin hemen üstünden 1.000 m'ye kadar yetiştii görülmektedir (Özcan ve chalchat 2008). Taze ve kurutulmuş yapraklar, geleneksel akdeniz mutfağında sıklıkla kullanılmaktadır (Jiang ve ark., 2011). Türkçe'de biberiye 'hasalban, kuş dili' olarak bilinmektedir (Özcan ve chalchat 2008).

Biberiye, nane ailesine ait aromatik, tıbbi ve mutfak amaçlı bir bitki olarak ayırt edilmesiyle farklı şekillerde kullanılabilen bir bitkidir (Jiang ve ark., 2011; Morales ve ark., 2010). Biberiye aynı zamanda antimikrobiyal, antioksidan, antikanser, antidepresan, nöroprotektif, kolinerjik, antiinflamatuvar, analjezik, antispazmodik, idrar söktürücü, balgam söktürücü ve gaz giderici gibi özellikleri göz önüne alındığında büyük farmakolojik potansiyele sahip tıbbi bir bitkidir (Amaral ve ark., 2019; Andrade ve ark., 2018; Pintore ve ark., 2002; Del pilar ve ark., 2017). Biberiye yağında bulunan biyolojik aktif bileşenler gıda ürünlerinin lezzetlendirilmesi, halk hekimliği, kozmetik, fitokozmetikte yaygın olarak kullanılmaktadır (Pintore ve ark., 2002).

Biberiyenin farklı amaçlarla kullanılması ile birlikte uçucu yağ bileşimi, son yıllarda önemli araştırmalara konu olmuştur. Biberiye esansiyel yağı esas olarak monoterpenler ve monoterpen türevlerini (% 95-98) içerir, geri kalanı (% 2-5) seskiterpenlerdir. Biberiyedeki başlıca uçucu bileşikler kafur ve 1,8-cineoldür,

ardından borneol, verbenon, a-pinen ve kamfen gelmektedir (Szummy ve ark., 2010). Uçucu bileşenlerden başta  $\alpha$ -pinene ve 1,8-cineol olmak üzere saf bileşenlere kıyasla biberiye yağının antibakteriyel aktivitesini artırdığı ve sinerjik bir etki oluşturabileceği belirtilmiştir (Jiang ve ark., 2011). Bu ana bileşenlere ek olarak, küçük bileşikler de yağın antimikrobiyal aktivitesine önemli bir katkı sağlayabilmektedir. Bu nedenle, biberiye yağının antimikrobiyal aktivitesi, tüm uçucu fraksiyonunun sinerjik etkisine bağlanabileceği belirtilmiştir (Hernandez ve ark., 2016).

Türkiye’de Özcan ve ark.(2008)’nin yaptığı çalışmada ise biberiye yağı içeriğinin % 44.02p-Cymene, % 20.5 linalool, %16.62  $\gamma$ -terpinene, %2.64 1,8-cineol olduğunu bulmuştur (Çizelge 1.2 ).

**Çizelge 1.2.** Biberiye (*R. officinalis*) yağının kimyasal bileşimi

| <b>Bileşik</b>                | <b>Konsantrasyon (%)</b> |
|-------------------------------|--------------------------|
| Hexanal                       | Trace                    |
| <i>n</i> -Heptanal            | Trace                    |
| Trityclene                    | Trace                    |
| $\alpha$ -Thujene             | 0.35                     |
| $\alpha$ -Pinene              | 2.83                     |
| Thuya 2,4(10)-diene           | Trace                    |
| Camphene                      | 1.37                     |
| Sabinene                      | Trace                    |
| $\beta$ -Pinene               | 3.61                     |
| Myrcene                       | 1.82                     |
| Mentha-1(7),8-diene           | Trace                    |
| $\alpha$ -Phellandrene        | Trace                    |
| 3-Carene                      | Trace                    |
| $\alpha$ -Terpinene           | Trace                    |
| <i>p</i> -Cymene              | 44.02                    |
| Eucalyptol                    | 2.64                     |
| $\gamma$ -Terpinene           | 16.62                    |
| Fenchone                      | Trace                    |
| <i>p</i> -Cymenene            | 0.14                     |
| Linalool                      | 20.5                     |
| Fenchol                       | Trace                    |
| <i>cis</i> -Menth-2-en-1-ol   | Trace                    |
| <i>trans</i> -Menth-2-en-1-ol | Trace                    |
| Camphre                       | 1.68                     |
| <i>Trans</i> -Verbenol        | 0.03                     |
| Borneol                       | 0.95                     |
| Terpinene-4-ol                | 0.82                     |
| $\alpha$ -Terpineol           | 0.37                     |
| Estragol                      | Trace                    |
| <i>trans</i> -Piperitol       | Trace                    |
| E-Ocimenone                   | Trace                    |
| Cuminaldehyde                 | Trace                    |
| Thymol                        | 1.8                      |
| Carvacrol                     | 0.10                     |
| Piperitenone                  | Trace                    |
| <i>d</i> -Terpenyle acetate   | Trace                    |
| Engenol                       | Trace                    |
| $\beta$ -Caryophyllene        | 0.11                     |
| Geranyl acetone               | Trace                    |
| $\alpha$ -Humulene            | Trace                    |
| $\gamma$ -Muurolene           | Trace                    |
| $\gamma$ -Cadinene            | Trace                    |
| Caryophyllene oxide           | Trace                    |
| Humulene 1,2-epoxide          | Trace                    |
| Methyl jasmonate              | Trace                    |

Son zamanlarda, birçok çalışmada biberiye türlerinin antimikrobiyal etkileri araştırılmıştır. Zaouali ve ark.'nın (2010) yaptığı çalışmada biberiye yağının 10 µL konsantrasyonun *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus epidermis* üzerinde antimikrobiyal etkisinin olduğu gözlenmiştir. Gitaari ve ark. (2019)'nın yaptığı çalışmada biberiye yağının % 0,1 ile % 6 arasındaki değişik konsantrasyonları denenmiş ve % 0,5 lik konsantrasyonun *Pseudomonus aeruginosa* ve *Escherichia coli*'ye karşı, % 2 konsantrasyon *Candida albicans* ve *Bacillus subtilis*'a karşı, %3 konsantrasyon ise *Staphylococcus aureus*'a karşı antimikrobiyal aktivite gösterdiği belirlenmiştir.

Bu çalışma portakal kabuğu ve biberiye yağı ekstraktlarının tere ve rokaya inoküle edilen *Salmonella enteritidis* bakterisi üzerinde antimikrobiyal etkisini test etmek ve kimyasal dezenfektan olan klora (kalsiyum hipoklorit) kıyasla etkinliğini araştırmak amacıyla planlanmıştır.

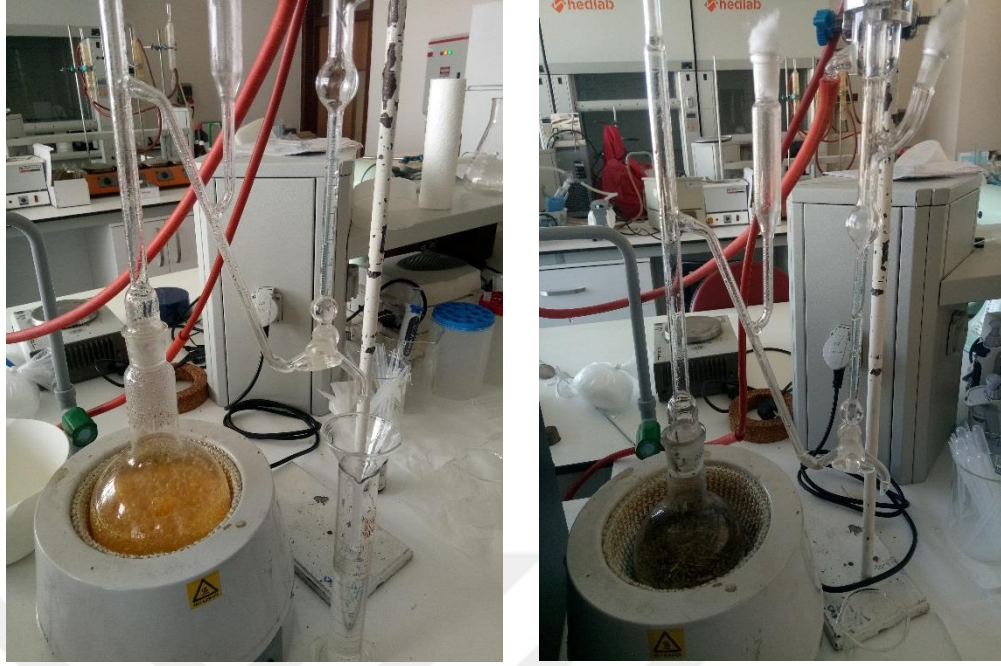
## 2. GEREÇ VE YÖNTEM

### 2.1. Araştırmanın Zamanı Yeri ve Örneklem Seçimi

Araştırmada portakal kabuğu ve biberiye yağının antimikrobiyal etkisini belirleme işlemlerinde kullanılmak üzere yeşil yapraklı sebzelerden tere ve roka seçilmiştir. Tere ve roka toplu beslenme sistemlerinde çoğunlukla salata yapımında kullanılan ve dezenfeksiyonu klorla sağlanan yeşil yapraklı sebzelerdir. Analizde kullanılacak tere ve roka Haziran - Kasım 2021 tarihleri arasında Ankara'da bulunan yerel marketlerden temin edilmiştir. Yine esansiyel yağ için portakal (Ocak-Mart 2021) ve biberiye (Mart-Haziran 2021) satın alınmıştır. Son yıllarda yeşil yapraklı sebzelerde bulunan salmonella spp.nin sebep olduğu salgınlar göz önüne alındığında çalışmamızda test bakterisi olarak *Salmonella enteritidis* tercih edilme sebebi olmuştur. Araştırma analizleri Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Fakültesi Mikrobiyoloji Laboratuvarında yürütülmüştür.

### 2.2. Antimikrobiyal Bitki Ekstraktı (Esansiyel Yağ) Elde Edilmesi

Portakal kabuğu yağını elde etmek için yerel marketten satın alınan 1 kg taze Finike portakalı ve biberiye yağı için 100 g kuru biberiye kullanılmıştır. Satın alınan portakallar yıkanmış daha sonrada yağ eldesini artırmak için kabuğu rendelenmiştir. Kuru biberiye ve rendelenmiş portakal kabuğu, cam balona aktarılmış ve yağ ekstraksiyonu için clevenger tipi aparat kullanılmıştır. Üç saat boyunca su distilasyonu sonucunda esansiyel yağ elde edilmiştir. Bu işlemde kuru madde distile su oranı 1g /5mL'dir (Şekil 3.1). Elde edilen miktarlar az olduğu için işlemler birkaç kez tekrarlanmıştır. Elde edilen esansiyel yağlar kullanılmadan önce nemsiz sodyum sülfat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) ile kurutulmuştur. Filtrasyon işleminden sonra, araştırma başlangıcına kadar steril koyu renk şişelerde +4 °C'de saklanmıştır (Hsouna ve ark., 2017; Celiktas ve ark., 2007; Hou ve ark., 2019). Analizler Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Fakültesi Yağ Laboratuvarında yürütülmüştür.



**Şekil 2.1.** Yağ ekstraksiyon işlemi görüntüsü

## **2.3. Araştırma Yöntemi**

### **2.3.1. Yeşil Yapraklı Sebzelerin Analize Hazırlanması**

Satın alınan tere ve roka örnekleri analize kadar en fazla 24 saat süre boyunca +4 °C sıcaklığındaki buzdolabında muhafaza edilmiştir. Mikrobiyolojik analiz öncesinde tere ve roka yapraklarının zarar görmüş kısımları ayrılmıştır. Çalışmada kullanılmak üzere her bir numune (tere ve roka) grubu 10 g olacak şekilde 0,0001 g duyarlılığa sahip hassas terazide (Presika 310 C) tartılmıştır (Şekil 2.2).

### **2.3.2. Bakteri Kültürünün Hazırlanması**

*S. enteritidis* (ATCC 43971) Türkiye Halk Sağlığı kurumundan sağlanmıştır. Test bakterisinin stok kültürü  $-80^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilmiştir. Mikrobiyolojik analiz öncesinde toplamda 2 defa olmak üzere Tryptic Soy Broth (TSB)'a aktararak aktive edilmiştir. Bakteriyel kültürler TSB'de  $4^{\circ}\text{C}$ 'de tutulmuştur (Ma ve ark., 2013; Todd ve ark., 2013). Test bakterisi 10 mL Tryptic Soy Broth'a 100  $\mu\text{L}$  ekilmiş ve daha sonra gece boyunca (18-22 s)  $37^{\circ}\text{C}$ 'de inkübe edilmiştir. Her deney için taze kültürler hazırlanmıştır (Moore-Neibel ve ark., 2013). Ekim yapıldıktan sonra steril bir eküvyon ile saf bakteri kolonisi alınıp McFarland 0,5'e göre kalibrasyonu (absorbans: 625 nm) yapılmıştır (Guzma ve ark., 2018).

### **2.4. Mikrobiyolojik Analizde Kullanılacak Olan Besiyeri ve Çözeltilerin Hazırlanması**

Yapılacak olan mikrobiyolojik analiz için Xylose Lysine Deoxycholate (XLD) agar (Merck 105287.0500 ) kullanılmıştır. Firmanın belirttiği kullanım kurallarına göre 55 g XLD agar konulmuş ve 1 L distile su katılmıştır. Şişe içine manyetik balık konulmuş ve manyetik karıştırıcıda 5 dk kadar homojenize edilmiştir. Daha sonra hazırlanan karışım sıcak su banyosunda sterilize edilmiştir. Karışım el yakmayacak sıcaklığa gelince bek alevi yanında steril petri kaplarına 12,5 mL olacak şekilde aktarılmıştır. Besiyerleri kullanılmak üzere çalışmadan hemen önce hazırlanmıştır.

Tamponlanmış peptonlu su (BPW) (Buffered Peptone Water Merck 107228.0500) kullanım şartlarına göre 25,5 g toz formdaki BPW konulmuş ve ve 1 L distile su katılmıştır. Manyetik balık konmuş ve manyetik karıştırıcı da 5 dk homojenize edilmiştir. Daha sonra BPW küçük cam şişelere 90 mL ve cam tüplere 9 mL olacak şekilde aktarılmıştır. Hazırlanan cam tüpler ve şişeler otoklavda sterilize edilmiştir. Buzdolabında  $+4^{\circ}\text{C}$ 'de tutulmuştur.

Fosfat tamponlu tuzlu su (FTS) tablet şeklinde kullanımı bulunmaktadır (Phosphate Buffered Saline Tablets, biomed Canada). Kullanım talimatlarına göre 1 tablet FTS ölçekli steril cam şişeye eklenmiş ve distile su ile 100 mL'ye tamamlanmıştır. Gerekli olan miktar kadar hazırlanan FTS otoklavda steril hale getirilmiştir. Buzdolabında + 4 ° C'de tutulmuştur.

Triptik soy broth (TSB) ( Merck 105459.0500) kullanım talimatına göre 30 g besiyeri tartılmış ve 1 L distile su katılmıştır. Manyetik balık konulmuş ve manyetik karıştırıcı da 5 dk homojenize edilmiştir. Daha sonra cam tüplere 10 mL olacak şekilde aktarılmıştır. Hazırlanan cam tüpler otoklavda sterilize edilmiştir. Buzdolabında + 4 ° C'de tutulmuştur.

Toplu beslenme sistemlerinde ucuz ve kolay kullanımı nedeniyle tercih edilen klor çözeltisi 50 mg/L, 100 mg/L, 200 mg/L klor (kalsiyum hipoklorit ( $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ ) olacak şekilde hazırlanmıştır. Klor için Merck 102391.1000 Calcium chloride cas: 10043-52-4 satın alınmıştır. Öncelikle hassas terazi kullanılarak 50 mg toz klor tartılarak ağız kapalı steril cam kabın içerisine konulmuştur. Daha sonra son hacim 1 L olacak şekilde üzeri steril distile su ile tamamlanmıştır. Aynı metod kullanılarak 100 mg/L ve 200 mg/L'lık klor çözeltileri elde edilmiştir. Hazırlanan çözeltiler 24 ° C'de 30 dk çalkalayıcı karıştırıcıda homojenize edilmiştir. Gerekli olan miktar ölçülüp cam şişelere konulmuş ve otoklavda sterilize edilmiştir.

## **2.5. Mikrobiyolojik Analiz**

### **2.5.1. Yeşil Yapraklı Sebzelere Mikroorganizma Aşılması**

On g'lık tere ve roka grupları 3 defa deiyonize su ile yıkanıp kurutulmuştur. Üzerindeki mikroflorayı elimine etmek için numune yaprağının her bir tarafı 15 dk olacak şekilde toplam 30 dk boyunca UV ışığa (254 nm) maruz bırakılmıştır. Daha sonra 5 mL *Salmonella* kültürü steril stomacher poşeti içerisinde 200 mL FTS ile karıştırılmış daha sonra 10 g'lık tere ve roka örnekleri steril pens ile oluşan *salmonella*

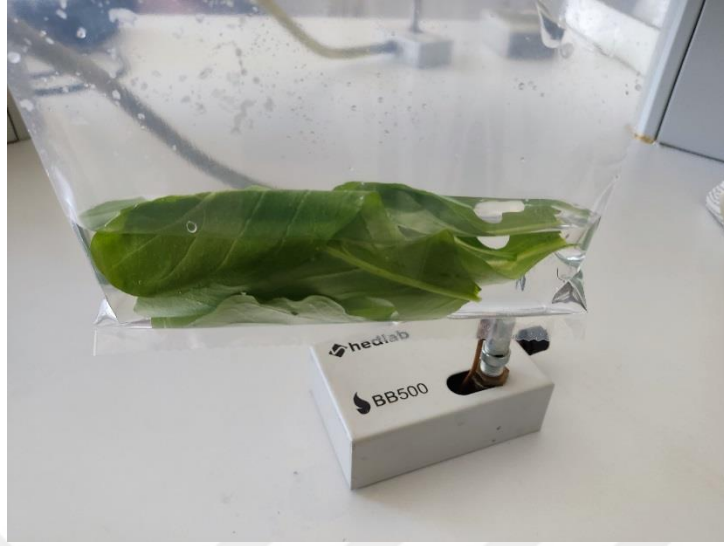
kültürüne ( $10^6$  kob / mL) daldırılmış ve 2 dakika karıştırılıp aşılacaktır. Daha sonra numuneler kurumak üzere 30 dk boyunca alkol ile steril edilmiş kapalı kabinde (Hedlab x-pro 14175) bekletilmiştir (Şekil 2.2). Daha sonra örnekler 5 dk ve 15 dk süresince dezenfeksiyon işlemi uygulanmak üzere 2 gruba ayrılmıştır. Otuz dk'lık kuruma süresinden sonra kontrol örnekleri alınmıştır (Moore ve ark. 2013, Huang ve chen, 2018, Huang ve chen 2011, Todd ve ark. 2013).



**Şekil 2.2.** Numune tartımı ve inokülasyon sonrası kurutma işlemi görüntüsü

### **2.5.2. Yeşil Yapraklı Sebzelere Dezenfektan Madde Uygulaması**

Örnekler toplamda 8 gruba ayrılmıştır. Numunelerin 4 grubuna (kontrol, biberiye yağı, portakal yağı ve klor grubu) 5 dk dezenfeksiyon işlemi uygulanmış; diğer 4 grup ise (kontrol, biberiye yağı, portakal yağı ve klor grubu) 15 dk dezenfeksiyon işlemi uygulanmıştır. Dezenfeksiyon işlemi her dezenfektan madde için 3'er konsantrasyon (portakal ve biberiye grupları % 0.1, 0.3 ve 0.5'lik yağ ekstratı; kalsiyum hipoklorit ( $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  50, 100, 200 mg/L (Todd ve ark., 2013; FDA, 2001)) hazırlanmıştır. Her bir numune stomacher poşetleri içerisinde bulunan steril fosfat tamponlu tuzlu su ile hazırlanmış 200 mL'lik çözelti içerisine konulmuş ve üzerine dezenfektan madde konsantrasyonu aktarılmıştır. Süre etkinliği karşılaştırması yapmak için 5 veya 15 dk hafifçe sallanarak yıkanmıştır (Şekil 2.3). Kontrol grubu ise sadece steril saf su ile yıkanmıştır.



**Şekil 2.3.** Numunenin dezenfektan madde ile yıkanma görüntüsü.

### **2.5.3. Besiyerinde *Salmonella enteritidis* Aranması**

Yıkama işlem biten numuneler steril pens ile çıkarılıp süzölmüştür. Süzölen numuneler steril stomacher poşetine konulmuştur (90 mL BPW + 10 g numune örneği). Steril poşetlerin ağzı kapatılarak 260 rpm devirde 1 dakika boyunca stomacher (stomacher 400 seward, UK) kullanarak homojenize edilmiştir (Şekil 2.4). Hazırlanan bu seyreltme  $10^{-1}$  olarak değerlendirilmiştir.  $10^{-1}$ 'lik dilüsyondan faydalanılarak  $10^{-4}$ 'e kadar dilüsyonlar hazırlanmıştır (Altan Tuğçe 2016; Moore-neibel ve ark., 2013; Gündüz ve ark., 2010). Bek alevi yanında otomatik pipet yardımı ile 0,1 mL (100 µL) alınıp test besiyerine Xylose Lysine Deoxycholate agar'a (XLD) (Gast ve ark., 2004)) yayma kültür yöntemine göre steril drigalski spatölü (%76'lık etil alkol ile sterilize edilmiş) ile iyice yayılmıştır. Çalışmanın güvenilirliğini sağlamak amacıyla örnekler duplike çalışılmıştır.



**Şekil 2.4.** Hazırlanan homojenat ve seyreltme tüplerinin görüntüsü

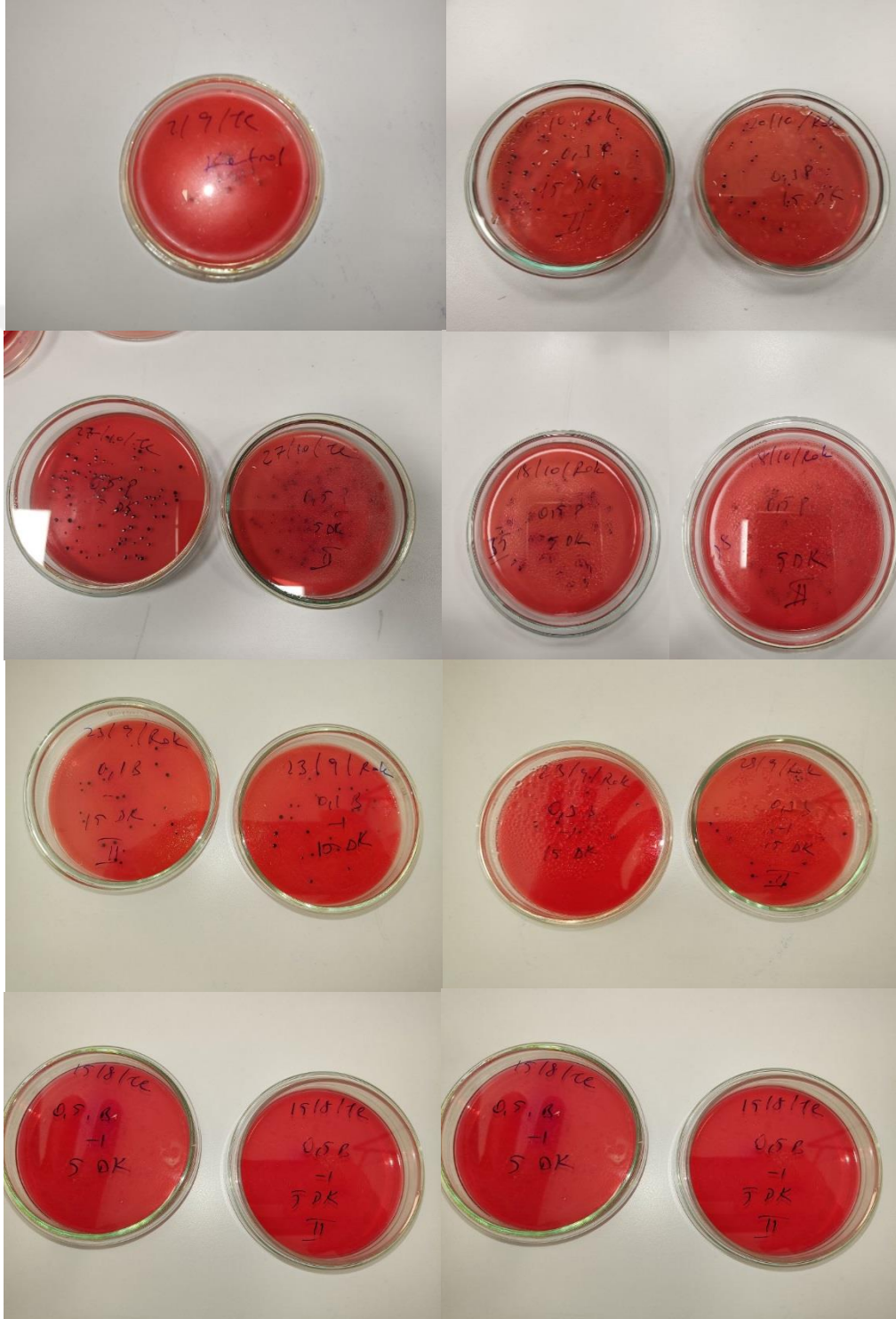
Yapılan tüm işlemlerin özeti Şekil 2.5'te gösterilmiştir.



Şekil 2.5. Kontrol ve çalışma gruplarının analize hazırlanması, işlenmesi ve ekimi.

Ekim yapılmış besiyerleri 37 ° C ayarlı inkübatöre (Nüve en 400) konulmuştur ve 24 saatlik inkübasyona bırakılmıştır. Yirmi dört saat sonra koloni sayımı yapılmıştır. Koloni sayımı manuel olarak yapılmıştır. Bakteri popülasyonları koloni oluşturma birimi olarak tespit edilmiş (Halkman, 2005) ve elde edilen sayıların

logaritmik çevrimleri yapılmıştır. Her uygulama farklı zamanlarda 3 tekrar ile çalışılmıştır. Ekim ve koloni sayımları yapıldıktan sonra bazı petrilerin durumu Şekil 2.6'da verilmiştir.





Şekil 2.6. Koloni sayım işlemi yapılan bazı petrilerin görünümü.

## 2.6. Verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi

Elde edilen verilerin ortalama değerleri verilmiştir. Tere ve roka bitkilerine eklenen *S. enteritidis* düzeylerinin kontrol ve çalışma grupları ve konsantrasyon gruplarına göre analizlerinde IBM SPSS 22.0 paket programı kullanılmıştır. İlk olarak aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır. Ardından istatistiksel anlamlılık değeri grup içi değişimler Paired-t test ile, gruplar arası farklılıklar ise çift yönlü Anova testi ile incelenmiştir. Gruplar arasındaki farkın kaynağının belirlenmesi için post hoc testlerinden Tukey testi kullanılmıştır. Tüm analizlerde sonuçlar %95'lik güven aralığında ve  $p < 0,05$  anlamlılık düzeyinde değerlendirilmiştir.

### 3. BULGULAR

Çalışmada portakal kabuğu yağı (% 0.1, 0.3 ve 0.5), biberiye yağı (% 0.1, 0.3 ve 0.5) ve klorun (50, 100, 200 mg/L) tere ve rokaya inoküle edilen *Salmonella enteritidis* bakterisi üzerindeki antimikrobiyal etkisi değerlendirilmiştir. Çalışmaya ilişkin sonuçlar çizelge 3.1 ve çizelge 3.2’de verilmiştir.

**Çizelge 3.1:** Tere örneklerine uygulanan farklı süre ve konsantrasyonlardaki dezenfektanların toplam *Salmonella enteritidis* değerleri (kob/g) ve logaritma eşdeğerlikleri.

| Uygulama             | Konsantrasyon | 5 dk                 |           | 15 dk                |           |
|----------------------|---------------|----------------------|-----------|----------------------|-----------|
|                      |               | kob/g                | log kob/g | kob/g                | log kob/g |
| Kontrol              | -             | 7,7 x10 <sup>6</sup> | 6,89      | 8,2 x10 <sup>6</sup> | 6,91      |
| Portakal kabuğu yağı | % 0.1         | 1,93x10 <sup>5</sup> | 5,28      | 2,45x10 <sup>5</sup> | 5,38      |
|                      | % 0.3         | 1,37x10 <sup>5</sup> | 5,14      | 2,18x10 <sup>5</sup> | 5,33      |
|                      | % 0.5         | 1,31x10 <sup>5</sup> | 5,12      | 9,91x10 <sup>4</sup> | 4,99      |
| Biberiye yağı        | % 0.1         | 2,01x10 <sup>5</sup> | 5,30      | 2,79x10 <sup>5</sup> | 5,44      |
|                      | % 0.3         | 4,97x10 <sup>4</sup> | 4,69      | 1,36x10 <sup>5</sup> | 5,13      |
|                      | % 0.5         | 6,33x10 <sup>3</sup> | 3,80      | üo                   | üo        |
| Klor                 | 50 mg/L       | 2,19x10 <sup>5</sup> | 5,34      | 3,59x10 <sup>5</sup> | 5,55      |
|                      | 100 mg/L      | 2,33x10 <sup>5</sup> | 5,37      | 1,52x10 <sup>5</sup> | 5,18      |
|                      | 200 mg/L      | 1,27x10 <sup>5</sup> | 5,10      | 1,1x10 <sup>5</sup>  | 5,04      |

üo:Üreme olmamıştır.

Beş dakika süresince uygulama yapılan tere örneklerinde *Salmonella enteritidis* düzeyi kontrol grubunda 7,7 x10<sup>6</sup> kob/g olarak belirlenmiştir. Portakal kabuğu yağının % 0.1 konsantrasyonunda 1,93x10<sup>5</sup> kob/g, % 0.3 portakal kabuğu yağında 1,37x10<sup>5</sup> kob/g, ve % 0.5’lik portakal kabuğu yağında ise 1,31x10<sup>5</sup> kob/g’a düşmüştür. Aynı şekilde % 0.1 biberiye yağında 2,01x10<sup>5</sup> kob/g, % 0.3 biberiye yağında 4,97x10<sup>4</sup> kob/g ve % 0.5 biberiye yağında 6,33x10<sup>3</sup> kob/g düşmüştür. Klor uygulamasına bakıldığında

50 mg/L klorda  $2,19 \times 10^5$  kob/g, 100 mg/L klorda  $2,33 \times 10^5$  kob/g ve 200 mg/L klorda  $2,33 \times 10^5$  kob/g'a düşmüştür. Dezenfektanların süresi 15 dk çıkarıldığında tere örneklerinde *Salmonella enteritidis* düzeyi kontrol grubunda  $8,2 \times 10^6$  kob/g olarak belirlenmiştir. Portakal kabuğu yağının % 0.1 konsantrasyonunda  $2,45 \times 10^5$  kob/g, % 0.3 kabuğu portakal yağında  $2,18 \times 10^5$  kob/g, ve % 0.5'lik kabuğu portakal yağında ise  $9,91 \times 10^4$  kob/g'a düşmüştür. Aynı şekilde % 0.1 biberiye yağında  $2,79 \times 10^5$  kob/g, % 0.3 biberiye yağında  $1,36 \times 10^5$  kob/g ve % 0.5 biberiye yağında ise *Salmonella enteritidis* üremesi olmamıştır. Klor uygulamasına bakıldığında 50 mg/L klorda  $3,59 \times 10^5$  kob/g, 100 mg/L klorda  $1,52 \times 10^5$  kob/g ve 200 mg/L klorda  $1,1 \times 10^5$  kob/g'a düşmüştür (Çizelge 3.1).

**Çizelge 3.2:** Roka örneklerine uygulanan farklı süre ve konsantrasyonlardaki dezenfektanların toplam *Salmonella enteritidis* değerleri (kob/g) ve logaritma eşdeğerlikleri.

| Uygulama             | Konsantrasyon | 5 dk               |           | 15 dk              |           |
|----------------------|---------------|--------------------|-----------|--------------------|-----------|
|                      |               | kob/g              | log kob/g | kob/g              | log kob/g |
| Kontrol              | -             | $8,1 \times 10^6$  | 6,91      | $8,9 \times 10^6$  | 6,95      |
| Portakal kabuğu yağı | % 0.1         | $1,31 \times 10^5$ | 5,12      | $2,97 \times 10^5$ | 5,47      |
|                      | % 0.3         | $8,78 \times 10^4$ | 4,94      | $1,31 \times 10^5$ | 5,12      |
|                      | % 0.5         | $7,87 \times 10^4$ | 4,89      | $1,39 \times 10^5$ | 5,14      |
| Biberiye yağı        | % 0.1         | $1,62 \times 10^5$ | 5,21      | $1,4 \times 10^5$  | 5,15      |
|                      | % 0.3         | $9,4 \times 10^4$  | 4,97      | $7,78 \times 10^4$ | 4,89      |
|                      | % 0.5         | $1,4 \times 10^4$  | 4,14      | $1,5 \times 10^4$  | 4,17      |
| Klor                 | 50 mg/L       | $1,53 \times 10^5$ | 5,18      | $6 \times 10^4$    | 4,78      |
|                      | 100 mg/L      | $1,41 \times 10^5$ | 5,15      | $7,9 \times 10^4$  | 4,89      |
|                      | 200 mg/L      | $1,9 \times 10^5$  | 5,28      | $7,2 \times 10^4$  | 4,86      |

Roka örneklerinde 5 dk'lık muamele neticesinde *Salmonella enteritidis* düzeyi kontrol grubunda  $8,1 \times 10^6$  kob/g olarak belirlenmiştir. Yüzde 0.1'lik portakal kabuğu yağında  $1,31 \times 10^5$  kob/g, % 0.3 portakal kabuğu yağında  $8,78 \times 10^4$  kob/g ve % 0.5 portakal kabuğu yağında  $7,87 \times 10^4$  kob/g'a düşmüştür. Aynı şekilde % 0.1 biberiye

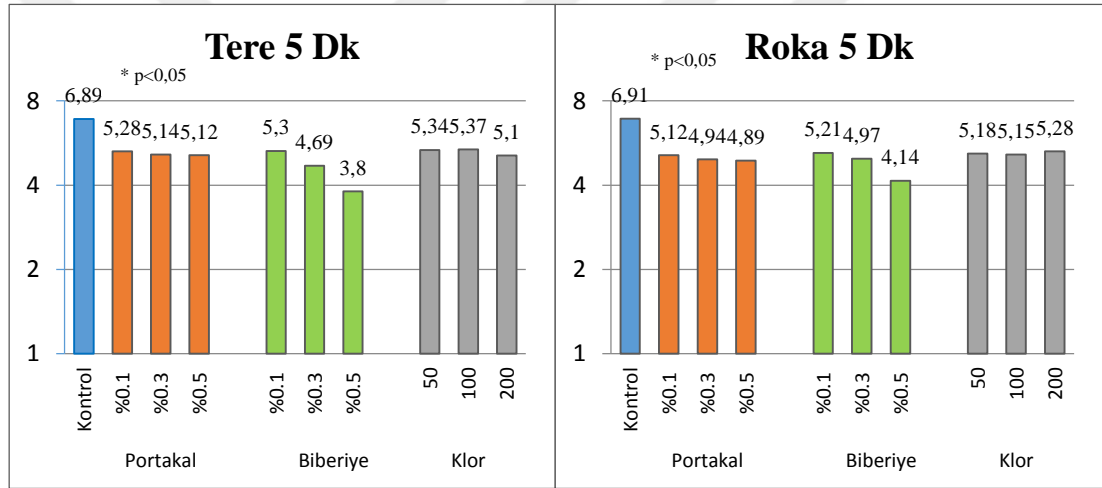
yağında  $1,62 \times 10^5$  kob/g, % 0.3 biberiye yağında  $9,4 \times 10^4$  kob/g ve % 0.5 biberiye yağında  $1,4 \times 10^4$  kob/g'a düşmüştür. Klor uygulamasına bakıldığında 50 mg/L klorda  $1,53 \times 10^5$  kob/g, 100 mg/L klorda  $1,41 \times 10^5$  kob/g ve 200 mg/L klorda  $1,9 \times 10^5$  kob/g'a düşmüştür. Dezenfektanların süresi 15 dk çıkarıldığında roka örneklerinde *Salmonella enteritidis* düzeyi kontrol grubunda  $8,9 \times 10^6$  kob/g olarak belirlenmiştir. Portakal kabuğu yağının % 0.1 konsantrasyonunda  $2,97 \times 10^5$  kob/g, % 0.3 portakal kabuğu yağında  $1,31 \times 10^5$  kob/g, ve % 0.5'lik portakal kabuğu yağında ise  $1,39 \times 10^5$  kob/g'a düşmüştür. Yüzde 0,1'lik biberiye yağında  $1,4 \times 10^5$  kob/g, % 0.3 biberiye yağında  $7,78 \times 10^4$  kob/g ve % 0.5 biberiye yağında  $1,5 \times 10^4$  kob/g'a düşmüştür. Klor uygulamasında ise 50 mg/L klorda  $6 \times 10^4$  kob/g, 100 mg/L klorda  $7,9 \times 10^4$  kob/g ve 200 mg/L klorda  $7,2 \times 10^4$  kob/g'a düşmüştür (Çizelge 3.2).

### 3.1. Kontrol Grubunun Diğer Dezenfektanlar ile Kıyaslanması

Beş dakikalık uygulama işlemi sonrasında tere örneklerinde kontrol grubu 6.89 log kob/g olarak belirlenmiştir. Portakal kabuğu yağının % 0.1 konsantrasyonunda 5.28 log kob/g, % 0,3 portakal kabuğu yağında 5.14 log kob/g, ve % 0.5'lik portakal kabuğu yağında ise 5.12 log kob/g'a düşmüştür. Aynı şekilde % 0.1 biberiye yağında 5.3 log kob/g, % 0.3 biberiye yağında 4.69 log kob/g ve % 0.5 biberiye yağında 3.8 log kob/g'a düşmüştür. Klor uygulamasına bakıldığında 50 mg/L klorda 5.34 log kob/g, 100 mg/L klorda 5.37 log kob/g ve 200 mg/L klorda 5.1 log kob/g'a düşmüştür. Kontrol grubu ile portakal, biberiye ve klorun tüm konsantrasyonları arasında salmonella düzeyleri açısından anlamlı farklılık saptanmıştır ( $p < 0,05$ ). Beş dk işlem sonrasında %0.5'lik biberiye en etkili konsantrasyon olarak gözlenmiştir ( $p < 0,05$ ). Buna göre, 5 dk işlem sonrasında portakal, biberiye ve klorun tüm konsantrasyonlarının kontrol grubu ile karşılaştırıldığında salmonella düzeylerinin azaldığı bulunmuştur (Şekil 3.1).

Beş dakikalık uygulama sonrasında roka örneklerinde kontrol grubu grubu 6.91 log kob/g olarak belirlenmiştir. Portakal kabuğu yağının % 0.1 konsantrasyonunda 5.12 log kob/g, % 0.3 portakal kabuğu yağında 4.94 log kob/g, ve % 0.5'lik portakal

kabuğu yağında ise 4.89 log kob/g'a düşmüştür. Aynı şekilde % 0.1 biberiye yağında 5.21 log kob/g, % 0.3 biberiye yağında 4.97 log kob/g ve % 0.5 biberiye yağında 4.14 log kob/g düşmüştür. Klor uygulamasında 50 mg/L klorda 5.18 log kob/g, 100 mg/L klorda 5.15 log kob/g ve 200 mg/L klorda 5.28 log kob/g'a düşmüştür. Beş dk uygulanan işlem sonrasında roka örneklerinde kontrol grubu ile portakal, biberiye ve klorun tüm konsantrasyonları arasında salmonella düzeyleri açısından anlamlı farklılık saptanmıştır (p<0,05). Beş dakikalık işlem sonrasında en etkili olanı ise %0.5 konsantrasyonluk biberiye olmuştur (p<0,05). Buna göre, 5 dk işlem sonrasında kontrol grubu ile portakal, biberiye ve klorun tüm konsantrasyonları ile karşılaştırıldığında salmonella düzeylerinin azaldığı belirlenmiştir (Şekil 3.1).

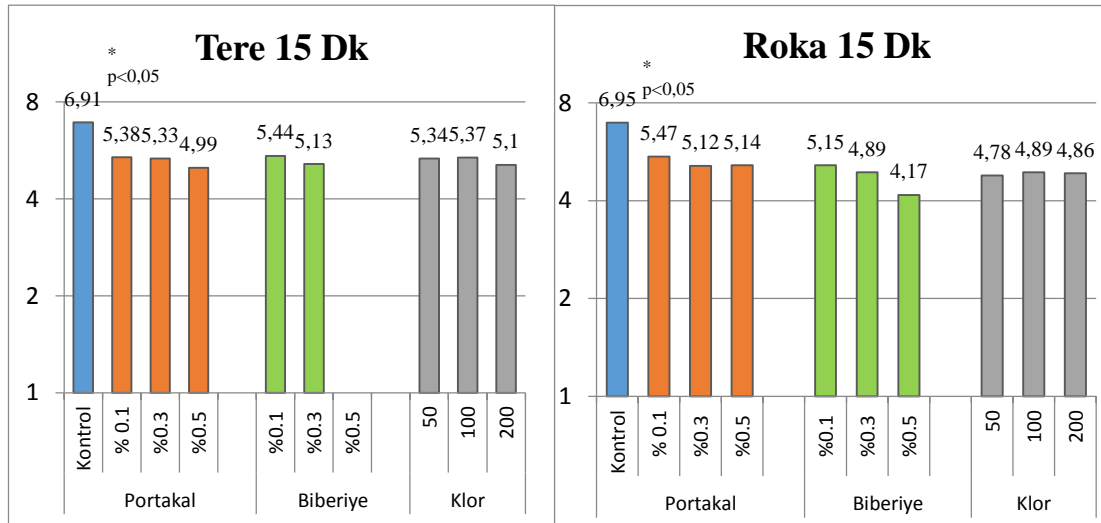


**Şekil 3.1.** Kontrol grubunun ve farklı konsantrasyondaki dezenfektanların tere ve rokaya 5 dk. Uygulanması sonucu salmonella düzeyine etkisi

On beş dakikalık muamele işlemi sonrasında tere örneklerinde kontrol grubu 6.91 log kob/g olarak belirlenmiştir. Portakal kabuğu yağının % 0.1 konsantrasyonunda 5.38 log kob/g, % 0.3 portakal kabuğu yağında 5.33 log kob/g, ve % 0.5'lik portakal kabuğu yağında ise 4.99 log kob/g'a düşmüştür. Aynı şekilde % 0.1 biberiye yağında 5.44 log kob/g, % 0.3 biberiye yağında 5.13 log kob/g'a düşmüş ve % 0.5 biberiye yağında (0,00) salmonella gözlenmemiştir. Klor uygulamasına bakıldığında 50 mg/L klorda 5.55 log kob/g, 100 mg/L klorda 5.18 log kob/g ve 200 mg/L klorda 5.04 log kob/g'a düşmüştür. Kontrol grubu ile portakal, biberiye ve klorun tüm konsantrasyonları arasında salmonella düzeyleri açısından anlamlı farklılık

saptanmıştır ( $p<0,05$ ). On beş dakikalık işlem sonrasında %0.5'lik biberiye en etkili konsantrasyon olarak gözlenmiştir ( $p<0,005$ ). Buna göre, 15 dakikalık işlem sonrasında portakal, biberiye ve klorun tüm konsantrasyonlarının kontrol grubu ile karşılaştırıldığında salmonella düzeylerinin azaldığı bulunmuştur (Şekil 3.2).

On beş dakikalık muamele işlemi sonrasında roka örneklerinde kontrol grubu grubu 6.95 log kob/g olarak belirlenmiştir. Portakal kabuğu yağının % 0.1 konsantrasyonunda 5.47 log kob/g, % 0.3 portakal kabuğu yağında 5.12 log kob/g, ve % 0.5'lik portakal kabuğu yağında ise 5.14 log kob/g'a düşmüştür. Aynı şekilde % 0.1 biberiye yağında 5.15 log kob/g, % 0.3 biberiye yağında 4.89 log kob/g ve % 0.5 biberiye yağında 4.17 log kob/g düşmüştür. Klor uygulamasına bakıldığında 50 mg/L klorda 4.78 log kob/g, 100 mg/L klorda 4.89 log kob/g ve 200 mg/L klorda 4.86 log kob/g'a düşmüştür. On beş dk uygulanan işlem sonrasında roka örneklerinde kontrol grubu ile portakal, biberiye ve klorun tüm konsantrasyonları arasında salmonella düzeyleri açısından anlamlı farklılık saptanmıştır ( $p<0,05$ ). Bu işlem neticesinde % 0.5 biberiye konsantrasyonu etkili olmuştur ( $p<0,05$ ). Buna göre, 15 dakikalık işlem sonrasında kontrol grubu ile portakal, biberiye ve klorun tüm konsantrasyonları ile karşılaştırıldığında salmonella düzeylerinin azaldığı belirlenmiştir (Şekil 3.2).

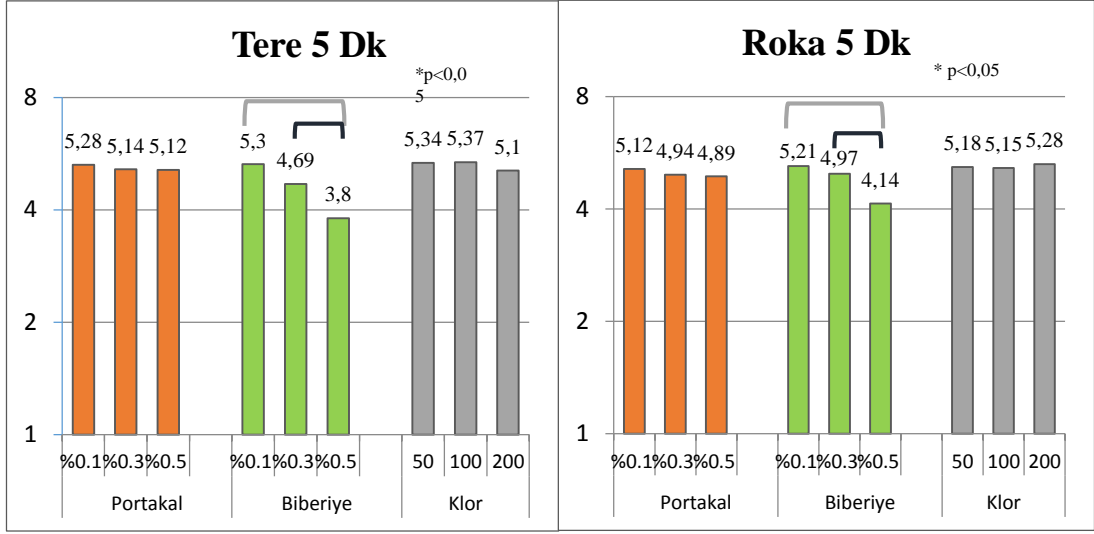


**Şekil 3.2.** Kontrol grubunun ve farklı konsantrasyondaki dezenfektanların tere ve rokaya 15 dk. Uygulanması sonucu salmonella düzeyine etkisi

### **3.2. Farklı Konsantrasyonlardaki Portakal Kabuğu Yağı, Biberiye Yağı ve Klorun 5 Dakika Uygulamasının Grup İçi Antimikrobiyal Etkileri**

Aynı sürede (5 dk), aynı dezenfektana ait farklı konsantrasyonların aralarındaki ilişki incelendiğinde, tere örneklerine uygulanan 5 dakikalık uygulamada portakal kabuğu yağı konsantrasyonları %0.1,%0.3,%0.5 sırasıyla 5.28, 5.14, 5.12 olarak; biberiye yağı konsantrasyonları %0.1,%0.3,%0.5 sırasıyla 5.3, 4.69, 3.80 olarak ve klor konsantrasyonları 50, 100, 200 mg/L sırasıyla 5.34, 5.37, 5.10 olarak azaldığı gözlenmiştir. Beş dakikalık uygulamada tere örneklerinde %0.5 biberiye yağı konsantrasyonu ile hem %0.1 hemde %0.3 biberiye yağı konsantrasyonu arasında istatistiksel olarak anlamlılık görülmüştür ( $p<0,05$ ).

Beş dakikalık uygulama işlemi sonrasında roka örneklerinde portakal kabuğu yağı konsantrasyonları %0.1,%0.3,%0.5 sırasıyla 5.12, 4.94 ve 4.89 olarak; biberiye yağı konsantrasyonları %0.1,%0.3,%0.5 sırasıyla 5.21, 4.97 ve 4.14 olarak ve klor konsantrasyonları 50, 100, 200 mg/L sırasıyla 5.18,5.15 ve 5.28 olarak belirlenmiştir. Roka örneklerine 5 dk işlem sonrası %0.5 biberiye konsantrasyonu ile hem %0.1 hemde %0.3 biberiye konsantrasyonu arasında istatistiksel olarak anlamlılık görülmüştür ( $p<0,05$ ). Buna göre, roka örneklerine uygulanan %0.5 konsantrasyonbiberiye yağının %0.3 ve %0.1 konsantrasyon biberiye yağına göre salmonella düzeyini daha fazla azalttığı söylenebilir (Şekil 3.3).



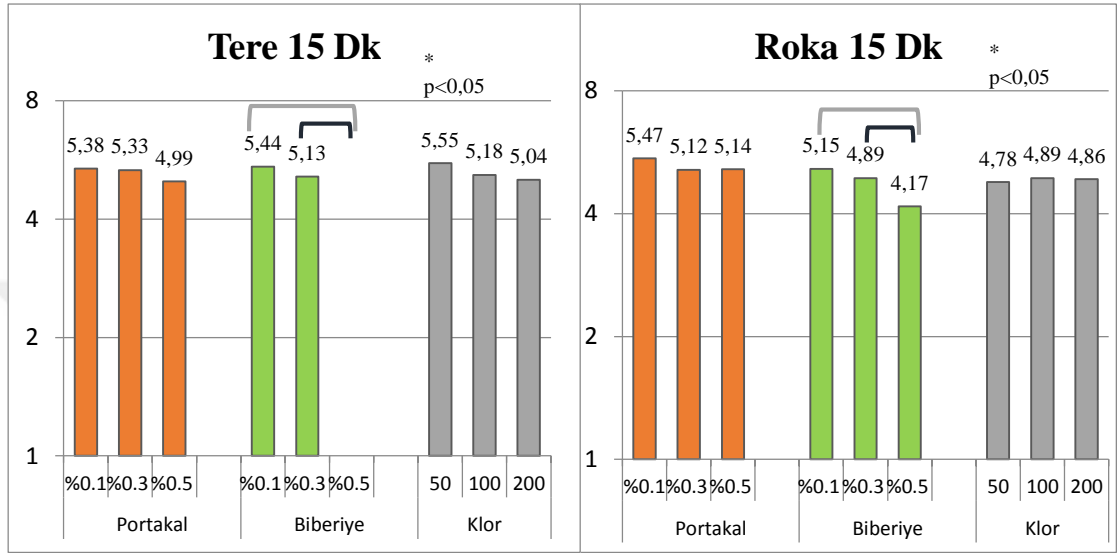
**Şekil 3.3.** Farklı konsantrasyonlardaki dezenfektanların tere ve rokada 5 dk uygulama sonucunda salmonella düzeylerine etkisi

### 3.3. Farklı Konsantrasyonlardaki Portakal Kabuğu Yağı, Biberiye Yağı ve Klorun 15 Dakika Uygulamasının Grup İçi Antimikrobiyal Etkileri

Aynı sürelerde (15 dk), aynı dezenfektana ait farklı konsantrasyonların aralarındaki ilişki incelendiğinde tere örneklerine uygulanan 15 dakikalık uygulamada portakal kabuğu yağı konsantrasyonları %0.1,%0.3,%0.5 sırasıyla 5.38, 5.33 ve 4.99 olarak; biberiye yağı konsantrasyonları %0.1,%0.3,%0.5 sırasıyla 5.44, 5.13 ve 5.04 olarak azaldığı ve klor konsantrasyonları 50, 100, 200 mg/L sırasıyla 5.55, 5.18 ve 5.04 olarak azaldığı gözlenmiştir. On beş dakikalık uygulamada tere örneklerinde portakal ve klor konsantrasyon miktarı arttıkça salmonella düzeyi azalmıştır ancak istatistiksel olarak anlamlılık bulunmamıştır. Tere örneklerine uygulanan 15 dk işlem sonrası %0.5 biberiye konsantrasyonu ile hem %0.1 hemde %0.3 biberiye konsantrasyonu arasında istatistiksel olarak anlamlılık görülmüştür ( $p<0,05$ ).

On beş dakikalık uygulama işlemi sonrasında roka örneklerinde portakal kabuğu yağı konsantrasyonları %0.1,%0.3,%0.5 sırasıyla 5.47, 5.12 ve 5.14 olarak; biberiye yağı konsantrasyonları %0.1,%0.3,%0.5 sırasıyla 5.15, 4.89 ve 4.17 olarak azaldığı ve klor konsantrasyonları 50, 100, 200 mg/L sırasıyla 4.78, 4.89 ve 4.86 olarak belirlenmiştir. Roka örneklerine uygulanan 15 dakikalık işlem sonrası %0.5 biberiye

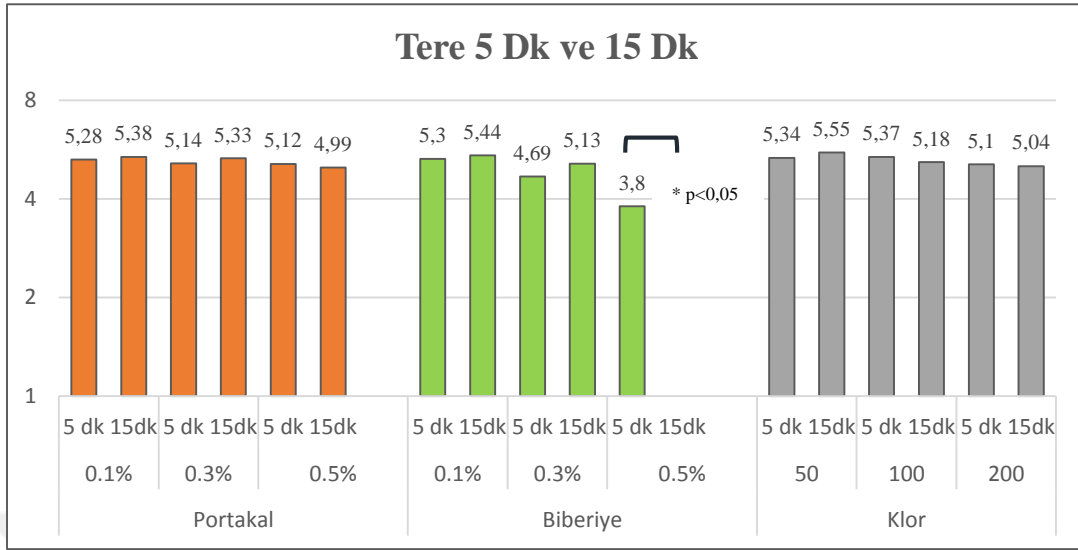
konsantrasyonu ile hem %0.1 hemde %0,3 biberiye konsantrasyonu arasında istatistiksel olarak anlamlılık görülmüştür ( $p<0,05$ ). Buna göre, roka bitkisine uygulanan %0.5 konsatrasyon biberiyenin %0.3 ve %0.1 konsatrasyon biberiyeeye göre salmonella düzeyini daha fazla azalttığı söylenebilir (Şekil 3.4).



**Şekil 3.4.** Farklı konsantrasyonlardaki dezenfektanların tere ve rokada 15 dk uygulama sonucunda salmonella yüklerine etkisi

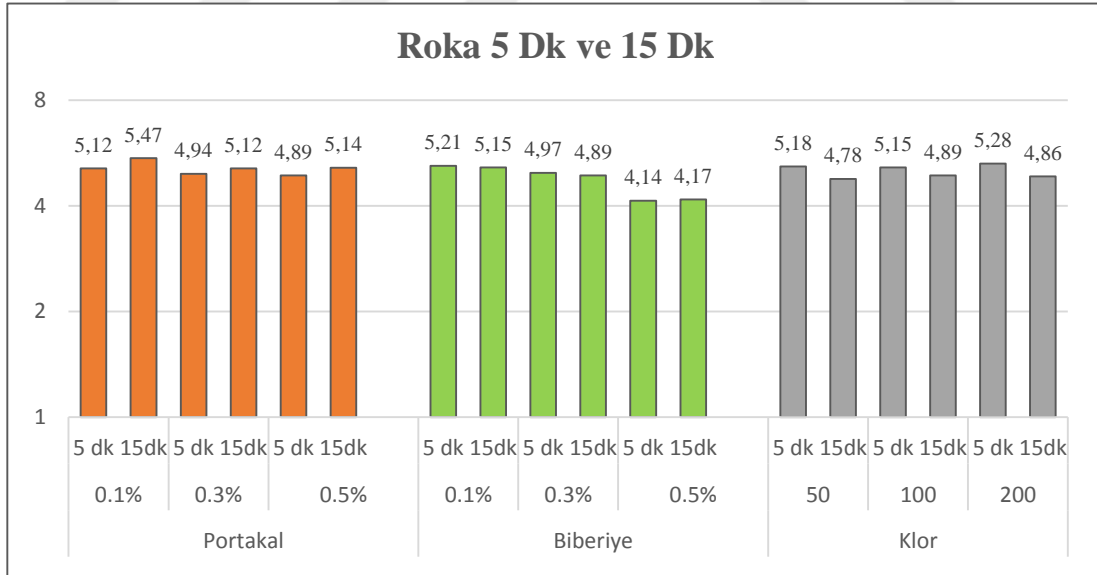
### 3.4. Aynı Konsantrasyonlardaki Dezenfektanların Farklı Sürelerdeki Antimikrobiyal Etkilerinin Karşılaştırılması

Tere örneklerine uygulanan konsantrasyonların sürelerle göre (5-15 dk) ilişkisine bakıldığında %0.5 biberiye konsantrasyonu 5 dk boyunca uygulanınca salmonella düzeyi 3.80; 15 dk uygulanınca bakteri üremesi görülmemiştir. Yüzde 0.5 biberiye konsantrasyonu 5 ve 15 dk'lık işlemler arasında salmonella düzeyleri açısından anlamlı farklılık tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ). Ancak bu konsatrasyon dışında kalan tüm konsantrasyonlar arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (Şekil 3.5).



**Şekil 3.5.** Tere örneklerine uygulanan aynı konsantrasyondaki dezenfektanların 5 ve 15 dk sürelerine göre salmonella düzeyleri

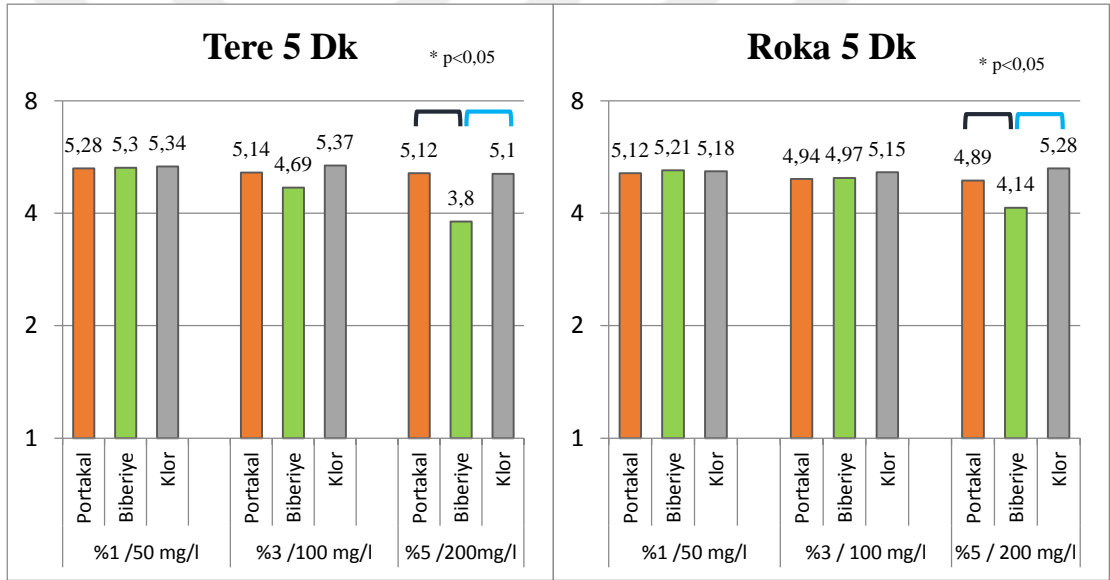
Roka örneklerine uygulanan portakal, biberiye ve klor konsantrasyonlarının sürelerine göre (5-15 dk) ilişkisine bakıldığında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (Şekil 3.6).



**Şekil 3.6.** Roka örneklerine uygulanan aynı konsantrasyondaki dezenfektanların 5 ve 15 dk sürelerine göre salmonella düzeyleri

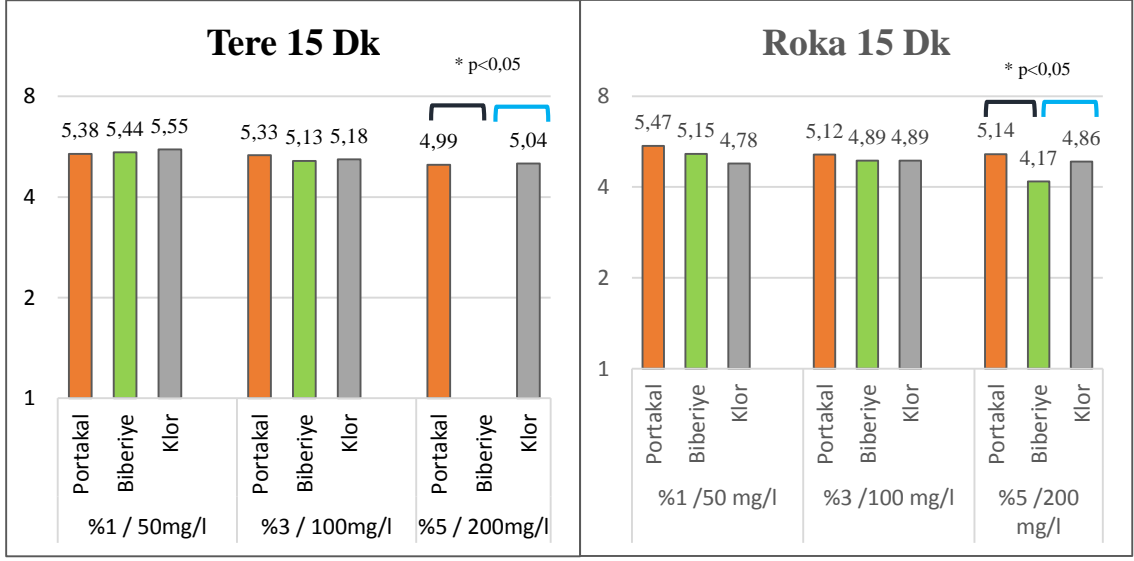
### 3.5. Aynı Konsantrasyon ve Aynı Süre Uygulanan Portakal Kabuğu Yağı, Biberiye Yağı ve Klorun Antimikrobiyal Etkilerinin Karşılaştırılması

Aynı konsantrasyon ve aynı süre (5 dk) işlem uygulanan dezenfektan maddeler arasında karşılaştırılma yapıldığında hem tere hem de roka örneklerine aynı konsantrasyonlarda 5 dk işlem uygulandığında, dezenfektanların en yüksek konsantrasyonu karşılaştırıldığında %0.5 biberiye konsantrasyonu hem %0.5 portakal konsantrasyonuna göre hem de 200 mg/L klor konsantrasyonuna göre salmonella düzeyini önemli derecede azalttığı görülmüştür ( $p<0,05$ ). Ancak diğer konsantrasyonlarda herhangi bir anlamlılık gözlenmemiştir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Tere ve rokaya aynı konsantrasyonlarda 5 dk uygulanan dezenfektan maddelerin salmonella düzeyleri

Aynı konsantrasyon ve aynı süre (15 dk) işlem uygulanan dezenfektan maddeler arasında karşılaştırılma yapıldığında hem tere hem de roka da dezenfektanların en yüksek konsantrasyonu karşılaştırıldığında %0.5 biberiye konsantrasyonu hem %0.5 portakal konsantrasyonuna göre hem de 200 mg/L klor konsantrasyonuna göre salmonella düzeyini önemli derecede azalttığı görülmüştür ( $p<0,005$ ). Ancak diğer konsantrasyonlarda herhangi bir anlamlılık gözlenmemiştir (Şekil 3.8).



**Şekil 3.8.** Tere ve rokaya aynı konsantrasyonlarda 15 dk uygulanan dezenfektan maddelerin salmonella düzeyleri

## 4. TARTIŞMA

Gıda güvenliği, çiftlikten sofraya gıda ile ilişkili biyolojik, kimyasal ve fiziksel tehlikelerin bertaraf edilmesidir (Barjactarovic ve ark., 2018). Ürünlerin gıda kaynaklı patojenlerle kontaminasyonu, tarlada maruz kalma, ilk işleme ve evde hazırlamanın potansiyel kontaminasyonun en yüksek üç noktası olduğu düşünülse de, tarladan çatala süreklilik içinde herhangi bir yerde meydana gelebilmektedir (Jacobsen ve bech, 2012).

Taze sebzeler sağlıklı beslenme kapsamında yararlarının yanı sıra bakteri, virüs gibi hastalık yapıcı mikroorganizmaların çapraz bulaşı nedeniyle sağlık üzerinde olumsuz etkileri görülebilecek gıdalar arasında yer almaktadır. Yetiştirildikleri ortamdaki insan tüketimine sunulana kadar kontaminasyona uğrama riski taşımaktadır. Kontaminasyonun kaynakları, arıtım yapılmamış atık su, kanalizasyonla kirlenmiş su kaynaklarının sulama için kullanımı, hasat sonrası işlemler taşıma, depolama, süreçlerindeki olumsuzluklar, yiyecek hazırlama, pişirme, servis süreçlerindeki hijyenik olmayan koşullar gibi çeşitli faktörlere bağlıdır (Abougrain ve ark., 2010).

Taze sebzelerde gıda kaynaklı patojenlerin geniş spektrumda bulunması etkili müdahale gerektirmektedir. Musluk suyuyla yıkama, toplu beslenme servislerinde olduğu kadar evlerde de yaygın olarak kullanılan bir uygulamadır. Bununla birlikte, musluk suyu ile yıkama, gıda kaynaklı patojenlerin ürünlerdeki miktarının azaltılmasında etkili değildir (Singh ve ark., 2018). Yapılan bir araştırmada, evde yemeye hazır taze kesilmiş yeşil yapraklıları yıkamanın güvenliği artırmadığı, hatta çapraz kontaminasyon riskini önemli ölçüde artırdığı sonucuna varılmıştır. Bazı marul yaprakları veya yaprak parçaları üzerindeki mikrobiyal konsantrasyonun, dezenfektan içermeyen veya uygun şekilde sterilize edilmemiş yıkama suyunda artabileceği belirtilmiştir (Jensen ve ark., 2015).

Taze sebzelerde tüketimden önce ısı işlem gibi bir inaktivasyon aşamasının olmaması, taze ürün tüketimi ile beraber insanların patojenlere maruz kalma riskinin

artmasına neden olmaktadır (Lehto ve ark., 2011). Bu pişmemiş gıdalardaki patojen veya bozulmaya neden olan mikroorganizmalar tamamen dezenfekte edilmezse bu gıdalar patojenleri bulaştırma aracı haline gelecektir (Huang ve ark., 2006). Bu sebeple patojenleri kabul edilebilir seviyelerde azaltmayı amaçlayan dezenfektanların etkinliği yaygın olarak kabul edilmiştir (FAO 2008).

Hasat sonrası uygulamalar sırasında sebzeleri yıkamak için yaygın olarak klor kullanılmaktadır. Ancak klor çevre için sürdürülebilir ve kullanıcı dostu olmaması ayrıca ekipman için aşındırıcı olması gibi dezavantajları vardır. Bu nedenle, endüstrinin ihtiyaçlarını daha iyi karşılamak için sebzeleri yıkamada alternatifler gereklidir (Arellano ve ark., 2021). Bazı uçucu yağlar antimikrobiyal aktivitelere sahiptir ve taze sebzelerdeki patojenleri azaltmak için doğal bir yol sağlayabilmektedir (Todd ve ark., 2013).

Bu noktadan hareketle ısı işlem gibi inaktivasyon işlemi uygulanamayan ve toplu beslenmede tüketilen çiğ sebzelerde dezenfektan olarak kullanılan klor yerine portakal kabuğu ve biberiye yağlarının antimikrobiyal etkileri araştırılmıştır.

#### **4.1. Portakal Kabuğu ve Biberiye Yağının Farklı Süre ve Farklı Konsantrasyon Uygulamalarının Dezenfektan Etkinliği**

Esansiyel yağlar (EO'lar), kozmetik ürünlerde yaygın olarak doğal koruyucular ve kokular olarak kullanılmaktadır. Yakın zamanlarda, esas olarak antimikrobiyal özellikleri, gıda koruyucuları olarak yeni uygulamalar, çiftlik hayvanlarında büyümeyi destekleyici, organik tarımda doğal pestisitler ve böcek öldürücüler olarak ortaya çıkmaktadır. EO'lar tipik olarak uçucudur ve yüzeylerden hızla buharlaşmaktadır (Rodríguez-Rojo ve ark., 2012). Uçucu yağlar, stresli koşullara yanıt olarak üretilen ve tipik olarak genellikle güvenli olarak kabul edilen (GRAS) ve belgelenen bitkilerden elde edilen ikincil metabolitlerdir (da Costa Lima ve de Souza, 2021).

Literatür incelendiğinde üzerinde en çok çalışılan marul, aysberg, kıvırcık,ıspanak (Moore-neibel ve ark., 2013; Todd ve ark., 2013) gibi yeşil yapraklı sebzeler kullanılırken; bu çalışmada üzerinde daha az çalışılmış tere ve roka kullanılmıştır. Ayrıca son yıllarda yeşil yapraklı sebzelerde bulanabilen salmonella spp.'nin sebep olduğu salgınlar göz önüne alındığında çalışmamızda *Salmonella enteritidis* tercih edilme sebebi olmuştur.

Literatürde yeşil yapraklı sebzelerde esansiyel yağların dezenfektan etkinliğinin incelendiği çalışmalar sınırlı sayıdadır. Yapılan araştırmalarda, çeşitli aromatik bitki ve baharat yağları antimikrobiyal etkinliği açısından incelenmiştir ancak bunlar arasında tarçın (Joshi ve ark., 2021), limonotu (Kim ve ark., 2013) ve kekik (İjabadeniyi ve ark., 2020) yağları daha çok kullanılırken bu çalışmada özgünlüğü sağlama adına biberiye ve portakal kabuğu yağı kullanılmıştır. Hem biberiyenin hem de Finike portakalının (coğrafi işaretli ürün (Anonymouse b)) ülkemizde yetişmesi ve Türk mutfağında yaygın kullanımı bu bitkilerin antimikrobiyal etkilerinin araştırmasında önemli etken olmuştur.

Antimikrobiyal etkinlik çalışmalarında süre bakımından farklı uygulamalar bulunduğu gözlenmiştir. Bu nedenle pratikte uygulanan ve klor uygulaması ile paralel olması için 5 veya 15 dk uygulama süresi tercih edilmiştir. Yapılan çalışmalar incelenip süre etkinliğine bakıldığında, birbirinden farklı sonuçlar olduğu gözlenmiştir.

Yapılan bir çalışmada aysberg, marul, olgun ve körpe ıspanağın *E. coli* O157:H7 ile aşılandığı(6 log cfu/mL) kontrol grubu distile su ile uygulama örnekleri hidrojen pereoksit (%3), carvacrol, cinnamaldehyde ve citral (% 0.1, 0.3 ve 0.5) ile 1 veya 2 dk boyunca yıkanmıştır. Bulgulara göre tüm bitki türlerinde her 3 konsantrasyon ve süre, kontrol grubu ile kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır. Bileşiklerin daha yüksek konsantrasyonları, patojen popülasyonlarında daha yüksek azalmalara neden olmuştur. Ancak her üç bileşik için 1 ve 2 dakikalık maruz kalma süreleri arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır (Denton ve ark., 2015). Bu çalışmada ise farklı konsantrasyondaki portakal kabuğu ve biberiye yağları, *S. enteritidis* düzeyi

üzerinde düşüş sağlasada sadece terede 15 dakikalık % 0.5'lik biberiye uygulaması 5 dk uygulamayla karşılaştırılınca anlamlı azalmalar ( $p < 0.05$ ) görülmüştür (Şekil 3.5.). Farklılığın, test edilen bakteriyel patojenlerin çeşitliliğinden ve çalışmamızda kullanılan uçucu yağların bileşenleri ve sürelerin farklılığından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Diğer taraftan benzer bir çalışmada (Todd ve ark., 2013) aysberg, marul, olgun ve körpe ıspanaklar *Salmonella* newport ile aşılacaktır. Daha sonra tarçın yağı ile (% 0.1, 0.3 ve 0.5) ile 1 veya 2 dk süresince yıkanmıştır. Genel olarak, işlem süresinin artması %0.3 ve %0.5 tarçın yağı konsantrasyonlarında tüm numuneler üzerindeki *S. newport* azalmasını etkilemiştir. Tarçın yağının antimikrobiyal aktivitesi konsantrasyon ve süreye bağlı olarak artış göstermiştir.

Moore-neibel ve ark., (2012)'nin yaptığı çalışmada *Salmonella enterica* serotipi newport ile aşılacaktır (6 log CFU) aysberg, marul, olgun ve körpe ıspanaklar limon otu yağı ile (% 0.1, 0.3 ve 0.5) ile 1 veya 2 dk süresince yıkanmıştır. Marul, aysberg, olgun ve körpe ıspanak örnekleri sırasıyla 0.6-1.5 log, 0.5-4.3 log, 0.5-2.5-log ve 0.5-2.2 log kob/g arasında azalmalar göstermiştir. Limon otu yağının antimikrobiyal aktivitesi konsantrasyona bağlı olarak artış göstermiştir. Aysberg numunelerine 2 dakika süresince yapılan uygulama, 1 dakika ile kıyaslanınca anlamlı düşüş ( $p < 0.05$ ) göstermiştir. Buna karşılık, 1 ve 2 dakikalık muamele arasında marul, olgun ve körpe ıspanak örneklerinde sadece küçük farklılıklar görülmüştür. Bu durumu araştırmacılar, daha kısa maruz kalma süresinin, bu ürün için uzun süre kadar etkili olabileceğini şeklinde açıklamıştır. Başka bir çalışmada *Salmonella typhimurium* ile aşılacaktır aysberg 500 ppm kekik yağı ile 1,5,10 dk boyunca yıkanmıştır. Sırasıyla 1.3, 1.65, and 2.28 log kob/g düşüş görülmüştür. Konsantrasyon aynı olmasına rağmen antimikrobiyal aktivite süre uzadıkça artış göstermiştir (Gündüz ve ark., 2012). Bu çalışmada ise portakal kabuğu ve biberiye yağları bakteri düzeyi üzerinde düşüş göstereceği sadece terede 15 dakikalık % 0.5'lik biberiye yağı uygulaması 5 dk uygulamayla karşılaştırılınca anlamlı azalmalar görülmüştür ( $p < 0.05$ ) (Şekil 3.3.-3.4.) Bunun dışındaki tüm uygulamalarda herhangi bir farklılık bulunmamıştır.

Konsantrasyonlarda ise tereye uygulanan hem portakal kabuğu hemde biberiye yağlarının 5 ve 15 dakika çalışma gruplarında; rokaya uygulanan biberiye yağlarının 5 ve 15 dakika çalışma gruplarında antimikrobiyal aktivite, konsantrasyona bağlı olarak artış göstermiştir. Elde edilen bulgular bu çalışma ile uyumludur (Çizelge 3.1-3.2).

#### 4.2. Uygulanan Farklı Dezenfektanların Antimikrobiyal Etkileri

Literatür incelendiğinde klor ve esansiyel yağların birlikte araştırıldığı çalışma sayısının sınırlı olduğu bulunmuştur. Yapılan bir çalışmada fesleğen, kişniş, dereotu, maydanoz ve tarhun otu 5 tür *Salmonella* spp. (*Salmonella braenderup*, *Salmonella newport*, *Salmonella negev*, *Salmonella thompson*, *Salmonella tennessee*) ve 5 tür *E. coli O157:H7* ile aşılacaktır (6 log cfu/mL). Ardından klor (50 ppm) ve tarçın yağının başlıca bileşikleri olan sinnamaldehit (%0,3 ve %0,5) ve karvakrol (%0,1 ve %0,3) ile 2 dk süresince yıkanmıştır. %0,5 sinnamaldehit veya %0,3 karvakrol, *E. coli O157:H7* popülasyonlarını dereotunda (<0,57 ve 3.06 log CFU/g), maydanoz (1,65 ve 3.73 log CFU/g) ve tarhun (2.36 log ve 4.44 log CFU/g) azaltmıştır. Aynı zamanda bu iki bileşik fesleğen dışındaki diğer taze sebzelerde klor uygulaması ile karşılaştırıldığında *E. coli O157:H7*'yi önemli ölçüde azalttığı bulunmuştur. % 0.5 sinnamaldehit ile uygulama, tüm sebzelerde *Salmonella*'yı yaklaşık 4 log CFU/g azaltmış ve klor uygulamasına kıyasla önemli bir azalma sağlamıştır. Yüzde 0,3 karvakrol ile yıkama, kişniş hariç tüm sebzelerde *Salmonella*'yı 5 log CFU/g azaltmıştır. Bu antimikrobiyallerin daha düşük konsantrasyonlarda (%0.1 karvakrol ve %0.3 sinnamaldehit) antimikrobiyal etkisi, tüm örneklerde klordan üstün olduğu gözlenmiş ve kişniş, maydanoz ve tarhun yaprakları üzerinde önemli ölçüde farklı bulunmuştur. Çalışmalar arasındaki sonuç farklılığı; süre, kullanılan numunelerin türü ve kullanılan *Salmonella* serotiplerinden kaynaklanabilmektedir (Patel ve ark., 2018).

Diğer bir çalışmada marul, lahana ve roka *Salmonella enterica* serotipi schwarzengrund ile aşılacaktır (5 log cfu/mL). Daha sonra 250 ppm klor (sodyum hipoklorit) ve mercanköşk yağı (MKY) ile (% 0.1, 0.3 ve 0.5) 1 veya 2 dk yıkanmıştır.

%0.1, %0.3 MKY konsantrasyonları ve sodyum hipoklorit (kontrol) ile muamele edilen marul, lahana ve roka yaprakları arasında önemli bir fark saptanmamıştır. 1 ve 2 dakika boyunca %0.5 MKY ile muamele edilen lahana ve roka örneklerinde etkili bir mikrobiyal azalma gözlemlenmiştir. Klor ile kıyaslandığında etkinliği önemli ölçüde daha iyi bulunmuştur. Ancak marul örneğinde bir miktar etkinlik göstermiştir yalnız fark anlamlı değildir. Genel olarak mercanköşk yağının tüm sebzelerde antimikrobiyal aktivitesi zaman ve konsantrasyona bağlı olarak artış göstermiştir (Walker ve ark., 2015). Bu çalışmada tere ve rokaya uygulanan 5 dk ve 15 dakikalık %0.5 biberiye yağı ve uygulanan klor (200 ppm) konsantrasyonu daha etkili bulunmuştur (Şekil 3.7.-3.8.) Bu çalışmanın sonuçları ile uyumlu gözükmektedir. Portakal kabuğu yağı *Salmonella enteritidis* üzerinde antimikrobiyal etkinlik göstermiştir. Ancak biberiye yağı ile kıyaslandığında etkinin daha zayıf olduğu gözlenmiştir (Çizelge 3.1-3.2). Portakal kabuğu ve biberiye yağının antimikrobiyal etkinliğindeki farklılıklar, yetiştikleri ortamın farklı olması (iklim, bölge, toprak çeşidi vb.) ve ekstre edilen yağa özgü madde içeriklerinin farklılığından kaynaklanabilir.

Çıkan değişik sonuçlar yeşil yapraklı sebzelerin yüzey morfolojisi, pürüzlülük, hidrofobiklik ve/veya hidrofiliklikteki farklılıklardan, sebzelerin yüzeyinde doğal olarak bulunabilen ikincil antimikrobiyal metabolitlerin varlığından ve ayrıca yaprak bileşiminden ve içerisindeki besin maddesinden kaynaklanabilir. Bu faktörler, bakterilerin biyofilmler yoluyla gıda yüzeylerine tutunmasını ve dolayısıyla antimikrobiyal durumu etkileyebilir. Bakterilerin hayatta kalması için ihtiyaç duyduğu farklı nutrientlerin, çoğaldığı ürünlerdeki besin içeriğinin farklı olmasında bakteri üremesini etkileyebilir (Moore-neibel ve ark., 2012). Ayrıca bitki uçucu yağ ekstresinin elde edilmesinde pek çok ekstraksiyon yönteminin var olması metod farklılıklarının göz önünde bulundurulması gerektiğini ortaya koymaktadır. Belirli bir otorite tarafından kesinleşmiş uygulama kuralları mevcut olmadığı için çalışmalarda uçucu yağ ekstralarında çeşitli yöntemlerin görülmesi ve farklı sonuçların ortaya çıkması muhtemeldir. Sebzelerin duyuşal özelliklerinin nasıl etkilendiği ve bitkilere ait uçucu yağ içeriğinin saptanmamış olması çalışmanın sınırlılıklarını göstermesine rağmen biberiye yağının *S. enteritidis* üzerinde iyi bir dezenfektan etki oluşturduğunu ortaya koymuştur.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sebze ve meyveler insan diyetinin önemli bileşenlerindedir. Tüketicilerin taze meyve ve sebzelere olan talebi son yıllarda artış göstermektedir. Ancak artan meyve ve sebze tüketimi, hastalık sıklığına ve bu ürünlerin güvenliğine ilişkin endişelerin artmasına yol açmıştır. Meyve ve sebzelerin mikrobiyal kontaminasyonu, gıda kaynaklı hastalıkların %2-8'inden sorumlu olduğu belirtilmiştir. Toplu beslenme sistemlerinde, gıda hijyeni, gıda güvenliğini sağlamada gerekli şartlardan biridir. Güvenli gıda sağlanamaması ise gıda kaynaklı hastalık ve zehirlenmelere yol açmaktadır.

Isıl işlem görmeden çiğ tüketilen/minimal işlenmiş sebzelerin dezenfeksiyonu oldukça önemlidir. Bu ürünleri suyla yıkamak patojenik bakterileri tamamen ortadan kaldırmak için yeterli olmayabilir. Bu nedenle gıdaların dezenfeksiyonu için birçok farklı dezenfektan kullanılmaktadır. Dezenfektan seçiminde birçok faktör rol almaktadır. Ancak hem ucuz hem de ulaşılabilir olduğu için klor yaygın olarak kullanılır. Ancak klorun çevre için sürdürülebilirliği, ekipman için aşındırıcı özelliği ve sağlık üzerinde oluşturmuş olduğu olumsuz etkileri (çeşitli kanser türleri, doğumsal anomaliler vb.) düşünüldüğünde bu ihtiyaçları karşılamak için alternatif dezenfektan arayışı öne çıkmaktadır. Bazı uçucu yağlar antimikrobiyal aktivitelere sahiptir ve taze sebzelerdeki patojenleri azaltmak için doğal bir yol sağlayabilmektedir.

Bu çalışmada kullanılan biberiye ve portakal yağı *Salmonella enteritidis* düzeyinde azalmaya neden olmuştur. Azalma miktarında kullanılan esansiyel yağların konsantrasyonu ve çözeltide kalma süresi etkili olmaktadır. Bu çalışmada klora kıyasla %0.5 biberiye yağı *Salmonella enteritidis* bakterilerinin, üremesini engellemiştir. Klora alternatif dezenfektan arayışında biberiye yağının çiğ/minimal işlenmiş sebzelerde aranılan dezenfektan aday olduğu söylenebilir. Dolayısıyla dezenfektan olarak organik ürünler toplu beslenme sistemlerinde ve evlerde kullanılabilir.

Antimikrobiyal özelliği kanıtlanmış olan portakal kabuğu ve biberiye yağları sebzelerin dezenfeksiyonunun yanı sıra yüzey dezenfektanı olarak da kullanılabilir.

Portakal ve biberiye yağının sebzelerin duysal özelliklerini nasıl etkilediği konusunda da çalışma yapılmalıdır ve hangisinin daha kabul göreceği belirlenmelidir.

Bu çalışma örnek alınarak farklı doğal dezenfektanlar üzerinde ticari işletmeler tarafından maliyetinin düşürülmesi ve ulaşılabilirliğinin artırılması için araştırmalar yapılması önerilebilir. Böylece bu dezenfektanların toplu beslenmede kullanımının yaygınlaştırılması sağlanabilir.

İleride yapılacak olan araştırmalarla çeşitli konsantrasyon ve sürelerde, daha fazla tipte dezenfektanın farklı mikroorganizmalar üzerindeki etkisinin araştırılmasının önemli olduğu düşünölmektedir.

## ÖZET

### **Toplu Beslenmede Dezenfektan Olarak Kullanılan Klor Yerine Portakal Kabuğu ve Biberiye Yağlarının Antimikrobiyal Etkilerinin Araştırılması**

Besinlerin gıda kaynaklı patojenlerle kontaminasyonu tarladan çatala gelinceye kadar çeşitli aşamalarda meydana gelebilmektedir. Taze sebzeler sağlıklı beslenmedeki faydalarının yanı sıra bakteri, virüs gibi mikroorganizmaların çapraz bulaşı nedeniyle sağlık üzerinde olumsuz etkileri vardır. Taze sebzelerin tüketimden önce ısıtılma işlemi gibi bir inaktivasyon aşamasının olmaması insanların patojenlere maruz kalma riskinin artmasına neden olmaktadır. Bu sebeple patojenleri kabul edilebilir seviyelerde azaltmayı amaçlayan dezenfektanların kullanımı gerekmektedir. Kolay bulunması ve ekonomik olması klorun taze sebzelerin yıkanmasında dezenfektan olarak kullanılmasına neden olmuştur. Bu noktadan hareketle ısıtılma işlemi gibi inaktivasyon işlemi uygulanamayan ve toplu beslenmede tüketilen çiğ sebzelerde dezenfektan olarak kullanılan klor yerine portakal kabuğu ve biberiye yağlarının antimikrobiyal etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmada portakal kabuğu ve biberiye yağı ekstresi cleveger aparatı ile çıkarılmıştır. Tere ve rokaya *S. enteritidis* inoküle edilmiş ve daha sonrada numuneler klor (50, 100, 200 mL /L), portakal kabuğu(% 0.1, 0.3 ve 0.5) ve biberiye yağı (% 0.1, 0.3 ve 0.5) konsantrasyonları ile 5 veya 15 dk boyunca yıkanmıştır. Bu çalışmada klor, portakal kabuğu ve biberiye yağlarının tüm konsantrasyonları, kontrol grubuna kıyasla *S. enteritidis* düzeylerini anlamlı şekilde düşürdüğü bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Tere örneklerine 15 dk boyunca uygulanan %0.5'lik biberiye yağı konsantrasyonu *S. enteritidis* üremesini engellediği saptanmıştır ( $p<0.05$ ). Dezenfektan maddeler arasında karşılaştırılma yapıldığında hem tere hem de roka örneklerinde %0.5'lik biberiye yağının hem %0.5'lik portakal kabuğu yağına göre hem de 200 mg/L klor konsantrasyonundan daha etkili olduğu belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Sonuç olarak farklı konsantrasyondaki portakal kabuğu ve biberiye yağları, *S. enteritidis* düzeyi üzerinde düşüş sağlamıştır. Yüzde 0.5'lik biberiye yağı uygulaması klora göre daha etkili bulunmuştur. Çıkış amacımız olan klora alternatif dezenfektan arayışında biberiye yağının çiğ sebzelerde alternatif bir dezenfektan olabileceği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** Antimikrobiyal etki, Biberiye yağı, Portakal kabuğu yağı, Klor.

## SUMMARY

### **Investigation of Antimicrobial Effects of Orange Peel and Rosemary Oils Instead of Chlorine Used as a Disinfectant in Food Services**

Contamination of food with foodborne pathogens can occur at various stages from field to fork. In addition to the benefits of fresh vegetables in a healthy diet, they also have negative effects on health due to cross-contamination of micro-organisms such as bacteria and viruses. The absence of an inactivation step, such as heat treatment, of fresh vegetables before consumption causes an increased risk of human exposure to pathogens. For this reason, it is necessary to use disinfectants that aim to reduce pathogens to acceptable levels. Easy to find and economical has caused chlorine to be used as a disinfectant for washing fresh vegetables. From this point of view, the antimicrobial effects of orange peel and rosemary oils were investigated instead of chlorine, which is used as a disinfectant in raw vegetables that cannot be inactivated like heat treatment and consumed in mass nutrition. In this study, orange peel and rosemary oil extracts were extracted with a clevenger apparatus. Cress and arugula were inoculated with *S. enteritidis*, and then the samples were treated with concentrations of chlorine (50, 100, 200 ml/L), orange peel (0.1, 0.3 and 0.5%), and rosemary oil (0.1, 0.3 and 0.5%) or It was washed for 15 minutes. In this study, all concentrations of chlorine, orange peel and rosemary oils were found to significantly reduce *S. enteritidis* levels compared to the control group ( $p < 0.05$ ). It was determined that 0.5% rosemary oil concentration applied to cress samples for 15 minutes prevented *S. enteritidis* growth ( $p < 0.05$ ). When comparing disinfectant substances, it was determined that 0.5% rosemary oil was more effective than both 0.5% orange peel oil and 200 mg/L chlorine concentration in both cress and arugula samples ( $p < 0.05$ ). As a result, different concentrations of orange peel and rosemary oils provided a decrease in *S. enteritidis* levels. 0.5 percent rosemary oil application was found to be more effective than chlorine. It was concluded that rosemary oil can be an alternative disinfectant in raw vegetables in the search for an alternative disinfectant to chlorine, which is our starting goal.

**Key words:** Antimicrobial effect, Rosemary oil, Orange peel oil, Chlorine.

## KAYNAKLAR

- ABADIAS M, USALL J, ANGUERA M, SOLSONA C, VIÑAS I (2008). Microbiological quality of fresh, minimally-processed fruit and vegetables, and sprouts from retail establishments. *International Journal of Food Microbiology*, **123**: 121-129.
- ABOUGRAIN AK, NAHAISI MH, MADI NS, SAIED MM, GHENGHESH KS (2010). Parasitological contamination in salad vegetables in Tripoli-Libya. *Food Control*, **21**: 760-762.
- ACAR U, KESBIC OS, YILMAZ S, GULTEPE N, TURKER A (2015). Evaluation of the effects of essential oil extracted from sweet orange peel (*Citrus sinensis*) on growth rate of tilapia (*Oreochromis mossambicus*) and possible disease resistance against *Streptococcus iniae*. *Aquaculture*, **437**: 282-286.
- AHMAD A, KHAN A, KUMAR P, BHATT RP, MANZOOR N (2011). Antifungal activity of *Coriaria nepalensis* essential oil by disrupting ergosterol biosynthesis and membrane integrity against *Candida*. *Yeast*, **28**: 611-617.
- AKBAS MY, OLMEZ H (2007). Inactivation of *Escherichia coli* and *Listeria monocytogenes* on iceberg lettuce by dip wash treatments with organic acids. *Letters in Applied Microbiology*, **44**: 619-624.
- AKTHAR MS, DEGAGA B, AZAM T (2014). Antimicrobial activity of essential oils extracted from medicinal plants against the pathogenic microorganisms: A review. *J. Issues ISSN*, **2350**: 1588.
- ALI, A, KURZAWA-ZEGOTA M, NAJAFZADEH M, GOPALAN RC, PLEWA MJ, ANDERSON D (2014). Effect of drinking water disinfection by-products in human peripheral blood lymphocytes and sperm. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, **770**: 136-143.
- ALEGBELEYE OO, SINGLETON I, SANT'ANA AS (2018). Sources and contamination routes of microbial pathogens to fresh produce during field cultivation: A review. *Food Microbiology*, **73**: 177-208.
- ALLENDE A, SELMA MV, LOPEZ-GALVEZ F, VILLAESCUSA R, GIL MI (2008). Role of commercial sanitizers and washing systems on epiphytic microorganisms and sensory quality of fresh-cut escarole and lettuce. *Postharvest Biology and Technology*, **49**: 155-163.
- ALLENDE A, CASTRO-IBÁÑEZ I, LINDQVIST R, GIL MI, UYTTENDAELE M, JACXSSENS L (2017). Quantitative contamination assessment of *Escherichia coli* in baby spinach primary production in Spain: effects of weather conditions and agricultural practices. *International Journal of Food Microbiology*, **257**: 238-246.
- ALTAN TUGCE (2016). *Nepeta Flavida* Uçucu Yağının Taze Doğranmış Maydanoz ve Marulda Bazı Patojen Bakterilere Karşı İnaktivasyon Etkilerinin Araştırılması, Yüksek lisans Tezi, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Osmaniye.
- AMARAL GP, MIZDAL CR, STEFANELLO ST, MENDEZ ASL, PUNTEL RL, DE CAMPOS MMA, FACHINETTO R (2019). Antibacterial and antioxidant effects of *Rosmarinus*

officinalis L. extract and its fractions. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, **9**: 383-392.

ANDRADE JM, FAUSTINO C, GARCIA C, LADEIRAS D, REIS CP, RIJO P (2018). Rosmarinus officinalis L.: an update review of its phytochemistry and biological activity. *Future Science OA*, **4**: FSO283.

Anonymous a <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasalar%C4%B1/2020Temmuz%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Raporu/Portakal,%20Temmuz2020,%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasa%20Raporu.pdf>. Erişim tarihi: 11.01.2021

Anonymous b <https://www.kulturportali.gov.tr/portal/finikeportakali>. Erişim tarihi: 01.04.2022

ANWAR F, NASEER R, BHANGER MI, ASHRAF S, TALPUR FN, ALADEDUNYE FA (2008). Physico- chemical characteristics of citrus seeds and seed oils from Pakistan. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, **85**: 321-330.

ARELLANO S, LAW B, FRIEDMAN M, RAVISHANKAR S (2021). Essential oil microemulsions inactivate antibiotic-resistant Salmonella Newport and spoilage bacterium Lactobacillus casei on Iceberg lettuce during 28-day storage at 4 C. *Food Control*, **130**: 108209.

ARTIK, N., POYRAZOĞLU E., KONAR N. (2013). Her Yönüyle Gıda Kitabı. *Türk Gıda Mevzuatı ve Gıda Denetimi Bölümü*, **10**: 313-324

ARUSCAVAGE D, LEE K, MILLER S, LEJEUNE JT (2006). Interactions affecting the proliferation and control of human pathogens on edible plants. *Journal of Food Science*, **71**: R89-R99.

ATES DA, TURGAY O (2003). Antimicrobial activities of various medicinal and commercial plant extracts. *Turkish Journal of Biology*, **27**: 157-162.

AYCICEK H, AYDOGAN H, KUCUKKARAASLAN A, BAYSALLAR M, BASUSTA OGLU AC (2004). Assessment of the bacterial contamination on hands of hospital food handlers. *Food Control*, **15**: 253-259.

AYHAN B, BILICI S (2017). Toplu Beslenme Sistemlerinde Kullanılan Farklı Dezenfektanların Çiğ Servis Edilen Marul'un Mikrobiyal Yüküne Etkisi. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, **45**: 145-152.

AYHAN B, BILICI S (2015). Toplu beslenme sistemlerinde kullanılan gıda dezenfektanları. *Turkish Bulletin of Hygiene & Experimental Biology/Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji*, **72**.

AZHARZADEH F, HOJJATI M (2016). Chemical composition and antimicrobial activity of leaf, ripe and unripe peel of bitter orange (*Citrus aurantium*) essential oils. *Nutrition and Food Sciences Research*, **3**: 43-50.

BACHELLI, MLB, AMARAL RDÁ, BENEDETTI BC (2013). Alternative sanitization methods for minimally processed lettuce in comparison to sodium hypochlorite. *Brazilian Journal of Microbiology*, **44**: 673-678.

BAJPAI VK, SHARMA A, BAEK KH (2013). Antibacterial mode of action of *Cudrania tricuspidata* fruit essential oil, affecting membrane permeability and surface characteristics of food-borne pathogens. *Food Control*, **32**: 582-590.

- BAKKALIF, AVERBECK S, AVERBECK D, IDAOMAR M (2008). Biological effects of essential oils—a review. *Food and Chemical Toxicology*, **46**: 446-475.
- BARJAKTAROVIĆ-LABOVIĆ S, MUGOŠA B, ANDREJEVIĆ V, BANJARI I, JOVIĆEVIĆ L, DJUROVIĆ D, RADOJLOVIĆ J (2018). Food hygiene awareness and practices before and after intervention in food services in Montenegro. *Food Control*, **85**: 466-471.
- BARNES J, HEINRICH M (2004). *Fundamentals of Pharmacognosy and Phytotherapy*. Churchill Livingstone.
- BAS M (2006). HACCP sisteminde ön koşul programları. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, **34**: 53-63.
- BEGUM A, SANDHYA S, VINOD KR, REDDY S, BANJI D (2013). An in-depth review on the medicinal flora Rosmarinus officinalis (Lamiaceae). *Acta scientiarum polonorum Technologia alimentaria*, **12**.
- BETTS R (2014). Microbial update. *International Food Hygiene*, **19**.
- BEUCHAT LR (2000). Use of sanitizers in raw fruit and vegetable processing. *Minimally Processed Fruits and Vegetables*, 63-77.
- BILIA AR, GUCCIONE C, ISACCHI B, RIGHESCHI C, FIRENZUOLI F, BERGONZI MC (2014). Essential oils loaded in nanosystems: a developing strategy for a successful therapeutic approach. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2014.
- BOEING H, BECHTHOLD A, BUB A, ELLINGER S, HALLER D, KROKE A, WATZL B (2012). Critical review: vegetables and fruit in the prevention of chronic diseases. *European Journal of Nutrition*, **51**: 637-663.
- BOUSBIA N, VIAN MA, FERHAT MA, MEKLATI BY, CHEMAT F (2009). A new process for extraction of essential oil from Citrus peels: Microwave hydrodiffusion and gravity. *Journal of Food Engineering*, **90**: 409-413.
- BUZBAŞ N (2010). Türkiye ve AB’de gıda güvenliği: ortaklığın sinerjisi. 28. Türkiye-AB Karma İstişare Komitesi Toplantısı. Edinburg, İskoçya.
- CABO M, PASTORIZA L, SAMPEDRO G, GONZALEZ M, MURADO M (2001). Joint effect of nisin, CO<sub>2</sub>, and EDTA on the survival of Pseudomonas aeruginosa and Enterococcus faecium in a food model system. *Journal of Food Protection*, **64**: 1943-1948.
- CASTRO-IBÁÑEZ I, GIL MI, ALLENDE A (2017). Ready-to-eat vegetables: Current problems and potential solutions to reduce microbial risk in the production chain. *LWT-Food Science and Technology*, **85**: 284-292.
- CDC. CENTERS FOR DISEASE CONTROL (1989). Common-source outbreak of giardiasis--New Mexico. *MMWR. Morbidity and Mortality Weekly Report*, **38**: 405-407.
- CDC. CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (1998). Outbreak of Campylobacter enteritis associated with cross-contamination of food--Oklahoma, 1996. *MMWR. Morbidity and Mortality Weekly Report*, **47**: 129-131.
- CDC. CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (1999a). Outbreak of Salmonella serotype Muenchen infections associated with unpasteurized orange juice--United States and Canada, June 1999. *MMWR. Morbidity and Mortality Weekly Report*, **48**: 582-585.

- CDC. CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (1999b). Outbreaks of *Shigella sonnei* infection associated with eating fresh parsley--United States and Canada, July-August 1998. *MMWR. Morbidity and Mortality Weekly Report*, **48**: 285-289.
- CDC. CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (2021). CDC and Food Safety. <https://www.cdc.gov/foodsafety/cdc-and-food-safety.html> Erişim tarihi 30.05.2022
- CELIK C (2015) Adana ilinde toplu yiyecek hizmeti veren bir firmanın hijyen koşullarının ve kullanılan dezenfektanların antimikrobiyal etkinliğinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- CELIKTAS OY, KOCABAS EH, BEDIR E, SUKAN FV, OZEK T, BASER KHC (2007). Antimicrobial activities of methanol extracts and essential oils of *Rosmarinus officinalis*, depending on location and seasonal variations. *Food Chemistry*, **100**(2), 553-559.
- CELIKEL N, KAVAS G (2008). Antimicrobial properties of some essential oils against some pathogenic microorganisms. *Czech Journal of Food Sciences-UZPI (Czech Republic)*.
- CONDÒ C, ANACARSO I, SABIA C, ISEPPI R, ANFELLI I, FORTI L, MESSI P (2020). Antimicrobial activity of spices essential oils and its effectiveness on mature biofilms of human pathogens. *Natural Product Research*, **34**: 567-574.
- CUI H, ZHANG X, ZHOU H, ZHAO C, LIN L (2015). Antimicrobial activity and mechanisms of *Salvia sclarea* essential oil. *Botanical Studies*, **56**: 1-8.
- DALAR A, MUKEMRE M, UNAL M, OZGOKCE F (2018). Traditional medicinal plants of Ağrı Province, Turkey. *Journal of Ethnopharmacology*, **226**: 56-72.
- DA COSTA LIMA M, DE SOUZA EL (2021). A systematic quantitative analysis of the published literature on the efficacy of essential oils as sanitizers in fresh leafy vegetables. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **61**: 2326-2339.
- DE CASTRO MEDEIROS L, DE ALENCAR FLS, NAVONI JA, DE ARAUJO ALC, DO AMARAL VS (2019). Toxicological aspects of trihalomethanes: a systematic review. *Environmental Science and Pollution Research*, **26**: 5316-5332.
- DE OLIVEIRA ELIASI S, TOMBINI DECOL L, TONDO EC (2018). Foodborne outbreaks in Brazil associated with fruits and vegetables: 2008 through 2014. *Food Quality and Safety*, **2**: 173-181.
- DE SILVA GDD, ABAYASEKARA CL, DISSANAYAKE DRA (2013). Freshly Eaten Leafy Vegetables: A Source of Food Borne Pathogens?. *Ceylon Journal of Science (Bio. Sci.)*, **42**: 95-99.
- DENTON JJ, RAVISHANKAR S, FRIEDMAN M, JARONI D (2015). Efficacy of Plant-Derived Compounds Against *Escherichia coli* O157: H 7 During Flume-Washing and Storage of Organic Leafy Greens. *Journal of Food Processing and Preservation*, **39**: 2728-2737.
- DEWAAL CS, ALDERTON L, JACOBSON MF (2000). *Outbreak Alert!: Closing the Gaps in Our Federal Food-Safety Net*. Center for Science in the Public Interest.
- DEWAAL CS, BHUIYA FARIDA (2007). Outbreaks by the numbers: fruits and vegetables. *International Association for Food Protection 94th Annual Meeting*.

- DEL PILAR SÁNCHEZ-CAMARGO A, HERRERO M (2017). Rosemary (*Rosmarinus officinalis*) as a functional ingredient: recent scientific evidence. *Current Opinion in Food Science*, **14**: 13-19.
- DEL ROSARIO BA, BEUCHAT LR (1995). Survival and growth of enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157: H7 in cantaloupe and watermelon. *Journal of Food Protection*, **58**: 105-107.
- DENG X, DESAI PT, BAKKER, HC, MIKOLEIT M, TOLAR B, TREES E, WIEDMANN M (2014). Genomic epidemiology of *Salmonella enterica* serotype Enteritidis based on population structure of prevalent lineages. *Emerging Infectious Diseases*, **20**: 1481.
- DIAO WR, HU QP, ZHANG H, XU JG (2014). Chemical composition, antibacterial activity and mechanism of action of essential oil from seeds of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Food Control*, **35**: 109-116.
- DICAPRIO E, PURGIANTO A, MA Y, HUGHES J, DAI X, LI J (2015). Attachment and localization of human norovirus and animal caliciviruses in fresh produce. *International Journal of Food Microbiology*, **211**: 101-108.
- DIKMETAS DN, KONUSUR G, MUTLU INGOK A, GULSUNOGLU Z, KARBANCIOGLU GULER, F (2019). Portakal (*Citrus sinensis*) Kabuğundan Elde Edilen Hidrosol/Esansiyel Yağların Antimikrobiyal ve Antioksidan Özellikleri. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, **7**: 274-283.
- DORMAN HD, DEANS SG (2000) Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology*, **88**: 308-316.
- DUARTE A, FERNANDES MJ, BERNARDES JP, MIGUEL MG (2016). Citrus as a component of the Mediterranean diet. *Journal of Spatial and Organizational Dynamics*, **4**: 289-304.
- EKICI L, SAGDIC O, KESMEN Z (2006). Gıda endüstrisinde alternatif bir dezenfektan: ozon. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, **1**: 47-57
- EL KOLLI M, LAOUER H, EL KOLLI H, AKKAL S, SAHLI F (2016). Chemical analysis, antimicrobial and anti-oxidative properties of *Daucus gracilis* essential oil and its mechanism of action. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, **6**: 8-15.
- EL-TAWIL AM (2016). Colorectal cancers and chlorinated water. *World Journal of Gastrointestinal Oncology*, **8**: 402.
- ERKMEN O (2010). Gıda kaynaklı tehlikeler ve güvenli gıda üretimi. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, **53**: 220-235.
- ERICKSON MC, LIAO JY, WEBB CC, HABTESELASSIE MY, CANNON JL (2018). Inactivation of *Escherichia coli* O157: H7 and *Salmonella* deposited on gloves in a liquid state and subjected to drying conditions. *International Journal of Food Microbiology*, **266**: 200-206.
- ESPINA L, SOMOLINOS M, LORÁN S, CONCHELLO P, GARCIA D, PAGÁN R (2011). Chemical composition of commercial citrus fruit essential oils and evaluation of their antimicrobial activity acting alone or in combined processes. *Food Control*, **22**: 896-902.
- ETEBU E, NWAUZOMA AB (2014). A review on sweet orange (*Citrus sinensis* L Osbeck): health, diseases and management. *American Journal of Research Communication*, **2**: 33-70.

- EFSA. EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY & EUROPEAN CENTRE FOR DISEASE PREVENTION AND CONTROL (2007). The community summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents, antimicrobial resistance and foodborne outbreaks in the European Union in 2006. *EFSA Journal*, **5**: 130r.
- EFSA. EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY & EUROPEAN CENTRE FOR DISEASE PREVENTION AND CONTROL (2012). The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2010. *EFSA Journal*, **10**: 2597.
- EFSA. EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY & EUROPEAN CENTRE FOR DISEASE PREVENTION AND CONTROL (2017). The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2016. *EFSA Journal*, **15**: e05077.
- FALEIRO ML (2011). The mode of antibacterial action of essential oils. *Science Against Microbial Pathogens: Communicating Current Research and Technological Advances*, **2**: 1143-1156.
- FALLEH H, JEMAA MB, SAADA M, KSOURI R (2020). Essential oils: A promising eco-friendly food preservative. *Food Chemistry*, **330**: 127268.
- FANI M, KOHANTEB J (2017). In vitro antimicrobial activity of *Thymus vulgaris* essential oil against major oral pathogens. *Journal of Evidence-Based Complementary & Alternative Medicine*, **22**: 660-666.
- FERERES E, GOLDHAMER DA, SADRAS VO (2012). Yield response to water of fruit trees and vines: guidelines. *FAO Irrigation and Drainage Paper*, **66**: 246-497.
- FLAMINI G, CIONI PL, MORELLI I (2003). Use of solid-phase micro-extraction as a sampling technique in the determination of volatiles emitted by flowers, isolated flower parts and pollen. *Journal of Chromatography a*, **998**: 229-233.
- FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION / WORLD HEALTH ORGANIZATION (2008) Microbiological hazards in fresh leafy vegetables and herbs. Meeting report. Microbiological risk assessment series, 14. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0452e/i0452e00.pdf> Erişim tarihi 01.04.2022
- FAO. FRUIT FAO, ESSENTIALS VYD (2020). The International Year of Fruits and Vegetables 2021. *Background Paper*.
- FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (FDA). Analysis and evaluation of preventive control measures for the control and reduction/elimination of microbial hazards on fresh and fresh-cut produce. September 30, 2001. <http://wayback.archive-it.org/7993/20170111012926/http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/SafePracticesforFoodProcesses/ucm090977.htm> Erişim tarihi 10 aralık 2019
- FRANCO-VEGA, A., RAMÍREZ-CORONA, N., PALOU, E., & LÓPEZ-MALO, A. (2016). Estimation of mass transfer coefficients of the extraction process of essential oil from orange peel using microwave assisted extraction. *Journal of Food Engineering*, **170**: 136-143.
- FRANZ E, VAN BRUGGEN AH (2008). Ecology of *E. coli* O157: H7 and *Salmonella enterica* in the primary vegetable production chain. *Critical Reviews in Microbiology*, **34**: 143-161.

- GAST RK, MITCHELL BW, HOLT PS (2004). Evaluation of culture media for detecting airborne Salmonella Enteritidis collected with an electrostatic sampling device from the environment of experimentally infected laying hens. *Poultry science*, **83**: 1106-1111
- GIDA GUVENLIGI VE KALITESININ DENETIMI VE KONTROLUNE DAIR YONETMELIK YETKI KANUNU (2007). 5179, Yayınlandığı R. Gazete: 09.12.2007-26725.
- GIRARDIN H, MORRIS CE, ALBAGNAC C, DREUX N, GLAUX C, NGUYEN-THE C (2005). Behaviour of the pathogen surrogates *Listeria innocua* and *Clostridium sporogenes* during production of parsley in fields fertilized with contaminated amendments. *FEMS Microbiology Ecology*, **54**: 287-295.
- GITAARI N, KARERU P, GITHUA M (2019). Antimicrobial Potential of Pelargonium citrosum and Rosmarinus officinalis Essential Oils. *International Research Journal of Pure and Applied Chemistry*, 1-5.
- GOMBAS D, LUO Y, BRENNAN J, SHERGILL G, PETRAN R, WALSH R, DENG K (2017). Guidelines to validate control of cross-contamination during washing of fresh-cut leafy vegetables. *Journal of Food Protection*, **80**: 312-330.
- GÓMEZ-LÓPEZ VM, LANNOO AS, GIL MI, ALLENDE A (2014). Minimum free chlorine residual level required for the inactivation of *Escherichia coli* O157: H7 and trihalomethane generation during dynamic washing of fresh-cut spinach. *Food Control*, **42**: 132-138.
- GOTTSCHALK C, LIBRA JA., SAUPE A (2009). *Ozonation of Water and Waste Water: A Practical Guide to Understanding Ozone And Its Applications*: John Wiley & Sons.
- GRAZULEVÍCIENE R., KAPUSTINSKIENE V, VENCLOVIENE J, BUINAUSKIENE J, NIEUWENHUIJSEN MJ (2013). Risk of congenital anomalies in relation to the uptake of trihalomethane from drinking water during pregnancy. *Occupational and Environmental Medicine*, **70**: 274-282.
- GREIGI JD, RAVEL A (2009). Analysis of foodborne outbreak data reported internationally for source attribution. *International Journal of Food Microbiology*, **130**: 77-87.
- HUANG Y, CHEN, H (2011). Effect of organic acids, hydrogen peroxide and mild heat on inactivation of *Escherichia coli* O157: H7 on baby spinach. *Food Control*, **22**: 1178-1183.
- HUANG R, CHEN, H (2018). Evaluation of inactivating *Salmonella* on iceberg lettuce shreds with washing process in combination with pulsed light, ultrasound and chlorine. *International journal of food microbiology*, **285**: 144-151.
- GUNDUZ GT, GONUL ŞA, KARAPINAR M (2010). Efficacy of oregano oil in the inactivation of *Salmonella typhimurium* on lettuce. *Food Control*, **21**: 513-517.
- GUTIERREZ-RODRIGUEZ E, ADHIKARI A (2018). Preharvest farming practices impacting fresh produce safety. *Preharvest Food Safety*, 19-46.
- GUZMÃ L, RAMIREZ BS, MARIBEL CF, PESCADOR MGN, CRUZ FJM (2018). Low accuracy of the McFarland method for estimation of bacterial populations. *African Journal of Microbiology Research*, **12**: 736-740.
- HALKMAN AK (2005). Merck gıda mikrobiyolojisi uygulamaları. *Başak Matbaacılık, Ankara*, 358.

- HAN Y, CHEN W, SUN Z (2021). Antimicrobial activity and mechanism of limonene against *Staphylococcus aureus*. *Journal of Food Safety*, **41**: e12918.
- HEDBERG CW, ANGULO FJ, WHITE KE, LANGKOP CW, SCHELL WL, STOBIEFSKI MG, (1999). Outbreaks of salmonellosis associated with eating uncooked tomatoes: implications for public health. *Epidemiology & Infection*, **122**: 385-393.
- HERNÁNDEZ MD, SOTOMAYOR JA, HERNÁNDEZ Á, JORDÁN MJ (2016). Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) oils. In *Essential Oils In Food Preservation, Flavor and Safety* (pp. 677-688). Academic Press.
- HOU HS, BONKU EM, ZHAI R, ZENG R, HOU YL, YANG ZH, QUAN C (2019). Extraction of essential oil from Citrus reticulate Blanco peel and its antibacterial activity against *Cutibacterium acnes* (formerly *Propionibacterium acnes*). *Heliyon*, **5**: e02947
- HSOUNA AB, HALÌMA NB, SMAOUI S, HAMDÌ N (2017). Citrus lemon essential oil: chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities with its preservative effect against *Listeria monocytogenes* inoculated in minced beef meat. *Lipids in Health and Disease*, **16**: 146.
- HU Y, ZHANG J, KONG W, ZHAO G, YANG M (2017). Mechanisms of antifungal and anti-aflatoxigenic properties of essential oil derived from turmeric (*Curcuma longa* L.) on *Aspergillus flavus*. *Food Chemistry*, **220**: 1-8.
- HUANG TS, XU C, WALKER K, WEST P, ZHANG S, WEESE J (2006). Decontamination efficacy of combined chlorine dioxide with ultrasonication on apples and lettuce. *Journal of Food Science*, **71**(4), M134-M139.
- HUANG DF, XU JG, LIU JX, ZHANG H, HU QP (2014). Chemical constituents, antibacterial activity and mechanism of action of the essential oil from *Cinnamomum cassia* bark against four food-related bacteria. *Microbiology*, **83**: 357-365.
- HYLDGAARD M, MYGIND T, MEYER RL (2012). Essential oils in food preservation: mode of action, synergies, and interactions with food matrix components. *Frontiers in Microbiology*, **3**: 12.
- IJABADENIYI OA, MBEDLA A, AJAYEOBA TA (2020). Microbiological quality and antimicrobial efficacy of combined oregano essential oil and acetic acid on fresh lettuce. *Italian Journal of Food Science*, **32**.
- ILDENİZ G (2019). Diyarbakir İli Devlet Hastaneleri Mutfak Personelinin Hijyen Bilgi Düzeylerinin İncelenmesi. Yüksek lisans tezi, İstanbul Okan Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- JACOBSEN CS, BECH TB (2012). Soil survival of *Salmonella* and transfer to freshwater and fresh produce. *Food Research International*, **45**: 557-566.
- JENSEN DA, FREDRICH LM, HARRIS LJ, DANYLUK MD, SCHAFFNER DW. (2015). Cross contamination of *Escherichia coli* O157: H7 between lettuce and wash water during home-scale washing. *Food Microbiology*, **46**: 428-433.
- JIANG Y, WU N, FU YJ, WANG W, LUO M, ZHAO CJ, LIU XL (2011). Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of Rosemary. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, **32**: 63-68.

- JOE MM, JAYACHITRA J, VIJAYAPRIYA M (2009). Antimicrobial activity of some common spices against certain human pathogens. *Journal of Medicinal Plants Research*, **3**: 1134-1136.
- JOSHI K, SPARKS P, FRIEDMAN M, OLSEN C, MCHUGH T, RAVISHANKAR S (2021). Effect of antimicrobial edible films on the sensory and physical properties of organic spinach in salad bags. *Food and Nutrition Sciences*, **12**: 176.
- JULIEN-JAVAUX F, GÉRARD C, CAMPAGNOLI M, ZUBER S (2019). Strategies for the safety management of fresh produce from farm to fork. *Current Opinion in Food Science*, **27**: 145-152.
- KARGALIOGLU Y, MCMILLAN BJ, MINEAR RA, PLEWA MJ (2002). Analysis of the cytotoxicity and mutagenicity of drinking water disinfection by-products in *Salmonella typhimurium*. *Teratogenesis, Carcinogenesis, and Mutagenesis*, **22**: 113-128.
- KEMP GK, ALDRICH ML, WALDROUP AL (2000). Acidified sodium chlorite antimicrobial treatment of broiler carcasses. *Journal of food protection*, **63**: 1087-1092.
- KETTERINGHAM L, GAUSSERES R, JAMES SJ, JAMES C (2006). Application of aqueous ozone for treating pre-cut green peppers (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Food Engineering*, **76**: 104-111.
- KIM JG (2012). Environmental friendly sanitation to improve quality and microbial safety of fresh-cut vegetables. *Sammour R, Biotechnology–Molecular Studies and Novel Applications for Improved Quality of Human Life*, 173-196.
- KIM IH, LEE H, KIM JE, SONG KB, LEE YS, CHUNG DS, MIN SC (2013). Plum coatings of lemongrass oil- incorporating carnauba wax- based nanoemulsion. *Journal of Food Science*, **78**: E1551-E1559.
- KOKSAL Ş (2010). İzmir'de bazı sağlık kurumlarına yemek üretim ve dağıtım hizmeti veren bir firmada çalışanların besin hijyeni ile ilgili bilgi ve davranışları. Yüksek Lisans Tezi, DEÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- KRISHNAIAH D, SARBATLY R, NITHYANANDAM R (2011). A review of the antioxidant potential of medicinal plant species. *Food and Bioproducts Processing*, **89**: 217-233.
- LAKEHAL S, MELIANI A, BENMIMOUNE S, BENSOUNA SN, BENREBIHA FZ, CHAOUIA C (2016). Essential oil composition and antimicrobial activity of *Artemisia herba-alba* Asso grown in Algeria. *Med. Chem*, **6**: 435-439.
- LAMAS A, MIRANDA, JM, REGAL P, VÁZQUEZ B, FRANCO CM, CEPEDA A (2018). A comprehensive review of non-enterica subspecies of *Salmonella enterica*. *Microbiological Research*, **206**: 60-73.
- LAMBERT RJW, SKANDAMIS PN, COOTE PJ, NYCHAS GJ (2001). A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. *Journal of Applied Microbiology*, **91**: 453-462.
- LEHTO M, KUISMA R, MÄÄTTÄ J, KYMÄLÄINEN HR, MÄKI MI (2011). Hygienic level and surface contamination in fresh-cut vegetable production plants. *Food Control*, **22**: 469-475.
- LI WR, SHI QS, LIANG Q, XIE XB, HUANG XM, CHEN YB (2014). Antibacterial activity and kinetics of *Litsea cubeba* oil on *Escherichia coli*. *PLoS One*, **9**: e110983.

- LI F, LI B, DANG H, KANG Q, YANG L, WANG Y, XU H (2017). Viable pathogens detection in fresh vegetables by quadruplex PCR. *LWT-Food Science and Technology*, **81**: 306-313.
- LV F, LIANG H, YUAN Q, LI C (2011). In vitro antimicrobial effects and mechanism of action of selected plant essential oil combinations against four food-related microorganisms. *Food Research International*, **44**: 3057-3064.
- MA Q, DAVIDSON PM, ZHONG Q (2013). Antimicrobial properties of lauric arginate alone or in combination with essential oils in tryptic soy broth and 2% reduced fat milk. *International Journal of Food Microbiology*, **166**: 77-84.
- MAGALHÃES ML, IONTA M, FERREIRA GÁ, CAMPIDELLI MLL, NELSON DL, FERREIRA VRF, CARDOSO MDG (2020). Biological activities of the essential oil from the Moro orange peel (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck). *Flavour and Fragrance Journal*, **35**: 294-301.
- MAHESH B, SATISH S (2008). Antimicrobial activity of some important medicinal plant against plant and human pathogens. *World journal of agricultural sciences*, **4**: 839-843.
- MARINE SC, PAGADALA S, WANG, F, PAHL DM, MELENDEZ MV, KLINE WL, MICALLEF SA (2015). The growing season, but not the farming system, is a food safety risk determinant for leafy greens in the mid-Atlantic region of the United States. *Applied and Environmental Microbiology*, **81**: 2395-2407.
- MARRIOTT NG, SCHILLING M, GRAVANI RB (2018). Fruit and vegetable processing plant sanitation. In *Principles of Food Sanitation* (pp. 351-366). Springer, Cham.
- MATTHEWS KR (2013). Sources of enteric pathogen contamination of fruits and vegetables: future directions of research.
- MEIRELES A, GIAOURIS E, SIMÕES M (2016). Alternative disinfection methods to chlorine for use in the fresh-cut industry. *Food Research International*, **82**: 71-85.
- MILIND P, DEV C(2012). Orange: range of benefits. *Int Res J Pharm*, **3**: 59-63.
- MOORE- NEIBEL K, GERBER C, PATEL J, FRIEDMAN M, RAVISHANKAR S (2012). Antimicrobial activity of lemongrass oil against *Salmonella enterica* on organic leafy greens. *Journal of Applied Microbiology*, **112**: 485-492.
- MOORE-NEIBEL K, GERBER C, PATEL J, FRIEDMAN M, JARONI D, RAVISHANKAR S (2013). Antimicrobial activity of oregano oil against antibiotic-resistant *Salmonella enterica* on organic leafy greens at varying exposure times and storage temperatures. *Food microbiology*, **34**: 123-129.
- MORALES R, CASTROVIEJO S, MORALES R, QUINTANA A, CABEZAS S, PUJADAS AJ, CIRUJANOS S (2010). Flora Iberica XII. *Plantas vasculares de la Peninsula Iberica e Islas Baleares Real Jardin Botanico*, **1**: 56.
- MOR-MUR M, YUSTE J (2010). Emerging bacterial pathogens in meat and poultry: an overview. *Food and Bioprocess Technology*, **3**: 24-35.
- MURATOGLU K, CETIN O, COLAK H (2015). Besin kaynaklı hastalıkların epidemiyolojisi. *Türkiye Klinikleri J Food Hyg Technol-Special Topics*, **1**: 1-8.

- MURRAY K, WU F, SHI J, JUN XUE S, WARRINER K (2017). Challenges in the microbiological food safety of fresh produce: Limitations of post-harvest washing and the need for alternative interventions. *Food Quality and Safety*, **1**: 289-301.
- MUSTU C (2019) Yiyecek ve İçecek İşletmelerinde Ozon Uygulamaları. *Aydın Gastronomy*, **4**: 45-53.
- NAJAFI MBH, KHODAPARAST MH (2009). Efficacy of ozone to reduce microbial populations in date fruits. *Food control*, **20**: 27-30.
- NASCIMENTO MS, SILVA N, CATANOZI MPLM, SILVA KC (2003). Effects of different disinfection treatments on the natural microbiota of lettuce. *Journal of Food Protection*, **66**: 1697-1700.
- OBIDI OF, ADELOWOTAN AO, AYOOLA GA, JOHNSON, OO., HASSAN, M. O., NWACHUKWU, S. C. U. (2013). Antimicrobial Activity Of Orange Oil On Selected Pathogens.
- OCAÑA-DE JESÚS RL, GUTIÉRREZ-IBÁÑEZ AT, SÁNCHEZ-PALE JR, MARIEZCURRENA-BERASAIN MD, LAGUNA-CERDA A, HERNÁNDEZ-CHIÑAS U, & ROJAS-PUEBLA I (2019). Motility and Survival of Salmonella Enterica Subspecies Enterica Serovar Enteritidis in Tomato Plants (*Solanum lycopersicum* L). *International Microbiology*, **22**: 363-368.
- OLIVEIRA M, USALL J, VIÑAS I, SOLSONA C, ABADIAS M (2011). Transfer of *Listeria innocua* from contaminated compost and irrigation water to lettuce leaves. *Food Microbiology*, **28**: 590-596.
- OLIVEIRA M, VIÑAS I, USALL J, ANGUERA M, ABADIAS M (2012). Presence and survival of *Escherichia coli* O157: H7 on lettuce leaves and in soil treated with contaminated compost and irrigation water. *International journal of Food Microbiology*, **156**: 133-140.
- OLMEZ H, KRETZSCHMAR U (2009). Potential alternative disinfection methods for organic fresh-cut industry for minimizing water consumption and environmental impact. *LWT-Food Science and Technology*, **42**: 686-693.
- ONDOĞAN EN (2010). RESTORAN PAZARLAMASINDA KULLANILAN TEMEL PAZARLAMA KARMA ELEMANLARI. *Ege Stratejik Araştırmalar Dergisi*, **1**: 1-25.
- OSAILI TM, JAMOUS DOA, OBEIDAT BA, BAWADI HA, TAYYEM RF, SUBİH HS (2013). Food safety knowledge among food workers in restaurants in Jordan. *Food Control*, **31**: 145-150.
- OZCAN MM, CHALCHAT JC (2008). Chemical composition and antifungal activity of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) oil from Turkey. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, **59**: 691-698.
- OZDOĞAN N, OZDEMİR K (2019). İçme Suyu Kaynaklarındaki Trihalometan Oluşumunun İncelenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, **17**: 776-785.
- OZGUR C, HARMAN Bİ, KOSEOĞLU H, BEKAROĞLU SSK (2021). Karbon bazlı dezenfeksiyon yan ürünlerinin çoklu maruziyet yolları için kanser risklerinin değerlendirilmesi: Isparta içme suyu Life-time cancer risk assessment of carbonaceous

disinfection by-products through multiple pathways of exposure in drinking water: Isparta distribution system.

- PATEL J, KEELARA S, GREEN J (2018). Inactivation of Escherichia coli O157: H7 and Salmonella on fresh herbs by plant essential oils. *Foodborne Pathogens and Disease*, **15**: 332-338.
- PINTORE G, USAI M, BRADESI P, JULIANO C, BOATTO G, TOMI F, CASANOVA J (2002). Chemical composition and antimicrobial activity of Rosmarinus officinalis L. oils from Sardinia and Corsica. *Flavour and Fragrance Journal*, **17**: 15-19.
- RAHMAN MB, COWIE C, DRISCOLL T, SUMMERHAYES RJ, ARMSTRONG BK, CLEMENTS MS (2014). Colon and rectal cancer incidence and water trihalomethane concentrations in New South Wales, Australia. *BMC Cancer*, **14**: 1-9.
- RAMOS B, MILLER FA, BRANDÃO TRS, TEIXEIRA P, SILVA CLM (2013). Fresh fruits and vegetables—an overview on applied methodologies to improve its quality and safety. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, **20**: 1-15.
- REZZOUG SA, LOUKA N (2009). Thermomechanical process intensification for oil extraction from orange peels. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, **10**: 530-536.
- RICKE SC, GAST RK (2014). Salmonella Enteritidis. *Encyclopedia of Food Microbiology*, 343-348.
- RIGHI E, BECHTOLD P, TORTORICI D, LAURIOLA P, CALZOLARI E, ASTOLFI G, AGGAZZOTTI G (2012). Trihalomethanes, chlorite, chlorate in drinking water and risk of congenital anomalies: a population-based case-control study in Northern Italy. *Environmental Research*, **116**: 66-73.
- RODRIGUEZ-ROJO S, VARONA S, NÚÑEZ M, COCERO MJ (2012). Characterization of rosemary essential oil for biodegradable emulsions. *Industrial Crops and Products*, **37**: 137-140.
- SAPERS GM. (2003). *Washing and sanitizing raw materials for minimally processed fruit and vegetable products*: CRC Press: Boca Raton, FL, London, New York, Washington, DC.
- SENEL Y, BASOGLU F (2002). Gıda işletmelerinde kullanılan bazı dezenfektanların mikroorganizmalar üzerine etkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **16**, 105-115.
- SILVA F, FERREIRA S, DUARTE A, MENDONCA DI, DOMINGUES FC (2011). Antifungal activity of Coriandrum sativum essential oil, its mode of action against Candida species and potential synergism with amphotericin B. *Phytomedicine*, **19**: 42-47.
- SINGH P, HUNG YC, QÍ H (2018). Efficacy of peracetic acid in inactivating foodborne pathogens on fresh produce surface. *Journal of Food Science*, **83**: 432-439.
- SOLIMAN KM, BADEAA RI (2002). Effect of oil extracted from some medicinal plants on different mycotoxigenic fungi. *Food and Chemical Toxicology*, **40**: 1669-1675.
- SZUMNY A, FIGIEL A, GUTIÉRREZ-ORTIZ A, CARBONELL-BARRACHINA ÁA (2010). Composition of rosemary essential oil (Rosmarinus officinalis) as affected by drying method. *Journal of Food Engineering*, **97**: 253-260.
- TARIM VE KOYISLERI BAKANLIGI (2004). Gıda güvenliği komisyon çalışması. Tarım ve Köyşleri Bakanlığı, Tarım Şurası. Ankara.

- TENGİLİMOĞLU M (2013). Toplu Beslenme Sistemlerinde Kullanılan Dezenfektanların Çiğ Olarak Servis Edilen Bazı Sebzelerin T.
- TEPE B, DONMEZ E, UNLU M, CANDAN F, DAFERERA D, VARDAR-UNLU G, SOKMEN A (2004). Antimicrobial and antioxidative activities of the essential oils and methanol extracts of *Salvia cryptantha* (Montbret et Aucher ex Benth.) and *Salvia multicaulis* (Vahl). *Food Chemistry*, **84**: 519-525.
- TODD J, FRIEDMAN M, PATEL J, JARONI D, RAVISHANKAR S (2013). The antimicrobial effects of cinnamon leaf oil against multi-drug resistant *Salmonella* Newport on organic leafy greens. *International Journal of Food Microbiology*, **166**: 193-199.
- TRIPOLI E, LA GUARDIA M, GIAMMANCO S, DI MAJO D, GIAMMANCO M (2007). Citrus flavonoids: Molecular structure, biological activity and nutritional properties: A review. *Food Chemistry*, **104**: 466-479.
- TURKOZU D (2014). Marul ve roka sebzelerine uygulanan bazı dezenfektanların sebzelerin c vitamini içerikleri üzerine etkisinin değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- TZORTZAKIS N, CHRYSARGYRIS A (2017). Postharvest ozone application for the preservation of fruits and vegetables. *Food Reviews International*, **33**: 270-315.
- VINCETI M, FANTUZZI G, MONICI L, CASSINADRI M, PREDIERI G, AGGAZZOTTI G (2004). A retrospective cohort study of trihalomethane exposure through drinking water and cancer mortality in northern Italy. *Science of the Total Environment*, **330**: 47-53.
- WALKER JF, SANTOS PDS, SCHMIDT CA, BITTENCOURT TCCD, GUIMARÃES AG (2016). Antimicrobial Activity of Marjoram (*Origanum Majorana*) Essential Oil Against the Multidrug-Resistant *Salmonella* Enterica Serovar Schwarzengrund Inoculated in Vegetables from Organic Farming. *Journal of Food Safety*, **36**: 489-496.
- WANG Y, YE Z, YING Y (2012). New trends in impedimetric biosensors for the detection of foodborne pathogenic bacteria. *Sensors*, **12**: 3449-3471.
- WANG L, ZHANG Y, FAN G, REN JN, ZHANG LL, PAN SY (2019). Effects of orange essential oil on intestinal microflora in mice. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **99**: 4019-4028.
- WARD M, DHINGRA R, REMAIS JV, CHANG HH, JOHNSTON LM, JAYKUS LA, LEON J (2015). Associations between weather and microbial load on fresh produce prior to harvest. *Journal of Food Protection*, **78**: 849-854.
- WHO. WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO) (2015). WHO estimates of the global burden of foodborne diseases. Available from: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/199350/9789241565165\\_eng.pdf?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/199350/9789241565165_eng.pdf?sequence=1). Erişim 25.05.2022
- WHO. WORLD HEALTH ORGANIZATION (2019). *Sustainable healthy diets: Guiding principles*. Food & Agriculture Org.
- YANG Y, LUO Y, MILLNER P, TURNER E, FENG H (2012). Assessment of *Escherichia coli* O157: H7 transference from soil to iceberg lettuce via a contaminated field coring harvesting knife. *International Journal of Food Microbiology*, **153**: 345-350.

- YANG XN, KHAN I, KANG SC (2015). Chemical composition, mechanism of antibacterial action and antioxidant activity of leaf essential oil of Forsythia koreana deciduous shrub. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, **8**: 694-700.
- YENİ F, ALPAS HAMI (2017). Vulnerability of global food production to extreme climatic events. *Food Research International*, **96**: 27-39.
- YIĞİT SEMA (2008) Çeşitli dezenfektanların atom marulun mikrobiyolojik kalitesi üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- YOSSA N, PATEL J, MILLNER P, LO YM (2012). Essential oils reduce Escherichia coli O157: H7 and Salmonella on spinach leaves. *Journal of Food Protection*, **75**: 488-496.
- ZAHRA N, JAHAN N, NOSHEEN S, REHMAN K (2011). Antimicrobial activity of aqueous, ethanolic extracts and crude extracted phytoconstituents of Nigella sativa seeds. *Biosci Res*, **8**: 19-25.
- ZAOUALI Y, BOUZAINÉ T, BOUSSAÏD M (2010). Essential oils composition in two Rosmarinus officinalis L. varieties and incidence for antimicrobial and antioxidant activities. *Food and Chemical Toxicology*, **48**: 3144-3152.
- ZENG W, VORST K, BROWN W, MARKS BP, JEONG S, PÉREZ-RODRÍGUEZ F, RYSER ET (2014). Growth of Escherichia coli O157: H7 and Listeria monocytogenes in packaged fresh-cut romaine mix at fluctuating temperatures during commercial transport, retail storage, and display. *Journal of Food Protection*, **77**: 197-206.
- ZHANG Y, LIU X, WANG Y, JIANG P, QUEK S (2016). Antibacterial activity and mechanism of cinnamon essential oil against Escherichia coli and Staphylococcus aureus. *Food Control*, **59**: 282-289.
- ZHANG J, YE KP, ZHANG X, PAN DD, SUN YY, CAO JX (2017). Antibacterial activity and mechanism of action of black pepper essential oil on meat-borne Escherichia coli. *Frontiers in Microbiology*, **7**: 2094.
- ZINOVIADOU KG, KOUTSOUMANIS KP, BILIADERIS CG (2009). Physico-chemical properties of whey protein isolate films containing oregano oil and their antimicrobial action against spoilage flora of fresh beef. *Meat Science*, **82**: 338-345.