

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TOPLU BESLENME SİSTEMLERİNDE KULLANILAN
DEZENFEKTANLARIN ÇİĞ OLARAK SERVİS EDİLEN
BAZI SEBZELERİN TOPLAM ANTİOKSİDAN
KAPASİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Dyt. Mercan Merve TENGİLİMOĞLU

**Toplu Beslenme Sistemleri Programı
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ANKARA
2013**

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TOPLU BESLENME SİSTEMLERİNDE KULLANILAN
DEZENFEKTANLARIN ÇİĞ OLARAK SERVİS EDİLEN
BAZI SEBZELERİN TOPLAM ANTİOKSİDAN
KAPASİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Dyt. Mercan Merve TENGİLİMOĞLU

**Toplu Beslenme Sistemleri Programı
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Gülgün ERSOY**

**ANKARA
2013**

Anabilim Dalı : Beslenme ve Diyetetik
 Program : Toplu Beslenme Sistemleri
 Tez Başlığı : Toplu Beslenme Sistemlerinde Kullanılan Dezenfektanların Çiğ
 Olarak Servis Edilen Bazı Sebzelerin Toplam Antioksidan Kapasitesi
 Üzerine Etkisi
 Öğrenci Adı-Soyadı : Mercan Merve Tengilimoğlu
 Savunma Sınavı Tarihi: 23.01.2013

Bu çalışma jürimiz tarafından yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Gülgün Ersoy
 (Tez danışmanı) Hacettepe Üniversitesi



Üye: Prof. Dr. Murat Baş
 Başkent Üniversitesi



Üye: Yrd. Doç. Dr. M. Fatih Uyar
 Hacettepe Üniversitesi



Üye: Dr. Mevlüde Kızıl
 Hacettepe Üniversitesi



Üye: Dr. Derya Dikmen
 Hacettepe Üniversitesi



ONAY

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun görülmüş ve Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu kararıyla kabul edilmiştir.



Prof. Dr. Ersin FADILLIOĞLU

Müdür

TEŞEKKÜR

Çalışma süresi boyunca bana yol gösteren, her türlü bilimsel ve manevi desteğini esirgemeyen değerli tez danışmanım Prof. Dr. Gülgün ERSOY'a,

Bu süreçte bana göstermiş olduğu anlayışlarından ve desteklerinden dolayı asistanlığını yaptığım değerli hocam Yrd. Doç. Dr. M. Fatih UYAR'a başta olmak üzere Dr. Mevlüde KIZIL'a ve Dr. Derya DİKMEN'e,

Çalışmanın gerçekleşmesinde bana yardımcı olan Ankara Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi Tıbbi Biyokimya Laboratuvar Klinik Şefi Prof. Dr. Özcan EREL ve Semra IŞIKOĞLU'na,

Bu süreç boyunca verdikleri destek ve anlayış için birlikte çalışma fırsatını bulduğum değerli araştırma görevlisi arkadaşlarıma, bölümümüz idari personeline,

Hayatımın her döneminde yanımda olan, maddi manevi her türlü desteğini esirgemeyen canım aileme,

Her daim yanımda olan, sevgi, anlayışını esirgemeyen ve çalışmadaki yardımlarından dolayı Ziya Erokay METİN'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Tengilimoğlu, M.M. Toplu Beslenme Sistemlerinde Kullanılan Dezenfektanların Çiğ Olarak Servis Edilen Bazı Sebzelerin Toplam Antioksidan Kapasitesi Üzerine Etkisi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Toplu Beslenme Sistemleri Programı Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2013. Besin kaynaklı hastalıkların önlenmesinde dezenfeksiyon, toplu beslenme sistemlerinde önemli bir işlem basamağıdır. Klor sıklıkla kullanılan kimyasal bir dezenfektan olmasına karşın olası karsinojenik, teratojenik etkileri ve kimyasal kalıntı bırakması nedeniyle doğal ticari dezenfektanlara yönelim artmıştır. Aynı zamanda kimyasal dezenfektanların sebze ve meyvelerin antioksidan kapasitesinde azalmaya neden olduğu ileri sürülmekte fakat doğal ticari dezenfektanların antioksidan kapasite üzerine etkisi bilinmemektedir. Bu çalışma, toplu beslenme sistemlerinde çiğ olarak servis edilen bazı sebzelerin, kimyasal bir dezenfektan olan klor ve bazı doğal ticari dezenfektanlar ile dezenfeksiyonunun toplam antioksidan kapasite üzerine etkilerinin karşılaştırılması amacıyla düzenlenmiştir. Kıvırcık marul ve kırmızı lahana örnekleri ayrı ayrı 4 farklı yıkama (kontrol, klor, 2 doğal ticari dezenfektan) uygulamasına maruz bırakılmış ve bu uygulamalar sonrası sebzelerin toplam antioksidan kapasiteleri “Troloks Eşdeğeri Antioksidan Kapasite (TEAC) yöntemi” ile saptanmıştır. Kıvırcık marul örneklerinin kontrol, klor, doğal ticari dezenfektan I (DT1), doğal ticari dezenfektan II (DT2) ile yıkandıktan sonra toplam antioksidan kapasite değerleri sırasıyla ortalama 0.83, 0.7, 0.83, 0.9 mmol/L, kırmızı lahana örneklerinin toplam antioksidan kapasite değerleri sırasıyla ortalama 0.87, 0.77, 0.8, 0.97 mmol/L olarak bulunmuştur. Klor ile yıkama sonrası toplam antioksidan kapasitenin kontrole göre daha düşük olduğu saptanmıştır. Bu farklılık kıvırcık marul örneklerinde istatistiksel açıdan anlamlı ($p<0.05$) bulunurken kırmızı lahana örneklerinde anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$). Ayrıca toplam antioksidan kapasite, DT2 ile yıkama sonrasında kontrole göre daha yüksek çıkmıştır. Bu farklılık kıvırcık marul örneklerinde istatistiksel açıdan anlamlı ($p<0.05$) bulunurken kırmızı lahana örneklerinde anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$). Bu çalışmada elde edilen bulgular, kimyasal bir dezenfektan olan kloru alternatif olarak kullanılabilir doğal ticari dezenfektanların toplam antioksidan kapasitede azalmaya neden olmadığı buna karşın klorun toplam antioksidan kapasiteyi azaltıcı etkisinin olduğunu göstermektedir. Dezenfektan seçiminde mikrobiyal yükü azaltmadaki etkinliğinin yanı sıra antioksidan kapasite üzerine etkisi de göz önünde bulundurulmalıdır. Toplu beslenme sistemlerinde doğal ticari dezenfektanlar antioksidan kapasite üzerine olumsuz etkisi olmaması nedeniyle tercih edilebilir.

Anahtar kelimeler: çiğ sebze, toplam antioksidan kapasite, klor, doğal ticari dezenfektan

ABSTRACT

Tengilimoglu, M.M. Effect of Disinfectants on the Total Antioxidant Capacity of the Some Raw Served Vegetables Used in Food Service Systems. Hacettepe University Institute of Health Sciences, M.Sc Thesis in Food Service Systems Programme, Ankara, 2013. Disinfection is an important step in food service systems in the prevention of food borne diseases. Though chlorine is a commonly used chemical disinfectant due to carcinogenic, teratogenic and toxic remnants natural commercial disinfectant arouse interest. There are limited number of studies about the effects of chemical disinfectants on total antioxidant capacity, but the effect of natural commercial disinfectants on antioxidant capacity is not known. This study is conducted to compare the effects of disinfection of some raw served vegetables used in common food service systems with chemical disinfectant chlorine and some natural commercial disinfectants on total antioxidant capacity effects of washing with tap water as control group. The lettuce and red cabbage samples were treated with 4 different washing methods (control, chlorine, 2 natural commercial disinfectant) and after washing total antioxidant capacity of vegetables was determined with “trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC)” method. Average value of antioxidant capacity of lettuce samples after washing with control, chlorine, natural commercial disinfectant I (DT1), natural commercial disinfectant II (DT2) are 0.83, 0.7, 0.83, 0.9 mmol/L, respectively and the antioxidant capacity of red cabbage samples are 0.87, 0.77, 0.8, 0.97 mmol/L, respectively. After washing with chlorine, average value of total antioxidant capacity was determined lower than the control. This difference was statistically significant ($p < 0.05$) for lettuce, but was not statistically significant for red cabbage ($p > 0.05$). After washing with DT2, average value of total antioxidant capacity was determined higher than the control. This difference was statistically significant ($p < 0.05$) for lettuce, but was not statistically significant for red cabbage ($p > 0.05$). The findings of this study showed that the natural commercial disinfectants which can an alternative for chlorine has an effect on total antioxidant capacity of vegetables positively and chlorine influences the antioxidant capacity negatively, when compared to control. The selected disinfectants should be taken into account of not only having negative impact on total antioxidant capacity besides effectiveness in reducing on the microbial population. Natural commercial disinfectants may be preferred due to the lack of an adverse effect on antioxidant capacity in food service systems.

Key words: raw vegetable, total antioxidant capacity, chlorine, natural commercial disinfectant

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ONAY SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
TABLolar DİZİNİ	xi
GRAFİKLER DİZİNİ	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1. Kuramsal Yaklaşımlar	1
1.2. Amaç ve Varsayım	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Toplu beslenmenin Tanımı ve Önemi	3
2.2. Gıda Güvenliği	4
2.2.1. Gıda Güvenliğini Tehdit Eden Etmenler	5
2.2.2.1. Fiziksel Tehlikeler	6
2.2.2.2. Kimyasal Tehlikeler	6
2.2.2.3. Biyolojik Tehlikeler	6
2.3. Hijyen ve Dezenfeksiyon	7
2.4. Çiğ Olarak Tüketilen Sebzelerin Mikrobiyal Kalitesi ve Güvenliği	8
2.5. Çiğ Olarak Tüketilen Sebzelerin Dezenfeksiyonu	9
2.5.1. Çiğ Olarak Tüketilen Sebzelerin Dezenfeksiyonunda Kullanılan Dezenfektanlar	9
2.5.1.1. Kimyasal Dezenfektanlar	10
2.5.1.1.1. Klorlu Bileşikler	10
2.5.1.1.1.1. Klorlu Bileşiklerin Antimikrobiyal Etkinliği ve Etki Mekanizması	10
2.5.1.1.1.2. Klorlu Bileşiklerin Antimikrobiyal Aktivitesini Etkileyen	11

	Faktörler	
2.5.1.1.2.	Organik Asitler ve Tuzları	13
2.5.1.1.3.	Ozon	14
2.5.1.1.4.	Hidrojen Peroksit	16
2.5.1.1.5.	Brom	17
2.5.1.1.6.	Trisodyum Fosfat	17
2.5.1.1.7.	İyot	18
2.5.1.1.8.	Kuaterner (Dördüncül) Amonyum Bileşikleri	18
2.5.1.2.	Doğal/Organik Ticari Dezenfektanlar	24
2.6.	Kimyasal Dezenfektanların Antioksidan Kapasite Üzerine Etkisi	24
2.7	Antioksidan Kapasiteyi Etkileyen Etmenler	25
2.7.1	Oksijen ve Sıcaklık	25
2.7.2	Işık	26
2.7.3	Substrat	26
3.	GEREÇ VE YÖNTEM	27
3.1.	Araştırma Yeri, Zamanı ve Örneklem Seçimi	27
3.2.	Araştırmanın Planlanması ve Uygulanması	27
3.2.1.	Yıkama ve Dezenfeksiyon Uygulamaları	27
3.2.2.	Örneklerin Hazırlanması	29
3.2.3.	Toplam Antioksidan Kapasitenin Hesaplanması	29
3.3.	İstatistiksel Değerlendirme	30
4.	BULGULAR	31
5.	TARTIŞMA	36
6.	SONUÇ ve ÖNERİLER	41
	KAYNAKLAR	43

SİMGELER VE KISALTMALAR

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ABTS+	2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiyazolin-6-sulfonik asit)
One-Way ANOVA	Tek yönlü varyans analizi
a_w	Su aktivitesi
<i>B.cereus</i>	<i>Bacillus cereus</i>
<i>C.parvum</i>	<i>Cryptosporidium parvum</i>
dk	Dakika
<i>E.coli</i>	<i>Escherichia coli</i>
FAO	Food and Agricultural Organization (Gıda ve Tarım Örgütü)
FDA	Food and Drug Administration (Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi)
g	Gram
H ₂ O ₂	Hidrojen peroksit
HOCl	Hipokloröz asit
L	Litre
<i>L.monocytogenes</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>
mg	Miligram
mL	Mililitre
mmol	Milimol
NaOCl	Sodyum hipoklorit
°C	Santigrat derece
OCl-	Hipoklorit iyonu
<i>P.aeruginosa</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
pH	Power of Hydrogen (Hidrojenin gücü)
<i>S.montevideo</i>	<i>Salmonella montevideo</i>
<i>S.typhimurium</i>	<i>Salmonella typhimurium</i>
TEAC	Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite
TSP	Trisodyum fosfat
WHO	World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)
<i>Y.enterocolitica</i>	<i>Yersinia enterocolitica</i>
ppm	Parts per million (milyonda bir)

kob	Koloni oluşturan birim
vb.	Ve bunun gibi
DT1	Doğal ticari dezenfektan 1
DT2	Doğal ticari dezenfektan 2

TABLolar

	Sayfa
2.1. Gıda güvenliğini tehdit eden etmenler	7
2.2. Kimyasal dezenfektanların avantajı, yaygın kullanımı, sınırlamaları ve yapılan çalışmalar	20
4.1. Kıvırcık marul örneklerinin yıkama ve dezenfeksiyon uygulamaları sonrası toplam antioksidan kapasite değerleri (mmol/L)	31
4.2. Kırmızı lahana örneklerinin yıkama ve dezenfeksiyon uygulamaları sonrası toplam antioksidan kapasite değerleri (mmol/L)	32
4.3. Kıvırcık marul örneklerine dezenfeksiyon uygulamalarının marulların toplam antioksidan kapasitesi üzerine etkilerinin kontrol uygulamasına göre farklılığın önemine ilişkin tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları	34
4.4. Kırmızı lahana örneklerine dezenfeksiyon uygulamalarının kırmızı lahanaların toplam antioksidan kapasitesi üzerine etkilerinin kontrol uygulamasına göre farklılığın önemine ilişkin tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları	35

GRAFİKLER

	Sayfa
4.1. Kıvırcık marul örneklerinin yıkama ve dezenfeksiyon uygulamaları sonrası toplam antioksidan kapasite değerleri (mmol/L)	32
4.2. Kırmızı lahana örneklerinin yıkama ve dezenfeksiyon uygulamaları sonrası toplam antioksidan kapasite değerleri (mmol/L)	33

ŞEKİLLER

	Sayfa
3.1. Troloks standardı çalışma grafiği	29

1. GİRİŞ

1.1 Kuramsal Yaklaşımlar ve Kapsam

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından besin hijyeni; “besin zincirinin tüm aşamalarında besin uygunluğunu ve güvenilirliğini sağlamak için gerekli tüm koşullar ve önlemler” olarak tanımlanmaktadır. Besin hijyenini sağlamada önemli işlem basamaklarından birisi dezenfeksiyon aşamasıdır. Dezenfeksiyonun amacı, patojen mikroorganizmaların ortamdaki uzaklaştırılması veya sayılarının hastalığa neden olmayacak düzeylere indirilmesi ile patojen mikroorganizmaların zararsız hale getirilmesidir. Sebze ve meyve dezenfeksiyonu için kullanılan en etkili dezenfektanlardan biri kimyasal bir dezenfektan olan klorurdur. Ancak klorun organik maddelerle reaksiyonu sonucu trihalometanlar, haloasetik asitleri, halo keton, kloropiktin gibi yan ürünlerin oluşumu nedeniyle dezenfeksiyon amacı ile kullanılan kimyasal dezenfektanlar yerine kullanılabilir alternatif doğal ticari dezenfektanlara olan ilgi son yıllarda giderek artmaktadır. Sebze ve meyvelerin mikrobiyal yükünü azaltmak için kullanılan kimyasal dezenfektanların antioksidan kapasiteyi etkileyebileceği düşünülmektedir. Kimyasal bir dezenfektan olan klorun antioksidan kapasiteyi etkilediğine dair çalışmalar mevcuttur. Yapılan bir çalışmada, sodyum hipoklorit (NaClO) ile yıkamanın, antioksidan kapasitede düşüşe neden olduğu gösterilmiştir. Belçika’da yapılan bir başka çalışmada, 200 mg/L NaClO ile yıkama toplam antioksidan kapasiteyi azaltma eğilimi göstermiştir. Ancak doğal ticari dezenfektanların antioksidan kapasite üzerine etkilerini araştıran herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

1.2 Amaç ve Varsayım

Bu çalışmanın amacı, toplu beslenme sistemlerinde çiğ olarak servis edilen bazı sebzelerin kimyasal bir dezenfektan olan klor ve bazı doğal ticari dezenfektanlar ile dezenfeksiyonunun toplam antioksidan kapasite üzerine etkilerinin incelenmesidir.

Bu çalışma, aşağıdaki varsayımlara dayanarak planlanmıştır:

1. Kimyasal bir dezenfektan olan klor ve bazı doğal ticari dezenfektanlar ile yıkamanın çiğ olarak servis edilen bazı sebzelerin toplam antioksidan kapasitesi üzerine etkileri farklıdır.
2. Kimyasal bir dezenfektan olan klor ile yıkama, sebzelerin toplam antioksidan kapasitesini azaltır.
3. Doğal ticari dezenfektanlar ile yıkama, sebzelerin toplam antioksidan kapasitesini azaltmaz.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Toplu Beslenmenin Tanımı ve Önemi

Toplu beslenme, insanların ev dışında bir arada başkaları tarafından hazırlanmış yiyeceklerle beslenmesi olarak tanımlanmaktadır (1). Beslenme modellerindeki değişimle birlikte, teknolojik gelişmeler, endüstrinin büyümesi, çalışan insan sayısının artması, kentleşmenin hızlanması, kadınların büyük oranda çalışma hayatına katılması, yaşam standartlarındaki değişim, ekonomik ve sosyokültürel yapıdaki değişim gibi nedenlerden dolayı toplu beslenme hizmetlerinden faydalanma oranı artmıştır (2). Bugün sanayileşmiş ülkelerde nüfusun yarısından fazlası, ülkemizde ise tahminen %50'si (silahlı kuvvetler dışında) en az bir öğün yemeğini toplu beslenme yapılan yerlerde yemektedir (3). Ancak yaşamımızı sürdürmek ve sağlığımızı korumak amacıyla tükettiğimiz besinler bazı durumlarda sağlığımıza zararlı hale gelebilmektedir (4).

Toplu beslenme yapılan kuruluşlarda, tüketicilerin sağlığını korumak sistemin en özen gösterilmesi gereken konularından biridir. Ancak toplu beslenmede ev koşullarının aksine çok fazla sayıda kişi için fazla miktarlarda yiyecek pişirilmekte ve yemeklerin üretiminde hatalı birçok işlem uygulanabilmektedir. Toplu beslenme hizmetlerinde küçük bir ihmâl yüzlerce, hatta binlerce kişinin sağlığını bozarak besin zehirlenmelerine ve hatta ölümlere yol açabilmektedir (4).

Kaliteli bir toplu beslenme hizmeti, yüksek subjektif ve hijyenik kalitede, besin değeri korunmuş, ekonomik, miktar yönünden yeterli ve çeşitlilik içeren besin/yiyeceklerin tüketicilerin hoşuna gidecek uygun fiziki koşullarda zarif ve doğru biçimde sunum/servis edilmesini gerektirir. Hem besleyici hem de hijyenik kalitesi yüksek bir toplu beslenme hizmeti verebilmenin temel koşulu ise toplu beslenme yapılan kuruluşlarda fiziki koşullar, araç-gereç, personel ve besin hijyeni ilkelerine uymaktır (5).

2.2 Gıda Güvenliği

Dünya nüfusunun hızla artması, çevresel olumsuzluklar, içme sularının ve tarımsal sulamada kullanılan suların mikrobiyolojik ve kimyasal kalitesindeki azalmalar, sağlıklı besin gereksiniminin katlanarak artması ve insanların globalleşen dünyada sıkça seyahat etmesi, gıda güvenliğini en önemli gündem maddelerinden birisi haline getirmiştir (6).

WHO ve FAO Kodeks Alimentarius Komisyonu gıda güvenliğini; “sağlıklı ve kusursuz gıda üretimini sağlamak amacıyla gıdaların üretim, işleme, depolama, taşıma ve dağıtım aşamalarında gerekli kurallara uyulması ve önlemlerin alınması” olarak tanımlamaktadır. Gıda güvenliği, insan sağlığına zarar vermeyen, hijyenik koşullarda üretilen ve tüketime sunulan, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik kirlilik içermeyen gıdaların tüketicilere ulaştırılmasıdır (7). Gıda güvenliğinin tam olarak sağlanamaması besin zehirlenmeleri riskini artırmaktadır.

Besin zehirlenmesi/besin kaynaklı hastalıklar, herhangi bir yiyecek veya içeceğin tüketimi sonucu meydana gelen enfeksiyon veya intoksikasyon durumuna verilen genel isimdir (8). Besin enfeksiyonları, zararlı bakterilerin ürettiği yiyeceğin tüketilmesi sonucu oluşan besin zehirlenmeleri, besin intoksikasyonu ise toksin üreten bazı mikroorganizmaların ürettiği toksinli yiyeceğin yenmesi ile oluşan besin zehirlenmeleridir (9).

Birçok ülkede ulusal sağlık organizasyonları, iki veya daha fazla kişinin kontamine besini tüketmesinden sonra ortaya çıkan benzer semptomların besin kaynaklı hastalık şeklinde sınıflamaya yeterli olacağı görüşündedir. Besin kaynaklı enfeksiyonlar, ülkeden ülkeye toplumsal yaşam biçimlerine ve ekonomik koşullara bağlı farklılıklar göstermekle birlikte, hem gelişmiş hem de az gelişmiş ülkelerde sıklıkla görülmektedir. Bugün için besinlere bağlı 200’den fazla enfeksiyon tanımlanmış olup, bunların çoğu bakteriler başta olmak üzere, virüslere, parazitlere bağlı olarak oluşmaktadır (10). Besinlere mikroorganizmalar, hava, su, toprak, bitkiler ve bitkisel ürünler, hayvanların ve insanların bağırsak sistemi, hayvan deri ve

postları, hayvan yemleri, hazırlama ve pişirme aşamalarında yapılan hatalar, depolama ilkelerine uyulmaması, süre-sıcaklık ilişkisine uyulmaması (yetersiz pişirme ve/veya ısıtma ve/veya bekletme ve/veya soğutma ve/veya çözdürme), çalışan personel, kullanılan araç-gereçler, katkı maddeleri, işletme sanitasyonunun uygun olmaması ile bulaşmaktadır (10-12).

WHO ve FAO Kodeks Alimentarius Komisyonu, kontamine besin tüketiminden doğan besin kaynaklı hastalıkların dünyada en sık görülen sağlık sorunu olduğuna işaret etmektedir (13). Besin kaynaklı hastalıkların birçoğunun açıklanmaması ve kayıt altına alınmaması nedeniyle bu hastalıkların güncel insidansı tam olarak bilinmemekle birlikte İngiltere’de 2001 yılı verilerine göre her yıl toplam nüfusun %20’si, Amerika Birleşik Devletleri (ABD)’nde %28’ i besin kaynaklı hastalıklara yakalanmaktadır (14,15). Yine ABD’de her yıl 325 bini hastanede yatmayı gerektiren ve 5 bini ölüm ile sonuçlanan yaklaşık 76 milyon olgunun olduğu tahmin edilmektedir. İngiltere’de sadece 2000 yılında 1.3 milyondan fazla besin kaynaklı intestinal enfeksiyon bildirilmiştir (10). Ülkemizde ise, Sağlık Bakanlığı’nın 2005 yılı verilerine göre su ve besinlerle bulaştığı rapor edilen vaka sayısı 26.298 olarak belirtilmiştir (16). Ayrıca Türkiye İstatistik Kurumu’nun 2000-2002 yılları arasındaki verilerine göre 26.772 kişi besin zehirlenmesi şikayetiyle hastaneye başvurmuş ve 509 kişi besin zehirlenmesinden dolayı hayatını kaybetmiştir (17).

2.2.1 Gıda Güvenliğini Tehdit Eden Etmenler

Gıda güvenliği için önemli bir tanım olan “tehlike” kelimesi, WHO tarafından “kabul edilmeyen bir düzeyde bulunduğu sağlık üzerine olumsuz etkisi bulunan biyolojik, kimyasal veya fiziksel ajan” olarak tanımlanmaktadır (18). Besinler, bazı durumlarda fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak kirlenebilmekte ve sağlığımızı tehdit edici unsurlar haline gelebilmektedir (19).

2.2.1.1 Fiziksel Tehlikeler

Fiziksel tehlikelere, besin olmayan cam kırıkları, kıymık, metal parçaları, kağıt, çöp, saç, tırnak, sinek, boya ve hayvansal kaynaklı besinlerde bulunan kemik, deri vb. yabancı maddeler örnek gösterilebilir. Bu yabancı maddeler, bazı durumlarda biyolojik tehlikeleri de beraberlerinde getirebilmekte ve ürünün hijyenik koşullarda üretilip üretilmediği konusunda fikir verebilmektedir (20,21).

2.2.1.2 Kimyasal Tehlikeler

Kimyasal tehlikeler, besinlerde doğal olarak veya besinin yapısına ilave edilen maddeler nedeniyle oluşabilmektedir. Besinlerde doğal olarak bulunabilen mikotoksinler, zehirli mantar toksinleri, kabuklu deniz hayvanları toksinleri, alerjen maddeler ve besin üretim sürecinde besinin yapısına ilave edilen tarım ilaçları, veteriner ilaçları, gıda katkı maddeleri, boya maddeleri, ambalaj maddeleri ve besin işlemede kullanılan araç-gereçlerden kaynaklanan migrasyonlar (plastik, metaller vb.) kimyasal tehlikelere örnek gösterilebilir. Ayrıca besinlerde pişirme işlemi sırasında oluşan polisiklik aromatik hidrokarbonlar, piroliz ürünleri, akrilamid de bu grupta yer almaktadır (7,22).

2.2.1.3 Biyolojik Tehlikeler

Biyolojik tehlikeler; bakteriler, virüsler, mantar ve parazitler gibi mikrobiyolojik organizmalardır (21).

Gıda güvenliğini tehdit eden etmenler Tablo 2.1'de gösterilmektedir.

Tablo 2.1. Gıda güvenliğini tehdit eden etmenler (20,21,22).

Tehlike Türü	Etmenler
Fiziksel tehlikeler	<ul style="list-style-type: none"> • Cam kırıkları, • Tahta, kıymık, • Metal parçaları (çivi vb.) • Saç, tırnak, • Böcek, sinek vb. • Boya, • Kemik...
Kimyasal tehlikeler	<ul style="list-style-type: none"> • Tarım ilaçları, veteriner ilaçları, • Gıda katkı maddeleri, • Ambalaj maddelerinden kaynaklanan migrasyonlar (plastik, metaller), • Besin işlemede kullanılan araç-gereçlerden kaynaklanan metaller ve boya maddeleri, • Polisiklik aromatik hidrokarbonlar, piroliz ürünleri, akrilamid, • Mikotoksinler, zehirli mantar toksinleri, kabuklu deniz hayvanları toksinleri, alerjen maddeler...
Biyolojik tehlikeler	<ul style="list-style-type: none"> • Bakteriler, virüsler, mantar ve parazitler...

2.3 Hijyen ve Dezenfeksiyon

Hijyen, sözcük olarak sağlam ve sağlıklı anlamına gelmektedir. Bu kelime, tıp diline Yunan mitolojisinden girmiştir. Yunan mitolojisinde tıbbın babası olarak

tanınan *Asklepios*'un kızı *Hygieia* sağlığı koruyan bir ilahedir. Bu nedenle, dünya literatüründe sağlığı korumak üzere çalışan bilim koluna bu ilahenin adı verilmiştir (23,24). Hijyen, sağlıklı ortamın korunması, her türlü hastalık etmeninden arındırılması olarak tanımlanmaktadır (25).

Türk Gıda Kodeksi dezenfeksiyonu; “gıda maddelerinin kirlenmesini önlemek amacıyla, gıda maddesinin özelliklerini etkilemeden, fiziksel ve/veya kimyasal yollarla ortamdaki mikroorganizmaların arındırılması işlemi” olarak tanımlamaktadır (26). Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) ise sanitasyonu; “halk sağlığını tehdit eden ve istenmeyen diğer mikroorganizmaların inaktivasyonu veya sayılarının azaltılması için uygulanan, ürünün kalitesini bozmayan veya tüketiciler için ürünü riskli hale getirmeyen işlemler” olarak tanımlamaktadır (27). Dezenfeksiyon, toplu beslenme hizmeti sağlayan kuruluşlarda ısıl işleme tabi tutulmadan servis edilecek, özellikle salata yapımında kullanılan sebzeler, kabuğu ile yenilebilen meyveler için gereklidir.

2.4 Çiğ Olarak Tüketilen Sebzelerin Mikrobiyal Kalitesi ve Güvenliği

Sebze ve meyveler, sağlıklı bir diyetin önemli bir parçası olup, kardiyovasküler hastalıklar ve bazı kanser türleri gibi kronik hastalıkları önlemeye yardımcı olmaktadır. WHO ve FAO; kalp hastalıkları, kanser, diyabet, obezite gibi kronik hastalıkların önlenmesi, az gelişmiş ülkelerdeki mikrobesein öğeleri yetersizliğinin azaltılması ve önlenmesi için günlük en az 400 g meyve ve sebze (patates ve diğer nişastalı yumru köklü sebzeler hariç) tüketimini önermektedir (28). Son yıllarda sebze ve meyve tüketimindeki artışa bağlı olarak, sebze ve meyve tüketiminden kaynaklanan mikrobiyal hastalıklarda da artış gözlenmektedir (29). Sebze ve meyvelerde kontaminasyon, hasat öncesi, hasat sonrası ve işleme gibi üretimin bütün aşamalarında gerçekleşebilmektedir. Olası bulaşma kaynakları, toprak, gübre, insan ve hayvan dışkıları, sulama veya yıkama suları, böcekler ve kuşlar gibi hayvanlar, hasat yöntemi, işlem ekipmanlarıdır (30,31). ABD’de 1990-2004 yılları arasında saptanan besin kaynaklı hastalık salgınları arasında sebze ve meyve kaynaklı hastalıklar üçüncü sırada, vaka sayısı açısından değerlendirildiğinde ise birinci sırada yer almaktadır. Sebze ve meyvelerin mikroflorasında bozulmaya

neden olan bakteri, küf ve mayalar hakim florayı oluşturmasına rağmen, daha az sıklıkla bulunan ve besin kaynaklı hastalıklara neden olan parazitler ve virüsler de bulunabilmektedir (32). Sebze ve meyvelerin kaynak teşkil ettiği besin kaynaklı hastalıklara en sık neden olan patojen mikroorganizmalar, *Salmonella türleri*, *Norovirus* ve patojen *Escherichia türleri* olduğu belirlenmiştir (33). Sebze ve meyvelerde bulunabilen diğer patojen mikroorganizmalar ise bakteriler [*Campylobacter türleri*, *Aeromonas türleri*, *Listeria monocytogenes* (*L.monocytogenes*), *Bacillus cereus* (*B.cereus*), *Clostridium botulinum*, *Shigella türleri*, *Yersinia enterocolitica* (*Y.enterocolitica*), *Clostridium perfringens*], virüsler (*Hepatit A virüsü*, *Calicivirus*, *Norwalk-Like virus*) ve parazitlerdir [*Cryptosporidium parvum* (*C.parvum*), *Cyclospora cayetanensis*, *Giardia lamblia*] (27,34).

2.5 Çiğ Olarak Tüketilen Sebzelerin Dezenfeksiyonu

Sebze ve meyveleri su ile yıkamak, toprak, pestisit kalıntılarını temizlemek ve mikrobiyal yükü azaltmak için genellikle ilk aşamadır (35). Toz, toprak, böcek ve bitki kalıntılarının uzaklaştırılması dışında, su ile yıkama işleminin mikrobiyal yükü azaltmada etkinliği çok azdır (36). Yapılan çalışmalarda, su ile yıkanan sebze ve meyvelerin mikrobiyal florasındaki azalmaların 1 logaritmik birimden daha az olduğu saptanmıştır (37-39). Gıda güvenliğine verilen önem arttıkça patojen mikroorganizmaları elimine etmeyi veya azaltmayı amaçlayan kimyasal dezenfektanların kullanıldığı stratejiler geliştirilmiştir. Çalışmalar, yıkama suyuna kimyasal dezenfektan eklenmesinin mikrobiyolojik yükü azalttığını göstermiştir (40,41). Sonuç olarak, mikrobiyal yükü azaltmak için kimyasal dezenfektanlar kullanmak ihtiyaç haline gelmiştir. Uygulamalar, besinin dezenfektanlı çözeltiliye daldırılması veya dezenfektanlı çözeltinin besine püskürtülmesi şeklinde gerçekleştirilmektedir (42).

2.5.1 Çiğ Olarak Tüketilen Sebzelerin Dezenfeksiyonunda Kullanılan Dezenfektanlar

İnsan sağlığına zarar verebilecek tehlikelerin en az düzeye indirilebilmesi için çiğ olarak tüketilen sebze ve meyvelere uygulanan en yaygın işlem, besinin yapısını

olumsuz yönde etkilemeyecek ve sağlık riski oluşturmayacak konsantrasyonlarda hazırlanmış dezenfektan çözeltileriyle yapılan dezenfeksiyondur (43).

Dezenfeksiyon amacıyla yaygın olarak kullanılan kimyasal maddeler klorlu bileşikler, organik asit ve tuzları, ozon, hidrojen peroksit, brom, trisodyum fosfat, iyot, kuaterner (dördüncül) amonyum bileşikleri vb. bileşiklerdir (44,45).

2.5.1.1 Kimyasal Dezenfektanlar

2.5.1.1.1 Klorlu Bileşikler

Sebze ve meyvelerin sanitasyonunda en yaygın olarak kullanılan kimyasal ajan klordur. Dezenfeksiyon için önerilen klor miktarı pH 8'in altında 1-2 dk temas süresi içinde 50-200 ppm' dir (46).

2.5.1.1.1.1 Klorlu Bileşiklerin Antimikrobiyal Etkinliği ve Etki Mekanizması

Klor, suda başlıca hipokloröz asit (HOCl), hipoklorit iyonu (OCI-) ve kloraminler olarak bulunmaktadır. Hipokloröz asit, hipoklorit iyonuna nazaran yaklaşık 80 kat daha etkilidir. Bu etkinin, HOCl'in nötr bir yapıda olup hücre çevresindeki yüklerden etkilenmeden nüfuz edebilmesinden kaynaklandığı sanılmaktadır. Kloraminlerin dezenfektan etkileri daha zayıf (yaklaşık HOCl'in 1/20) olup, bu etkilerini de çok uzun sürelerde (HOCl için gereken sürenin 80 katı kadar) gerçekleştirebilir. Kloraminlerin yavaş reaksiyon vermeleri, uzun süreli dezenfektan etki gereken durumlarda bir avantaj olarak değerlendirilebilir. Klorun antimikrobiyal aktivitesi, suyun pH'sı, sıcaklığı, sudaki organik madde konsantrasyonu ile temas süresi, ışık, hava ve metaller gibi etkenlere de bağlıdır (46).

Brackett ve diğ. (47), taze sebzelerin yüzeyine aşılınmış patojen bakterileri elimine etmede klorun etkinliğini belirlemeyi amaçladığı bir çalışmada, brüksel lahanasını 200 ppm klor çözeltisine 10 saniye daldırma ile canlı *L.monocytogenes* hücre sayısında yaklaşık 100 kat azalma saptamıştır. Yapılan başka bir çalışmada,

100-200 ppm klor ile yıkanan *Salmonella typhimurium* (*S.typhimurium*) inoküle edilmiş maydanozlarda su ile yıkamaya kıyasla 1 logaritmik birim, klor konsantrasyonu 800-1600 ppm'e yükseltildiğinde 2 logaritmik birim daha fazla azalma saptanmıştır (48). Yapılan bir çalışmada 22°C'de 100 ppm klor ile 10 dk yıkanan marullarda *Y.enterocolitica* 2.36-2.68 logaritmik birim düzeyinde azalmıştır (49).

Klorlu bileşiklerin mikroorganizmalar üzerindeki antimikrobiyal aktivitesinin etki mekanizması hakkında kesin bir yargıya henüz varılamamıştır. Serbest klorun hücre zarındaki proteinlerle birleşmesi sonucunda oluşan kloramin (N-kloro) bileşenleri, hücre zarından difüzyonun etkin olarak yapılamamasına neden olmaktadır. Bu nedenle, hücre metabolizması bozularak antimikrobiyal etkinlik gerçekleşmektedir. Ayrıca klorun yaşamsal faaliyetlerin gerçekleşmesinde önemli olan kilit enzimatik reaksiyonlarda görev alan enzimlerin sülfidril gruplarını (-SH) oksitleyerek engellediği belirtilmiştir. Buna ek olarak, serbest klorun bakteri sporları üzerindeki etkinliğinin çimlenme mekanizmasını önlemesinden ileri geldiği belirtilmektedir (43).

Hipoklorik asitin doğal veya yüzeydeki çatlaklar, yarıklar, kıvrımlar, çukurlar nedeniyle oluşan açıklıklardaki mikrobiyal hücrelere ulaşamaması klorun etkisinin azalmasına neden olmaktadır. Sebze ve meyvelerin yüzeyinde doğal olarak bulunan hidrofobik, mumsu kütikula tabakası da mikrobiyal hücreleri klor ve diğer mumlarda çözünmeyen veya nüfuz edemeyen kimyasal dezenfektanlara karşı korumaktadır (50,51). Kütikula materyalinin uzaklaştırılması duyu kalitenin bozulmasını da hızlandıracağından, bu dezenfektanların kullanımı, doğranmış veya hemen tüketimi öngörülmuş bütün haldeki sebze ve meyvelerle sınırlandırılabilir. Duyusal özellikleri olumsuz etkilemeden, mumsu kütikula tabakasını ve bununla birlikte yüzey kontaminantlarını uzaklaştıran bir çözücü içeren dezenfektanlar, çiğ sebze ve meyvelerin yüzeylerindeki mikrobiyal popülasyonu azaltmada daha büyük bir potansiyele sahiptir (46).

2.5.1.1.1.2 Klorlu Bileşiklerin Antimikrobiyal Aktivitesini Etkileyen Faktörler

Hipokloröz asidin hidrojen iyonu ve hipoklorit iyonlarına ayrışması, yıkama suyunun pH'sına bağlıdır. Hipokloröz asidin büyük çoğunluğu pH 7'nin altında, en fazla ise pH 5'in üstünde iyonlarına ayrışmamış halde bulunmaktadır. pH 4'ün altına düştüğünde sağlık riski oluşturan klor gazının oranı artarken pH 4'ün üzerine çıktığında HCO₂'in OCl⁻'e oranı düşmektedir. Hipoklorit iyonu, hipokloröz asit'e göre daha az antiseptik özellikte olduğundan yüksek antimikrobiyal etkinlik ve aynı zamanda güvenli klor aktivitesi için suyun pH'sı 6.5 ile 7.5 arasında olmalıdır. pH 8'de ise iyonlarına ayrışmamış hipokloröz asit oranı %25'ten daha azdır (43).

Klorun maksimum çözünürlüğü için suyun sıcaklığının yaklaşık 4°C olması beklenmektedir. Ancak, pozitif sıcaklık farkı yaratmak ve doğal olarak bulunan (kovucuk, gözenek) veya mekanik zedelenmeler sonucu oluşan gövde dokuları, kabuk ve yapraklardaki açık noktalardan klorlu suyun içine girişini en aza indirmek için suyun sıcaklığı ideal olarak sebze ve meyvenin sıcaklığından en az 10°C daha yüksek olmalıdır (46). Zhang ve diğ. (39)'nin yaptıkları bir çalışmada, 10 dk 200 ppm klorla dezenfeksiyon sonucunda başlangıç popülasyonları 5.4-5.7 log kob/g arasında değişen *L.monocytogenes*'de 4°C'de 1.3 log kob/g, 22°C'de 1.7 log kob/g azalma kaydetmişlerdir.

Garg ve diğ. (52)'nin yapmış olduğu bir çalışmada, 300 ppm klor içeren suya marul batırmanın maruldaki toplam mikrobiyal sayıyı yaklaşık 1000 kat azalttığı, havuç ve kırmızı lahanadaki mikrobiyal sayıda ise hiçbir etki yaratmadığı gösterilmiştir. Ayrıca yapılan başka bir çalışmada da, *L.monocytogenes*'e karşı dezenfektan uygulamasının, marulda lahanaya oranla daha etkili olduğu saptanmıştır. Bu çalışmalar, antimikrobiyal aktivitenin uygulanan sebzenin cinsi ve/veya üzerinde barındırdığı mikrofloradan etkilendiğini göstermektedir (46).

Sebze ve meyvelerde bulunan mikroorganizmaları azaltmada, pH ve sıcaklığın etkisine ek olarak, mikroorganizma türü de klorun etkinliğini büyük ölçüde etkilemektedir. Yapılan bir çalışmada, tüm ve doğranmış marul yapraklarının 200-

250 ppm klor ile dezenfeksiyonu sonucunda aerobik mikroorganizma popülasyonunda %90-99, psikrotrof mikroorganizmalar, küfler ve mayalarda ise %50-90 oranında azalma saptanmıştır (46).

Organik yük de klorun etkinliği üzerine olumsuz bir etki gösterebilmektedir (53). Yüksek aktiviteye sahip serbest klorun organik maddelerle reaksiyonu nedeniyle klorlu bileşiklerin antimikrobiyal etkinliği azalmaktadır (45,54,55). Ancak yapılan çalışmalarda, protein varlığında serbest klor miktarının azalmasına rağmen kloramin bileşiklerinin oluşumu nedeniyle antimikrobiyal etkinliğin daha yavaş olmakla birlikte korunduğu belirtilmektedir (45).

Klor konsantrasyonunun aerobik mikroorganizmalar ve yapraklı salata yeşilliklerinde bulunan fekal koliformlar üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, 50 ppm'e kadar artan klor konsantrasyonu ile patojen mikroorganizma popülasyonu belirgin biçimde azalırken 200 ppm'e kadar daha fazla artan konsantrasyonda önemli bir etki artışı yaratmadığı gösterilmiştir (46). Klor uygulamalarının olgun yeşil domateslerdeki *Salmonella montevideo* (*S.montevideo*) inaktivasyonuna etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, domateslerin sırasıyla 60 ppm ve 110 ppm klor içeren çözeltiye 2 dk daldırılması ile yüzeydeki ve iç dokudaki patojen mikroorganizma popülasyonunda önemli ölçüde azalma olduğu, 320 ppm klor içeren bir çözelti ile tamamen inaktivasyonun sağlanamadığı saptanmıştır (56).

2.5.1.1.2 Organik Asitler ve Tuzları

İnsanlarda hastalık yapan besin kaynaklı mikroorganizmalar, pH 4'ün altında gelişemezler ve insanlar tarafından tüketilen çok sayıda meyvenin asidik pH'ya sahip olması patojen mikroorganizmaların çoğalmalarını önlemektedir. Birçok sebzenin ve kavun gibi bazı meyvelerin pH'sı ise patojen mikroorganizmaların gelişebileceği aralıktadır. Organik asitler, birçok sebze ve meyvenin yapısında doğal olarak bulunmakta ve bazı mikroorganizmaların gelişimini geciktirirken, bazı mikroorganizmaların gelişimini engellemektedir. Birçok sebze ve meyvede doğal olarak bulunan temel organik asitler, asetik, sitrik, süksinik, malik, tartarik, benzoik

ve sorbik asittir (57). Sebze ve meyvelerde doğal olarak bulunan veya fermentasyon sonucunda biriken organik asitlerin bazıları ilk olarak küflere etkili olsa da diğer organik asitler bakteriyel çoğalmayı engellemede daha etkilidir (58).

S.typhimurium ve *E.coli O157:H7* inoküle edilmiş domatesler 4°C'deki %2'lik laktik asit'e daldırılıp 15 saniye süreyle yavaşıca çalkalandığında mikroorganizma sayısındaki azalma 1 logaritmik birim olmuştur (35). Askorbik asit (%0.2) ve sitrik asit (%0.02) solüsyonu ile 5 dk süreyle yıkanan *L.monocytogenes* ve *E.coli O157:H7* bulaştırılmış enginarlardaki mikroorganizma sayısı sırasıyla 0.6 ve 0.3 logaritmik birim azalmıştır (59).

Organik asitlerin etki mekanizması doğrudan pH'yı düşürmeleri, çözünmemiş asit molekülünün iyonizasyonu ile mikrobiyal hücrelerin hücre içi pH dengesinin bozulması veya hücre membranının geçirgenliğini değiştirerek substrat transferinin engellenmesi gibi nedenlerle açıklanabilmektedir. Substrat transferini engellemesinin yanı sıra organik asitler, Nikotinamid adenin dinükleotit (NADH) oksidasyonunu da engelleyebilmekte, bu yolla da elektron transfer sistemindeki indirgeme ajanlarının kaynaklarını elimine etmektedir. Sebzelerin bir organik asitle yıkandıktan sonra asidi uzaklaştırmak için suyla yıkanması uygulaması da kısmi bir dezenfeksiyon yöntemidir (60).

2.5.1.1.3 Ozon

Ozonlamanın en çok uygulandığı ürün yelpazesi sebze ve meyvelerden oluşmaktadır. Sebze ve meyvelerin raf ömrünü uzatmak ve mikrobiyal yükü azaltmak amacı ile ozonlu su başarı ile kullanılmaktadır. Üzümlere 20 dk süreyle uygulanan 8 mg/L ozon ile bakteri, küf ve maya sayısının azaldığı belirlenmiştir (61). Kim ve diğ. (62)'nin yapmış oldukları çalışmada, doğranmış marulları 1.3 mM ozon ile 3 dk süresince yıkama sonucunda toplam aerobik mezofil bakteri sayısında 2 log kob/g azalma olduğu bildirilmiştir.

Sebze ve meyvelerin bozulma ve çürümesine en çok neden olan mikroorganizmaların küfler olduğu bilinmektedir. Örneğin; elma ve armutta oluşan mavi küflerin nedeni *Penicillium expansum* turunçgilllerde oluşan yeşil ve mavi küflerin nedeni *Penicillium digitatum* ve *Penicillium italicum*, turunçgilllerde gözlenen ekşi çürüklerin nedeni *Geotrichum citriauranti*, üzümde meydana gelen gri küflerin nedeni de *Botrytis cinerea*'dir. Ozonlama, oluşan bu küfleri engellemek, azaltmak veya geciktirmek amaçlı birçok çalışma ve uygulamada yer almaktadır (63).

S.typhimurium, *Y.enterocolitica*, *S.aureus* ve *L.monocytogenes* 20 ppm ozonlanmış suya karşı duyarlıdır (64). Enterik virüsler ve *C.parvum* gibi protozoa ookistleri de ozona karşı duyarlıdır (65,66). Bir çalışmada, *C.parvum* için 5 dk 1 ppm ozon ile %90'dan daha fazla inaktivasyon sağlanmıştır (67). Çilek türü meyvelerde 2-3 ppm ve portakal için 40 ppm ozon mikrobiyal popülasyonu büyük ölçüde azaltmıştır (46). Yapılan bir çalışmada, 5.2 mL/L oranında ozonlu su ile 1, 5, 10 ve 15 dk yıkanan marullarda mikroorganizma sayısında önemli bir farklılık görülmezken, 10 dk yıkanan küçük havuçlarda mikroorganizma sayısında önemli farklılık bulunmuştur. Marulların 9.7 ve 16.5 mg/L konsantrasyonlarında 10 dk ozonlu su ile dezenfeksiyonu sonucunda *E.coli O157:H7* sayısı sırasıyla 1.41 ve 1.42 log kob/g, havuçlarda ise 1.68 ve 1.8 log kob/g düzeyinde azalma saptanmıştır (68). Yapılan başka bir çalışmada, marulların 1 mg/L ozonlu su ile 2 dk yıkanması sonucunda aerobik mezofilik bakteri sayısındaki azalma su ile yıkamadan farklı bulunmamıştır (39). Ancak başka bir çalışmada, yonca filizlerinin 23.2 ppm ozonlu su ile 2 dk yıkanması ile *L.monocytogenes* sayısında 0.91 logaritmik birim azalma olduğu bildirilmiştir (69). Naito ve Takahara (70)'nin yaptığı bir çalışmada, 0.5-5 mg/L ozonlu suyun taze sebze ve meyveleri dezenfekte etmede renksizleşmeye neden olmaksızın etkili olduğu belirtilmiş ve 0.5-2.0 mg/L arası ozon konsantrasyonunun ürün kalitesi için yeterli olabileceği vurgulanmıştır. Ayrıca bu çalışmada; lahana, elma, havuç, salatalık, kavun, ıspanak, patates, marul ve portakal gibi birçok sebze ve meyve kullanılmış ve ozonlu suyun total mikroorganizmaları etkili bir şekilde azaltmasa da raf ömrünü uzattığı gösterilmiştir. Ancak genel olarak, ozonlamanın antimikrobiyal etkilerinin araştırıldığı bu çalışmaların, ozon

uygulamalarının besinler üzerindeki fonksiyonel, besinsel, fiziksel ve kimyasal özelliklerinin de incelenerek desteklenmesi gerekmektedir (71).

2.5.1.1.4 Hidrojen Peroksit

Hidrojen peroksit (H_2O_2), suda çözünen peroksitlerin hidrolizi sonucu oluşan organik materyal ve metal iyonları varlığında oksijen ve hidrojene ayrılan bir kimyasaldır (55). Hidrojen peroksit, pH, sıcaklık ve diğer çevresel faktörlere bağlı olarak mikroorganizmalar üzerinde öldürücü veya inhibitör etkili olabilmektedir (72).

Hidrojen peroksit'in antimikrobiyal etkinliği güçlü bir oksitleyici olmasından ileri gelmektedir. Hidrojen peroksit, bakteriler, mayalar, küfler, virüsler ve bakteri sporlarına karşı etkili olmaktadır. Küfler, diğer organizmalarla karşılaştırıldığında H_2O_2 'e karşı daha dirençli iken anaerob bakteriler katalaz oluşturmamaları nedeniyle daha duyarlıdır (55). Hidrojen peroksit, %3'lük konsantrasyonlarda hızlı bakterisidal etki göstermekte ve gram negatif bakterilere karşı gram pozitif bakterilerden daha etkili olmaktadır. Enterik virüsler ve bakteri sporlarının inaktivasyonu için yüksek konsantrasyonlar gerekmektedir (54).

Hidrojen peroksit, en güçlü bakterisidal etkiyi hücre içinde göstermektedir. Hidrojen peroksit, stabil ve yüksüz olduğu için kolaylıkla hücre içine girerek indirgenmektedir. Sonuçta oluşan hidroksi radikaller (OH), bakteri DNA'sıyla reaksiyona girerek hücre ölümüne neden olmaktadır. Hücre dışında da H_2O_2 ' in indirgenmesi sonucu oluşan hidroksi radikaller hücre zarında lipid peroksidasyonuna neden olarak antimikrobiyal aktivite oluşturmaktadır. Ayrıca H_2O_2 ' in bakteri sporları üzerindeki etkinliği yüzey proteinlerini etkilemesinden kaynaklanmaktadır (45).

Hidrojen peroksidin antimikrobiyal etkisi, mikroorganizma yüküne, uygulama konsantrasyonuna, sıcaklığa, pH ve uygulama süresine bağlı olarak değişmektedir. Yüksek konsantrasyonlarda ve sıcaklıklarda, düşük pH'larda antimikrobiyal etkinlik artmaktadır (45,55).

FDA, sebze ve meyvelerin dezenfeksiyonunda hidrojen peroksidin, hidrojen peroksitinasetik asit ile birlikte kullanılması gerektiğini belirtmekte ve yıkama suyundaki maksimum değerin 59 ppm olmasına izin vermektedir (73). Çevre Koruma Ajansı, meyve, sebze, kuruyemiş ve tahıl tanelerine doğrudan uygulanan hidrojen peroksit'in 120 ppm'den fazla kalıntı bırakmasına izin vermemektedir (74). *Feline calicivirus* inoküle edilen çilek ve marullar, üretici firma tarafından önerilen doz olan 55 ppm H₂O₂ ile yıkandığında, virüs sayısında bir değişme olmazken konsantrasyon dört katına çıkarıldığında ise 3 logaritmik birim azalma saptanmıştır (75).

2.5.1.1.5 Brom

Brom kullanımı, su arıtma programlarında tek başına veya klorla beraber sınırlandırılmıştır. Ancak sebze ve meyvelerdeki dezenfektan olarak etkinliği hakkında çok az bilgi vardır (46). *Pseudomonas aeruginosa* (*P.aeruginosa*) diğer bakterilere göre broma karşı daha dirençlidir. Yapılan bir çalışmada, 24°C'de 15 dk 200 ppm brom ile dezenfeksiyon *P.aeruginosa*'i yok edemezken *E.coli*, *S.typhosa* ve *S.aureus*'u yok edebilmiştir (76). Klor, *B.cereus* sporlarına karşı dibromodimethyl hydrantoin'den daha ölümcülken *Streptococcus faecalis*'e karşı aynı derecede etkilidir (77,78). Çalışmalarda bromun klor bileşikleriyle beraber kullanımının antimikrobiyal aktiviteyi artırdığını ve sinerjik etki gösterdiği belirtilmiştir (79,80).

2.5.1.1.6 Trisodyum Fosfat

Alkali karakterde olan Trisodyum fosfat (TSP)'in kümes hayvanları ve kırmızı etlerde bulunabilen *Salmonella*'yı elimine etmede etkili olduğu bilinmektedir (81,82). Zhuang ve Beuchat (83)'in yapmış oldukları bir çalışmada, yıkama suyuna eklenen TSP'in *S.montevideo* inoküle edilmiş olgun yeşil domateslerin yüzeyindeki ve iç dokularındaki *S.montevideo*'yu elimine etmedeki etkinliğini araştırmıştır. Domatesin yüzeyinde bulunan *Salmonella*'nın tamamının (5.18 log kob/cm²) inaktivasyonu domatesleri %15'lik TSP çözeltisine 15 saniye süreyle daldırmak suretiyle başarılmıştır. TSP çözeltisine (%1) 15 saniyelik daldırma işlemi de

Salmonella sayısında önemli azalmalar sağlamıştır. Domateslerin iç dokularındaki *Salmonella* yükü (5.58 log kob/g) %4-15'lik TSP çözeltilerine daldırma ile önemli bir azalma göstermiştir. Olgun yeşil domateslerin yüzeyindeki *Salmonella*'nın uzaklaştırılmasında TSP'in kullanımının uygun olduğu sonucuna varılmıştır (43). Zhang ve Farber (50)'in yapmış oldukları bir başka çalışmada, marulun %2'lik TSP çözeltisi ile muamele edilmesi sonucunda kıyılmış marulda *L.monocytogenes* sayısının neredeyse hiç azalmadığını belirtmiştir. Bu durumun aksine *E.coli O157:H7*, %1'lik TSP çözeltisine duyarlıdır. *Campylobacter jejuni* ise TSP'a *E.coli O157:H7*'ye göre biraz daha dirençlidir (43).

2.5.1.1.7 İyot

İyodoforlar, daha az uçucu ve su içinde daha yüksek çözünürlüğe sahiptir. Etanol veya sulu iyot çözeltilerine kıyasla cildi daha az tahriş etmektedir. Mayalar ve küfler de dahil olmak üzere geniş bir spektruma sahiptir (84). İyodoforlar, düşük sıcaklıklarda klordan daha az korozif iken yaklaşık 50°C üzerindeki sıcaklıklarda çok aşındırıcı olabilmektedir. Ancak iyodoforların etkinliği düşük sıcaklıklarda azalmaktadır. İyodoforların en etkili oldukları pH değerleri 2-5 arasında olmakla birlikte diğer koşullara da bağlı olarak alkali ortamlarda da etkili olabilmektedir. Bakteriyel sporlar, vejetatif hücreleri ile karşılaştırıldığında, iyota karşı çok dayanıklıdır. İyodoforlar, organik maddelerden minimal etkilenmelerine rağmen sebze ve meyve hazırlamada kullanılan ekipmanları bozar ve nişasta ile mavi-mor renk oluşturan reaksiyona girer. Bu nedenle, çoğu sebze ve meyvenin dezenfeksiyonunda doğrudan temaslı iyodofor kullanımı sınırlandırılmıştır (46).

2.5.1.1.8 Kuaterner (Dördüncül) Amonyum Bileşikler

Kuaterner, yüksek sıcaklıklarda stabil bir paslanmaz metaldir. *L.monocytogenes* gibi gram pozitif mikroorganizmalara, mayalara, küflere karşı klordan daha etkili iken koliformlar, *Salmonella*, patojenik *E.coli*, *Pseudomonas* ve *Erwinia* türleri gibi gram negatif bakterileri elimine etmede daha az etkilidir. Bununla birlikte kuaternerlerin antimikrobiyal aktivitesi, kullanılan türe bağlı olarak

büyük ölçüde değişiklik göstermektedir. Kuaterner, organik madde varlığında nispeten kararlıdır. Uygun bir şekilde sulandırılmış solüsyonları kokusuz ve renksizdir. Kuaternerlerin en etkili oldukları pH aralığı 6-10'dur (46) .

Tablo 2.2'de kimyasal dezenfektanların avantajı, yaygın kullanımı ve sınırlamaları ve yapılan çalışmalar özetlenmiştir.

Tablo 2.2. Kimyasal dezenfektanların avantajı, yaygın kullanımı, sınırlamaları ve yapılan çalışmalar (85).

Adı	Avantajı	Yaygın Kullanımı	Sınırlamalar	Çalışmalar
Hipoklorit	Uzun kullanım geçmişi vardır.	50-200 ppm 1-2 dk	Klorun yan ürünlerinin sağlık üzerine olası olumsuz etkileri vardır. Sıcaklık, ışık, hava, metal ve organik maddelere duyarlıdır. pH bağımlıdır. Bazı bakteriyal spor ve protozooookistlere karşı dirençlidir.	Yüksek konsantrasyonları patojenleri elimine edemeyebilir. Yaygın konsantrasyonlarda kullanımı maksimum 1-2 log düşüş sağlamaktadır.
Asitlendirilmiş sodyum klorit	Düşük pH nedeniyle hipoklorit'den daha fazla etkilidir.	Kırmızı et, deniz ürünleri, tavuk eti kullanımı üzerine 500-1200 ppm aralığı çalışılmıştır.	Klorun yan ürün oluşumuyla ilgili az bilgi, sınırlı sayıda araştırma yürütülmüştür.	Ürünlerin yararlı kullanımı için daha fazla araştırmaya gerek duyulmaktadır.

Tablo 2.2. Kimyasal dezenfektanların avantajı, yaygın kullanımı, sınırlamaları ve yapılan çalışmalar (Devam).

Adı	Avantajı	Yaygın Kullanımı	Sınırlamalar	Çalışmalar
Organik asitler	Kullanıma ve türüne bağlı olarak ekonomiktir.	Asit spreyleri karkas etlerde ticari olarak kullanılır. Fosforik asit/anyonik bileşikler narenciyelerde yaklaşık 200 ppm yaygın olarak kullanılır.	Düşük pH kullanımı-asit türü ve mikroorganizma türüne bağlı antimikrobiyal etkisi vardır.	Limon suyunun ve sirkenin sanitasyon için ev koşullarında sınırlı kullanımı yararlı olabilir Perasetik asit 200 ppm'e kadar bütün ve kesilmiş ürünlerde kullanılır.
Ozon	Düşük konsantrasyonlarda ve kısa temas süresinde etkilidir. Geniş spektrum, iyi nüfuz kabiliyeti vardır. Protozoaya karşı etkilidir Toksik olmayan ürünlere parçalanır.	Yaygın olarak sularda kullanılır.	Ürüne olası fiziksel zarar Ürün renginde ve tadında olası bozulma Kararsız; çok yüksek oranda reaktif İnsan sağlığına olası olumsuz etkileri	Sebze ve meyvelerde hasat sonrası patojenlere karşı etkilidir. Karabiberde <i>Salmonella</i> ve <i>E.coli</i> popülasyonlarını 3-4 log/g düşürmüştür. Daha fazla araştırmaya gerek duyulmaktadır.

Tablo 2.2. Kimyasal dezenfektanların avantajı, yaygın kullanımı, sınırlamaları ve yapılan çalışmalar (Devam).

Adı	Avantajı	Yaygın Kullanımı	Sınırlamalar	Çalışmalar
Hidrojen peroksit	Sporisidal etki gösterir. Toksik olmayan ürünleri hızlı yıkıma uğrar.	Endüstride besin ile temas eden yüzeylerde ve paketlemede kullanımı sınırlıdır.	Araştırmacılar etkinliği ile ilgili farklı değişken sonuçlar rapor etmiştir.	Ürünün rengi üzerine olası etkileri (esmerleşme veya ağartma) vardır.
Brom	Klorlu bileşiklerle olası sinerjik etki yaratır.	<i>E.coli</i> , <i>S.typhosa</i> ve <i>S.aureus</i> 'a karşı <i>P.aeruginosa</i> 'den daha etkilidir. <i>B.cereus</i> sporlarına karşı sodyum hipoklorit kadar etkili değildir.	Bromun yan ürün oluşumu ve bunların olası sağlık etkisi ile ilgili yetersiz bilgi vardır.	Dezenfektan olarak yaygın kullanımı yoktur.
Trisodyum fosfat	Diğer bileşiklere göre daha az korozyiftir.	Narenciyelerde nadir kullanımı vardır. Çiğ tavuk için kullanım	<i>Listeria</i> dirençlidir. Yüksek pH'ya sahiptir. (pH:11-12)	

Tablo 2.3. Kimyasal dezenfektanların avantajı, yaygın kullanımı, sınırlamaları ve yapılan çalışmalar (Devam).

Adı	Avantajı	Yaygın Kullanımı	Sınırlamalar	Çalışmalar
İyot	Düşük sıcaklıklarda klordan daha az korozyiftir Geniş spektrum İyodofor iyottan daha az uçucudur.	Yaygın olarak besin ile temas eden yüzey ve ekipmanlar için kullanılır. Besinlere doğrudan temas etmemelidir.	Ürünleri ve ekipmanları boyar. 50°C'nin üzerinde korozyiftir.	Önemli sporisidal kapasiteye sahip olabilir. Tüm ürünlerde olası yararı için araştırmalara gereksinim vardır.
Kuaterner amonyum bileşikleri	Kokusuz, renksiz, yüksek sıcaklıkta stabil, korozyif değildir. İyi nüfuz kabiliyeti vardır. Organik bileşiklere karşı kararlıdır. Kalıntı bırakmaktadır.	Genel olarak besin temas eden yüzey ve ekipmanlarla kullanılır.	Düşük pH'da yararı sınırlıdır. Maliyeti yüksektir.	<i>Xanthomonas campestris pathovar vesicatoria</i> popülasyonlarını düşürmede klor kadar etkilidir.

2.5.1.2 Doğal/Organik Ticari Dezenfektanlar

Kimyasal koruyucu kullanımı, karsinojenik, teratojenik etkileri ve toksik kalıntıları nedeniyle güvenilirliği son zamanlarda tartışılmaktadır. Bu nedenlerle, tüketiciler kimyasal koruyuculara şüphe ile yaklaşmaya başlamış ve doğal koruyuculara olan ilgide bir artış olmuştur. Güvenlik nedeniyle kimyasal ajanların yerini alabilecek çeşitli yıkama uygulamalarının sebze ve meyveler üzerine etkilerini değerlendiren çalışmalarda da artış gözlemlenmektedir (29,36). Son yıllarda, sebze ve meyvelerin yıkanmasında kullanılmak üzere doğal antimikrobiyal ticari dezenfektanlar üretilmeye başlanmıştır. Bununla birlikte, patojen mikroorganizmalar üzerinde doğal koruyucuların antimikrobiyal etkisini gösteren sınırlı sayıda çalışma mevcuttur. Burnett ve diğ. (86)'nin yaptıkları bir çalışmada, *L.monocytogenes* inoküle edilmiş marullar üretici firmanın önerisine göre hazırlanmış *FIT* solüsyonu ile yıkanmış ve *FIT* solüsyonu ile 5 dk yıkanan marullardaki *L.monocytogenes* sayısında 1.51 logaritmik birim azalma olduğu saptanmıştır. Bir başka çalışmada, *L.innocua* aşılansmış marul, brokoli, elma ve domatesler ticari bir doğal dezenfektan olan *Veggie wash* çözeltisinde 2 dk bekletildikten sonra, 15 saniye akan su altında durulanan domateslerde *L.innocua* sayısı 2.89 log kob/g düzeyinde azalmıştır (87). Yapılan başka bir çalışmada; yüksek seviyelerdeki klorun (16000 ppm) yonca filizlerinin sanitasyonuna etkisi ile doğal ticari dezenfektanların (*Citrex*, *Pangermex*, *Citricidal*, *Citrobio*, *Environne*) (20000 ppm) etkisi karşılaştırılmıştır. Çalışmada, yonca tohumlarına *E.coli O157:H7* ve *Salmonella* bulaştırılmış ve 5 farklı doğal ticari dezenfektandan *Citrex*, *Pangermex* ve *Citricidal* uygulamaları ve klor uygulaması (16000 ppm) benzer miktarlarda düşüş sağlamış ve 4 uygulamada kontrol grubundan daha etkili ($p<0.05$) bulunmuştur. *Citribio*, diğer 3 doğal ticari dezenfektan ve klor kadar *Salmonella*'ya karşı etkili bulunurken *E.coli O157:H7*'ye karşı etkili bulunamamıştır. *Environne*, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında her iki patojene karşı daha etkili bulunamamıştır (88).

2.6 Kimyasal Dezenfektanların Antioksidan Kapasite Üzerine Etkisi

Dış orbitallerinde bir veya daha fazla eşleşmemiş elektron içeren kimyasal yapılara (atom veya moleküllere) radikaller denilmektedir. Serbest radikaller,

yaşamsal faaliyetler sırasında veya solunum, enzim reaksiyonları, otooksidasyon reaksiyonları gibi endojen kaynaklar ile sigara dumanı, hava kirliliği, UV ışınları, iyonize radyasyon ve ksenobiyotikler gibi çeşitli çevresel kaynakların etkisiyle meydana gelebilmektedir (89). Antioksidanlar, serbest radikallerin oluşumunu engelleyerek veya mevcut radikalleri süpürerek hücrenin zarar görmesini engelleyen ve yapısında genellikle fenolik fonksiyon taşıyan moleküllerdir. Vücutta kalkan görevi yapan bu kimyasal bileşiklerin özelliği, kendi elektronlarını vererek serbest radikalleri nötralize etmeleri ve bu sırada serbest radikal haline gelmemeleridir (90). Sebze ve meyve tüketiminin kanser, kardiyovasküler ve serebrovasküler hastalıklar gibi hastalıklara karşı koruyucu etkisi çeşitli antioksidanları içermesinden kaynaklanmaktadır (91). Ancak sebze ve meyvelere, toprak ve pestisit kalıntılarını temizlemek, mikrobiyal yükü azaltmak amacıyla dezenfektan uygulamalarının antioksidan kapasiteyi etkileyebileceği düşünülmektedir (37). Kimyasal bir dezenfektan olan klorun antioksidan kapasiteyi etkilediğine dair çalışmalar mevcuttur. Cruz ve diğ. (92)'nin yapmış olduğu bir çalışmada, sodyum hipoklorit (NaClO) ile yıkamanın, antioksidan kapasitede düşüşe neden olduğu gösterilmiştir. Belçika'da yapılan bir başka çalışmada, 200 mg/L NaClO ile yıkama toplam antioksidan kapasiteyi azaltma eğilimi göstermiştir (93). Ancak doğal ticari dezenfektanların antioksidan kapasite üzerine etkilerini araştıran bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmanın amacı, toplu beslenme sistemlerinde çiğ olarak servis edilen bazı sebzelerin kimyasal bir dezenfektan olan klor ve bazı doğal ticari dezenfektanlar ile dezenfeksiyonunun toplam antioksidan kapasite üzerine etkilerinin kontrol grubu olarak çeşme suyu ile yıkamanın toplam antioksidan kapasite üzerine etkisi ile karşılaştırılmasıdır.

2.7 Antioksidan Kapasiteyi Etkileyen Etmenler

2.7.1 Oksijen ve Sıcaklık

Oksijenle temas eden yağın yüzey alanı, yüksek oksijen basıncı, ısı, ışımaya gibi faktörler oksidasyon prosesinin zincir reaksiyonunun yayılması ve başlatılmasını hızlandırabilir. Bu faktörler antioksidan aktiviteyi azaltabilir. Örneğin bazı

substratlara bağlı olmasına rağmen α -tokoferol düşük sıcaklıklarda daha etkiliyken gama tokoferol yüksek sıcaklıklarda daha etkilidir. α -tokoferol domuz yağında 100°C ferulik asitten daha aktifken ferulik asit oda sıcaklığında daha etkilidir. Sıcaklık toplam antioksidan aktiviteyi önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Örneğin tokoferoller için düşük antioksidan aktivite sırası $\alpha>\beta>\gamma>\delta$ şeklinde iken yüksek sıcaklıklarda sıralama tam tersidir (94, 95).

2.7.2 Işıık

Işıık mazuriyeti meyve ve sebzelerin yenilebilir porsiyonlarında askorbik asit ve karotenoid içeriği üzerine az etkiye sahiptir. Ancak bazı çalışmalarda ışık veya UV radyasyon mazuriyeti ile fenolik içeriğin artabileceği gösterilmiştir. Güneş ışığına bırakılmış üzümelerde karanlıkta kalan üzümlere göre 10 kat daha fazla quersetin glikosid içeriği saptanmıştır. Aynı çalışmada antosiyanin içeriği güneş ışığından etkilenmemiştir. Ayrıca tokoferoller serbest radikal süpürücü olarak bilinmesine rağmen ışık ve klorofil gibi fotosentezcilerin varlığında tek oksijenle reaksiyona girebilir ve böylece antioksidan aktiviteleri azalır (96).

2.7.3 Substrat

Antioksidan etki yağların doymamışlık oranlarından etkilenebilir. Daha fazla doymamış yağ asitleri daha az doymamış yağ asitlerine göre oksidasyona daha yatkındırlar. Serbest yağ asitlerinin varlığı doymamış yağ asitlerinin stabilizasyonunu azaltmaktadır. Mikro bileşikler olarak gösterilen yağ alkollerinin antioksidan aktiviteyi azalttığı gösterilmiştir. Metal iyonlarının balık yağında bulunması oksidatif stabilite üzerine olumsuz etkisi vardır. Bu etki konsantrasyon bağlı gözükmektedir. Örneğin demir yüksek konsantrasyonlarda daha prooksidanken bakır daha düşük konsantrasyonlarda daha aktif olabilmektedir (97).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1 Araştırma Yeri, Zamanı ve Örneklem Seçimi

Araştırma materyali olan çiğ sebzelere yıkama ve dezenfeksiyon uygulamaları, Hacettepe Üniversitesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü Laboratuvar'ında, sebzelerin yıkama ve dezenfeksiyon sonrası toplam antioksidan kapasite tayini ise Ankara Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi Klinik Biyokimya Laboratuvar'ında yürütülmüştür. Araştırma, Eylül 2011 ve Kasım 2012 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma için toplu beslenme sistemlerinde en sık çiğ olarak servis edilen sebzelerden kıvırcık marul ve kırmızı lahana seçilmiştir.

3.2 Araştırmanın Planlanması ve Uygulanması

Araştırmada kullanılan kıvırcık marul ve kırmızı lahana örnekleri, araştırma laboratuvarına en yakın yerel bir marketten temin edilmiş, yıkama ve dezenfeksiyon uygulamaları sonrası hazırlanan örnekler toplam antioksidan tayinine kadar -80°C 'de saklanmıştır. Antioksidan kapasite tayininin gerçekleştirileceği laboratuvara örnekler strafor ile taşınmıştır.

3.2.1 Yıkama ve Dezenfeksiyon Uygulamaları

Sebzeler en yakın yerel bir marketten 1'er kasa olarak temin edilmiştir. Bir kasada bulunan tüm sebzelerin iç, orta ve dış kısımlarındaki antioksidan içeriklerinin farklı olduğu düşünülerek sebze yaprakları her bir katmandan bulunacak şekilde 12 eş parçaya bölünmüş ve yıkama uygulamalarının yapılacağı örnekler eş olarak kabul edilmiştir. Her bir sebze örneği aşağıdaki yıkama veya dezenfeksiyon uygulamalarından birine maruz bırakılmıştır. Bu uygulamalar, aşağıda belirtildiği şekilde gerçekleştirilmiştir.

1. *Çeşme suyu ile yıkama:* Sebzeler, temiz bir kapta 2 L çeşme suyunda 5 dk hafif çalkalama ile yıkanmıştır. Çeşme suyu ile yıkama (kontrol) referans

uygulama olarak kabul edilmiş ve karşılaştırmalar ona göre yapılmıştır. Bu işlemler üç kez tekrar edilmiştir.

2. *Kimyasal dezenfektan klor ile yıkama*: Sebzeler, temiz bir kapta 100 ppm klor solüsyonunda 5 dk hafif çalkalama ile yıkanmış ve yıkamayı takiben klor kalıntılarını temizlemek için çeşme suyu ile durulanmıştır. Bu işlemler üç kez tekrar edilmiştir.
3. *Doğal ticari dezenfektan I ile yıkama (DT1)*: Doğal ticari dezenfektan I, kullanma talimatında belirtildiği şekilde, temiz bir kapta 2 L çeşme suyuna 3 yemek kaşığı dezenfektan katılarak hazırlanan solüsyonda sebzeler, 1 dk hafif çalkalama ile yıkandıktan sonra çeşme suyu ile durulanmıştır. Bu işlemler üç kez tekrar edilmiştir.
4. *Doğal ticari dezenfektan II ile yıkama (DT2)*: Doğal ticari dezenfektan II, yine kullanma talimatında belirtildiği şekilde, temiz bir kapta 2 L çeşme suyuna 60 cc dezenfektan katılarak hazırlanan solüsyonda sebzeler, 2-3 dk hafif çalkalama ile yıkandıktan sonra çeşme suyu ile durulanmıştır.

Bu çalışmada, ülkemizde yerel marketlerden kolaylıkla elde edilebilecek olan 2 adet doğal ticari dezenfektan tercih edilmiştir. Doğal ticari dezenfektanlar, sebze ve meyvelerin üzerindeki mumlu ve yağlı tabakaları söküp atmak ve bunların içinde hapsolmuş tarım ilacı kalıntılarını ve zararlı mikroorganizmaları temizlemek için tasarlanmıştır. Doğal ticari dezenfektan I, bitki özleri ve yağlarından elde edilen, biyolojik olarak doğada çözünebilen etken maddelerden oluşmaktadır. Bunlar, greyfurt çekirdeği, portakal ve limon özleri ile erik ve çilek türü meyvelerden elde edilen *Polysorbate 20* gibi tamamen bitkisel kaynaklı, zararsız yüzey aktif çözücü ve temizleyicilerdir. Doğal ticari dezenfektan II'nin içeriği ise mısır ve hindistan cevizinden elde edilen yüzey aktif madde, şeker pancarından elde edilen organik asit, bitkilerden elde edilen organik çözücü, yiang yiang yağı, tarçın yağı, beyaz sirke ve sudan oluşmaktadır.

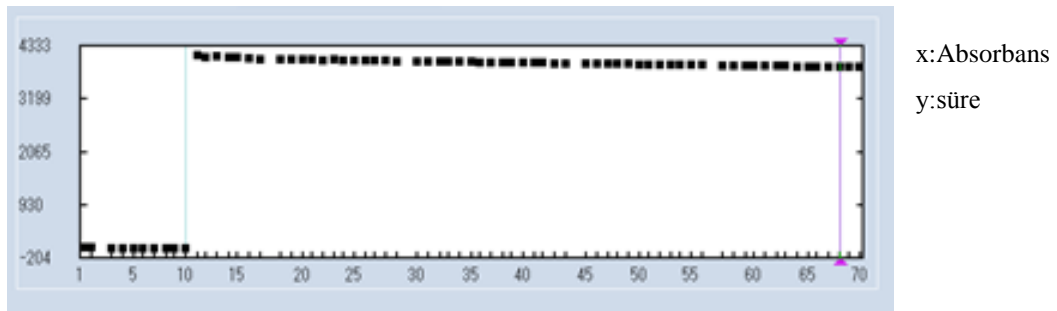
Yıkama ve dezenfeksiyon sonrası yüzeyde kalan aşırı su veya dezenfektan solüsyonu, salata kurutucu ile 1 dk boyunca uygulanarak kaldırılmıştır.

3.2.2 Örneklerin Hazırlanması

Her bir yıkama ve dezenfeksiyon uygulamaları sonrası sebze örnekleri (kıvırcık marul ve kırmızı lahana) mutfak robotunda parçalandıktan sonra 15'er g örnek alınıp 30 mL deiyonize su ilave edilerek homojen hale getirilmiştir. Homojenize edilen örnekler steril numune kaplarına koyulmuş ve etiketlenerek -80°C'de saklanmıştır.

3.2.3 Toplam Antioksidan Kapasitenin Hesaplanması

Toplam antioksidan kapasite tayininde troloks eşdeğeri antioksidan kapasite yöntemi kullanılmıştır. Yöntem, antioksidan bileşiklerin ABTS+ [2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiyazolin-6-sulfonik asit)] radikal katyonunun oluşumu üzerine inhibisyon etkilerinden yararlanarak toplam antioksidan kapasitesinin sentetik bir antioksidan olan troloks ile karşılaştırılarak ölçülmesi ilkesine dayanmaktadır (Şekil 3.1). Bu nedenle, bu yönteme "Troloks Eşdeğeri Antioksidan Kapasite Yöntemi (ABTS/TEAC)" adı verilmektedir. Antioksidan bileşiklerin ABTS+ radikal katyonunun oluşumu üzerine inhibisyon etkisi, bu bileşiklerin antioksidan kapasitesi ile doğrudan ilişkilidir. Absorbans ölçümü 660 nm'de Roche HITACHI cobas 6000 analyzer series c501 modülü otomatik analizör ile yapılmış ve sonuçlar TEAC olarak verilmiştir.



Şekil 3.1. Troloks standardı çalışma grafiği

3.3 İstatistiksel Değerlendirme

Kimyasal bir dezenfektan olan klor ve doğal ticari dezenfektanlar ile dezenfeksiyonunun sebzelerin toplam antioksidan kapasitesi üzerine etkileri ile kontrol uygulamasının (ęeşme suyu) toplam antioksidan kapasitesi üzerine etkisi arasında fark olup olmadığı tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile karşılaştırılmıştır. İstatistiksel analiz yöntemleri için SPSS 15.0 istatistik paket programı ve GraphPad Prism 6 kullanılmıştır (98,99).

4. BULGULAR

Bu araştırmada, kıvırcık marul ve kırmızı lahana örnekleri ayrı ayrı 4 farklı yıkama uygulamasına maruz bırakılmıştır. Bu uygulamalar sonrası sebze örneklerinin toplam antioksidan kapasitesi “Troloks Eşdeğeri Antioksidan Kapasite (TEAC) Yöntemi” ile saptanmıştır. Her bir sebzeye uygulanan yıkama ve dezenfeksiyon işlemleri üç defa tekrarlanmıştır.

Tablo 4.1’de kıvırcık marul, Tablo 4.2’de kırmızı lahana için tekrarlanan uygulamalar sonucu bulunan TEAC değerleri mmol/L cinsinden gösterilmektedir.

Tablo 4.1’de görüldüğü gibi kıvırcık marul örneklerinin çeşme suyu (kontrol), klor, doğal ticari dezenfektan I (DT1), doğal ticari dezenfektan II (DT2) ile yıkandıktan sonra toplam antioksidan kapasite değerleri sırasıyla ortalama 0.83, 0.7, 0.83, 0.9 mmol/L olarak bulunmuştur.

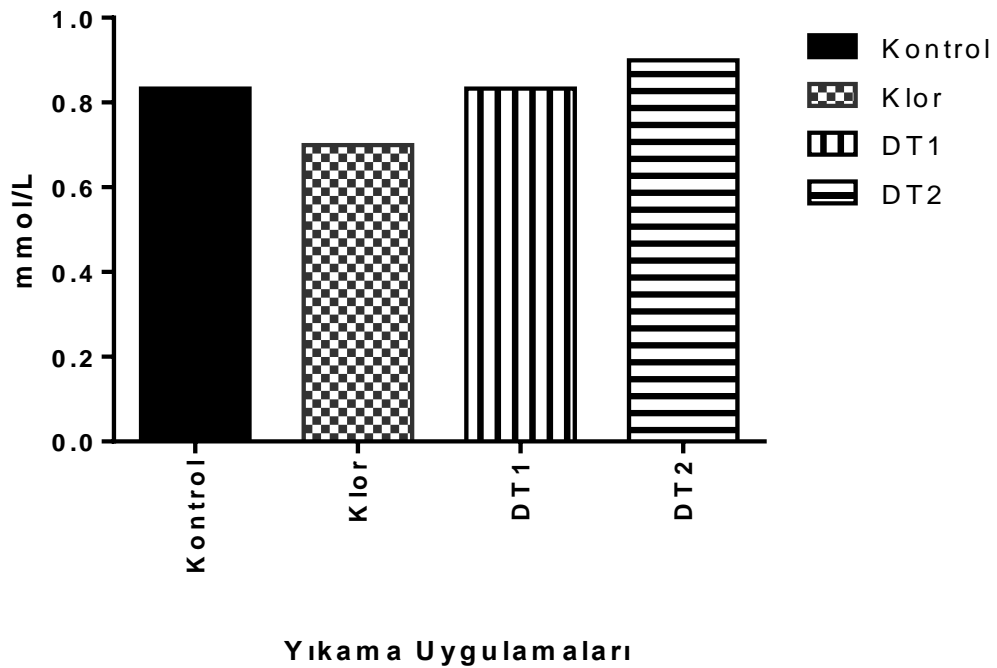
Tablo 4.1. Kıvırcık marul örneklerinin yıkama ve dezenfeksiyon uygulamaları sonrası toplam antioksidan kapasite değerleri (mmol/L).

Uygulamalar	1.yıkama	2.yıkama	3.yıkama	Ortalama
Kontrol	0.9	0.8	0.8	0.83
Klor	0.7	0.7	0.7	0.7
DT1	0.8	0.8	0.9	0.83
DT2	0.9	0.9	0.9	0.9

Tablo 4.2’de görüldüğü gibi kırmızı lahana örneklerinin çeşme suyu (kontrol), klor, DT1, DT2 ile yıkandıktan sonra toplam antioksidan kapasite değerleri sırasıyla ortalama 0.87, 0.77, 0.8, 0.97 mmol/L olarak bulunmuştur.

Tablo 4.2. Kırmızı lahana örneklerinin yıkama ve dezenfeksiyon uygulamaları sonrası toplam antioksidan kapasite değerleri (mmol/L).

Uygulamalar	1.yıkama	2.yıkama	3.yıkama	Ortalama
Kontrol	0.9	0.9	0.8	0.87
Klor	0.8	0.7	0.8	0.77
DT1	1	0.7	0.7	0.8
DT2	0.8	1,1	1	0.97

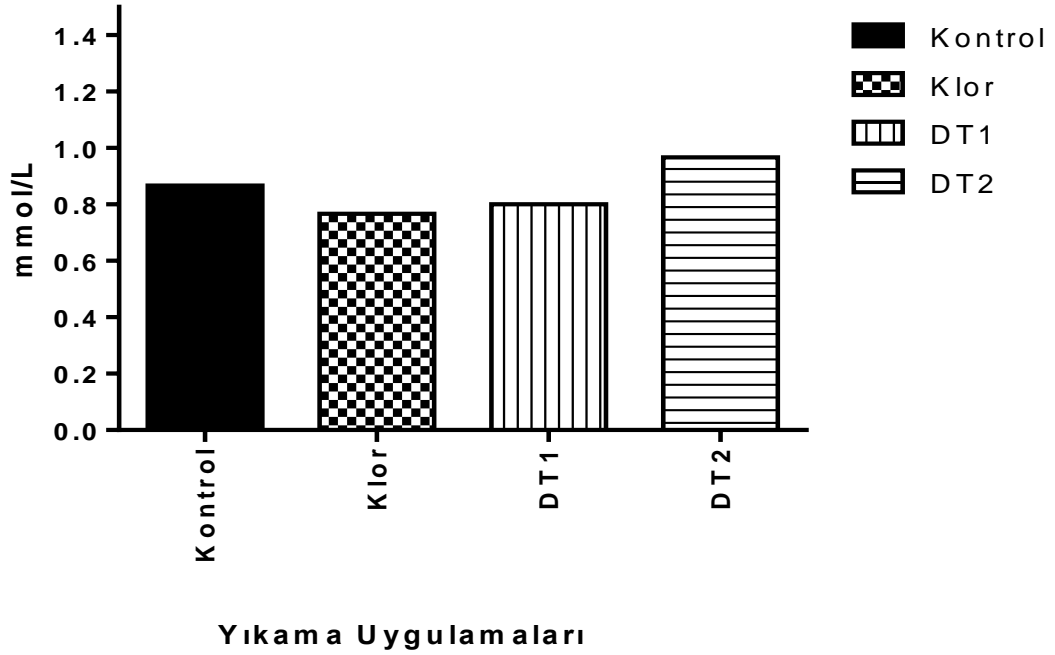


Grafik 4.1. Kıvırcık marul örneklerinin yıkama ve dezenfeksiyon uygulamaları sonrası toplam antioksidan kapasite değerleri (mmol/L).

Grafik 4.1’de kıvırcık marul, Grafik 4.2’de kırmızı lahana için yıkama ve dezenfeksiyon uygulamaları sonrası toplam antioksidan kapasite değerleri mmol/L cinsinden gösterilmektedir.

Grafik 4.1 ve Grafik 4.2’de de görüldüğü gibi yapılan tüm yıkama veya dezenfeksiyon uygulamaları sonrası ortalama toplam antioksidan kapasite değerinin en az klor ile yıkama sonrası olduğu bulunmuştur.

Kıvırcık marul örneklerinin kontrol uygulaması sonrası elde edilen ortalama toplam antioksidan kapasite değerine (0.83 mmol/L) göre DT2 ile yıkama sonrası elde edilen ortalama değer (0.9 mmol/L) daha yüksek bulunurken klor ile yıkama sonrası elde edilen değer (0.77 mmol/L) daha düşük bulunmuştur. DT1 ile yıkama sonrası ortalama toplam antioksidan kapasite değeri ile kontrol uygulaması sonrası ortalama toplam antioksidan kapasite değeri aynı bulunmuştur.



Grafik 4.2. Kırmızı lahana örneklerinin yıkama ve dezenfeksiyon uygulamaları sonrası toplam antioksidan kapasite değerleri (mmol/L).

Kırmızı lahana örneklerinin kontrol uygulaması sonrası elde edilen ortalama toplam antioksidan kapasite değerine (0.87 mmol/L) göre DT2 ile yıkama sonrası elde edilen ortalama değer (0.97 mmol/L) daha yüksek bulunurken klor ile yıkama sonrası elde edilen ortalama değer (0.77 mmol/L) daha düşük bulunmuştur. DT1 ile

yıkama sonrası bulunan ortalama değer kontrol uygulamasına göre düşük bulunmuştur.

Kimyasal bir dezenfektan olan klor, DT1 ve DT2 ile dezenfeksiyonunun sebzelerin toplam antioksidan kapasitesi üzerine etkileri ile kontrol uygulamasının toplam antioksidan kapasitesi üzerine etkisi ANOVA testi ile karşılaştırılmıştır.

Tablo 4.3’de kıvırcık marul örneklerine dezenfeksiyon uygulamaları sonrası ortalama toplam antioksidan kapasite değeri ile kontrol uygulaması sonrası ortalama toplam antioksidan kapasite değeri arasında istatistiksel olarak farklılık gösterilmiştir. DT2 (0.9 mmol/L) ile kontrol uygulaması (0.83 mmol/L) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık ($p<0.05$) bulunurken DT1 ile arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Kimyasal bir dezenfektan olan klor ile yıkama sonrası marul örneklerinin ortalama toplam antioksidan kapasite değeri (0.7 mmol/L) kontrol uygulamasına göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık ($p<0.05$) göstermiştir.

Tablo 4.3. Kıvırcık marul örneklerine dezenfeksiyon uygulamalarının marulların toplam antioksidan kapasitesi üzerine etkilerinin kontrol uygulamasına göre farklılığın önemine ilişkin tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları.

	Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
Klor	Gruplar arası	0	1	0	0	0*
	Gruplar içi	0	1	0		
	Toplam	0	2			
DT1	Gruplar arası	0	1	0	0	0*
	Gruplar içi	0	1	0		
	Toplam	0	2			
DT2	Gruplar arası	0.002	1	0.002	0.333	0.667
	Gruplar içi	0.005	1	0.005		
	Toplam	0.007	2			

* $p<0.05$

Tablo 4.4’de kırmızı lahana örneklerine dezenfeksiyon uygulamaları sonrası ortalama toplam antioksidan kapasite değeri ile kontrol uygulaması sonrası ortalama toplam antioksidan kapasite değeri arasında istatistiksel olarak farklılık gösterilmiştir. Kimyasal bir dezenfektan olan klor, DT1 ve DT2 ile yıkama sonrası ortalama toplam antioksidan kapasite değeri ile kontrol uygulaması sonrası ortalama toplam antioksidan kapasite arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 4.4. Kırmızı lahana örneklerine dezenfeksiyon uygulamalarının lahanaların toplam antioksidan kapasitesi üzerine etkilerinin kontrol uygulamasına göre farklılığın önemine ilişkin tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları.

	Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
Klor	Gruplar arası	0.002	1	0.002	0.333	0.667
	Gruplar içi	0.005	1	0.005		
	Toplam	0.007	2			
DT1	Gruplar arası	0.015	1	0.015	0.333	0.667
	Gruplar içi	0.045	1	0.045		
	Toplam	0.060	2			
DT2	Gruplar arası	0.002	1	0.002	0.037	0.879
	Gruplar içi	0.045	1	0.045		
	Toplam	0.047	2			

5. TARTIŞMA

Sebze ve meyvelerin kalitesinin korunabilmesinde en önemli nokta, mikrobiyal yükün azaltılmasıdır. Üretim zincirindeki her işlem basamağı, mikrobiyal birikimi etkilemektedir ve toplu beslenme sistemlerinde dezenfeksiyon, en kritik işlem basamaklarından biridir (100). Sebze ve meyveleri su ile yıkamak, toprak, pestisit kalıntılarını temizlemek ve mikrobiyal yükü azaltmak için genellikle ilk aşama olmasına rağmen çalışmalar, toz, toprak, böcek ve bitki kalıntılarının uzaklaştırılması dışında, su ile yıkama işleminin ürünün mikrobiyal florasında 1 logaritmik birimden daha az azalma sağladığını göstermektedir. Bu nedenle, mikrobiyal yükü azaltmada kullanılan en yaygın uygulama, dezenfektanlar ile yıkamadır (35,36,38). Kimyasal bir dezenfektan olan klor, yaygın kullanımı olan yeterli bir sanitasyon ajanıdır. Ancak organik maddelerle reaksiyonu sonucu oluşan istenilmeyen yan ürünler, çevre ve insan sağlığı için bir risk oluşturmaktadır (100,101). Geçtiğimiz otuz yılda klor ve klor içerikli ürünlerin dezenfeksiyon etkinliği kanıtlanmıştır. Taze ürünlerin dekontaminasyonunda klor kullanımı gıda endüstrisinde yaygındır. Endüstriye yönelik yapılan bir çalışmada, dezenfektan olarak %76 oranında hipoklorit kullanıldığı bildirilmesine rağmen etkin klor kullanımının tam anlamıyla bilinmediği bildirilmiştir. Gıda endüstrisinde hipokloritin uygun kullanılmaması maksimum etkinin sağlanmasını önlemektedir. Klor kullanımı ile ilgili negatif bildirimler ve istenilmeyen kalıntılar endüstriyi bu eski yöntemden uzaklaştırmaktadır. Son on yılda yapılan kalıntı tayinleri de konuya önemi artırmıştır. Bu nedenlerle, doğal antimikrobiyal ajanların kullanımı konusundaki çalışmalara artan bir ilgi vardır (100).

Bu çalışmada, literatür bilgisine paralel olarak klor ile yıkama sonrası elde edilen ortalama toplam antioksidan kapasite (kıvırcık marul:0.7 mmol/L, kırmızı lahana:0.77 mmol/L) çeşme suyu ile yıkama (kontrol) uygulamasına göre (kıvırcık marul:0.83 mmol/L, kırmızı lahana:0.87 mmol/L) daha düşük bulunmuştur. Kıvırcık marul örneklerinde bu farklılık istatistiksel açıdan anlamlı ($p<0.05$) bulunurken kırmızı lahana için bu farklılık anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$). Meksika'da Cruz ve diğ. (92)'nin yapmış olduğu bir çalışmada, Meksikalılar tarafından çok tüketilen Jelepone biberlerinin dezenfeksiyon sonrası antioksidan içerikleri karşılaştırılmıştır.

Çalışmada biberler çeşme suyu ile yıkandıktan sonra 1'er cm'lik Julyen kesilmiştir. Julyen olarak kesilmiş biberler porsiyonlara ayrılarak sodyum hipoklorit (NaClO), peroksiasetik asit, asitlendirilmiş NaClO ve karvakrol dezenfektan uygulamalarından birine maruz bırakılmış ve çeşme suyu ile yıkama kontrol grubu kabul edilerek karşılaştırmalar buna göre yapılmıştır. Karvakrol hariç tüm uygulamalarda antioksidan kapasitede düşüş saptanmıştır. Belçika' da yapılan bir çalışmada, marullar yerel bir marketten satın alındıktan sonra 1 cm'lik dilimlere ayrılmış ve hipoklorit, peroksiasetik asit ve nötral elektrolize okside su ve klordioksit gazı uygulamalarından birine maruz bırakılmıştır. Çeşme suyu ile yıkamaya kıyasla 200 mg/L NaClO toplam antioksidan kapasiteyi azaltma eğilimi göstermiştir. Ayrıca çeşme suyu ile yıkamaya kıyasla nötral elektrolize okside su veya klordioksit gazı ile temas eden marullarda toplam antioksidan kapasitenin değişmediği saptanmıştır (93).

Çalışmalarda, uygulanan dezenfeksiyonların konsantrasyonlarına bağlı olarak antioksidan aktiviteyi veya antioksidan aktivite gösteren bileşikler etkileyebileceği vurgulanmaktadır. Yapılan bir çalışmada, sodyum hipoklorit (20 mg 200 mg/L), nötral elektrolize okside su (4.9, 31.7 mg/L serbest klor), peroksiasetik asit (80, 250 mg/L) ve klor dioksit gazı gibi farklı dezenfeksiyon uygulamalarının beyaz lahanaların besin içerikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Beyaz lahana (100 g) oda sıcaklığında orbital karıştırıcıda 5 dk boyunca karıştırıldıktan sonra 1 L dezenfektan solüsyonuna batırılmıştır. Çalışmada, dezenfeksiyon prosedüründe musluk suyu ile durulama işlemi yer almamıştır. Kontrol grubunda kesilmiş lahanaları hiçbir solüsyonla yıkanmazken işlenmiş lahanaların içme suyu ile durulanması referans uygulama olarak kullanılmıştır. Yüksek konsantrasyonda peroksiasetik asit (250 mg/L), toplam antioksidan kapasitede anlamlı azalmaya neden olurken düşük konsantrasyonda (80 mg/L) su ile yıkamaya kıyasla toplam antioksidan kapasiteyi etkilememiştir. Diğer sıvı dezenfektanlar (sodyum hipoklorit ve nötral elektrolize okside su) toplam antioksidan kapasiteyi etkilememiştir. Klor dioksit ile dezenfeksiyon da lahanaların antioksidan kapasitesinde anlamlı azalmaya neden olmuştur. Peroksiasetik asit ile dezenfeksiyon, C vitamini içeriğini su ile yıkamaya kıyasla azaltmıştır. Bu etki 80 mg'dan 250 mg/L'ye artış olduğunda daha belirgin olmaktadır. Benzer şekilde, sodyum hipoklorit ile dezenfeksiyon da konsantrasyon

bağımlıdır. Düşük konsantrasyonda (20 mg/L) C vitamini içeriği üzerine bir etkisi gözlemlenmezken 200 mg/L gibi yüksek konsantrasyonda kullanımında C vitamini içeriğinde su ile yıkamaya kıyasla azalma olduğu saptanmıştır. Gaz klor dioksit hariç hiçbir kimyasal dezenfektan, karotenoidlerde ek bir azalmaya neden olmamıştır. Gaz klor dioksitin ise su ile yıkamaya kıyasla all-trans-B-karoten içeriğinde %8 azalmaya neden olduğu saptanmıştır. Su ile durulamaya kıyasla sodyum hipoklorit, peroksiasetik asit, nötral elektrolize oksitleyici su, gaz klor dioksitin fenol içeriğinde anlamlı bir kayba neden olmadığı saptanmıştır (102).

Bu çalışmaların yanı sıra, klorun antioksidan kapasiteyi etkilemediğine dair çalışmalar da mevcuttur. Kenny ve Beirne (36)'nın yapmış olduğu çalışmada, aysbergler yerel bir marketten satın alındıktan sonra 6 mm genişliğinde parçalara ayrılmış ve çeşme suyu, distile su ve klorlu su (100 ppm 3 dk) ile olmak üzere üç yıkama uygulamasından birine maruz bırakılmıştır. Salata kurutucu ile aysberglerin fazla suyu alındıktan sonra yıkama uygulamaları arasında toplam antioksidan aktiviteleri bakımından anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0.05$). Bu sonucun aysberglerin genel olarak çiğ olarak tüketilmesi nedeniyle dezenfeksiyon harici başka herhangi bir işlem görmeyeceği için önemli olduğu vurgulanmıştır. Yapılan bir başka çalışmada ise rendelenmiş havuçlara NaClO, peroksiasetik asit, nötral okside su ve klor dioksit gazı ile dezenfeksiyonun su ile yıkamaya kıyasla besin içeriklerini önemli ölçüde etkilemediği sonucuna varılmıştır. Ancak herhangi bir yıkama işlemi yapılmamış havuçlara göre 250 ppm peroksiasetik asit (%80) veya 200 ppm NaClO (%59) uygulamasında α - tokoferol içeriğinde anlamlı azalma gözlemlenmiştir (103).

Klor ve klorlu bileşikler ile dezenfeksiyon sonrası antioksidan aktivite gösteren bileşiklerdeki azalmanın suda çözünübilirliklerinden kaynaklanabileceğini vurgulayan çalışmalar da mevcuttur. Portekiz'de kırmızı soğan üzerinde yapılan bir çalışmada, farklı kimyasallar (NaClO, amokine, hidrojen peroksit ve sodyum diklorizosiyanat) ve radyasyon sterilizasyonunun flavonoid içeriği üzerine etkisi araştırılmıştır. Aynı ortamda (100 ppm, 4°C, 5 dk) uygulanan dezenfektanlar taze kesilmiş kırmızı soğanın flavonoid içeriğinde azalmaya neden olmuş ve bunun temel nedeni olarak suda çözünübilirlikleri olduğu vurgulanmıştır. Taze kesilmiş kırmızı

soğanlarda dezenfektan uygulaması sonrası %29 antosiyanin suya geçerken %17 flavonol suya geçtiği vurgulanmıştır. Ancak radyasyon sanitasyonu gibi kuru yöntemlerde kırmızı soğanın flavonoid değerlerinin önemli derecede arttığı bildirilmiştir. Bu sonuçlar, oksidasyon etkisi ile flavonol kaybının önemsiz miktarlarda olduğunu göstermiştir (104).

Sebze ve meyveler, serbest radikal süpürücü etkisine sahip olan antioksidan ve diğer fitokimyasalları içermesinden dolayı sağlıklı bir diyetin önemli bir parçasıdır. Raf ömrünün azalmasına ve besin kaynaklı hastalıklara neden olan patojen mikroorganizmalar ile kontaminasyon üretim, hasat, taşıma, işleme ve depolama sırasında oluşabilmektedir (105). Sebze ve meyvelerin mikrobiyal yükünü azaltmak için kullanılan dezenfektanların antioksidan kapasiteyi etkileyebileceği düşünülmektedir. Ancak doğal ticari dezenfektanların antioksidan kapasite üzerine etkilerini araştıran herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Farklı dezenfeksiyon uygulamalarının roka yapraklarının mikrobiyal, nutrisyonel özellikleri üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, roka yaprakları çeşme suyu, klor (100 mg/L), ozonlanmış su (10 mg/L), laktik asit (*Purac* 20 ml/L), asitlendirilmiş sodyum klorit (*Sanova* 250 mg/L) ve peroksiasetik asit (*Tsunami* 300 mg/L) ile yıkanmış dezenfektanların, roka yapraklarının C vitamini, polifenoller ve glikosinolatlarına etkisi araştırılmıştır. Roka yaprakları üzerine yapılan bu çalışmada elde edilen veriler, tüm kullanılan dezenfektanların mikrobiyal yükü azaltmalarına rağmen *Sanova* ve *Tsunami*'nin antioksidan içerikleri azaltmamalarından dolayı bu dezenfektanların klora alternatif olarak kullanılabilirliklerini göstermektedir (105). Bizim çalışmamızda ise klora alternatif olarak kullanılabilir doğal ticari dezenfektan I ve doğal ticari dezenfektan II kullanılmış ve kıvırcık marul örneklerinde DT2 ile yıkama sonrası elde edilen ortalama toplam antioksidan kapasite değeri (0.9 mmol/L) kontrole (0.83 mmol/L) göre daha yüksek bulunurken klor ile yıkama sonrası elde edilen değer (0.7 mmol/L) daha düşük bulunmuştur. Ancak DT2 ile yıkama kontrole göre anlamlı farklılık ($p < 0.05$) gösterirken DT1 ile yıkama anlamlı farklılık göstermemiştir. Kırmızı lahana örneklerinde ise DT2 ile yıkama sonrası elde edilen ortalama toplam antioksidan kapasite değeri (0.97 mmol/L) kontrole (0.87 mmol/L) göre daha yüksek çıkarken klor ile yıkama sonrası

elde edilen deęer (0.77 mmol/L) daha dūřuk bulunmuřtur. Ancak DT2 ile yıkama ile kontrol uygulaması arasındaki fark istatistiksel açıdan anlamlı ($p>0.05$) bulunamamıřtır. Kontrol uygulamasına gōre DT2 ile yıkama sonrası toplam antioksidan kapasitedeki artış dezenfektanın içinde barındırdığı mısır ve hindistan cevizinden elde edilen yūzey aktif madde, řeker pancarından elde edilen organik asit, bitkilerden elde edilen organik ōzūcū, yiang yiang yaęı, tarçın yaęından kaynaklanabileceęi dūřūnūlmūřtur. Benzer řekilde, sodyum hipoklorit (NaClO), peroksiasetik asit, asitlendirilmiř NaClO ve karvakrol dezenfektan olarak kullanıldıęı bir çalıřmada, karvakrol hariç tūm uygulamalarda antioksidan kapasitede dūřūř gōzlemlenmiřtir. Çalıřmada karvakrolūn fenolik bir bileřik olmasından dolayı dezenfeksiyon sūresince dokuya emilmesi ile açıklanabileceęi vurgulanmıřtır (92).

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışma, toplu beslenme sistemlerinde çiğ olarak servis edilen bazı sebzelerin kimyasal bir dezenfektan olan klor ve bazı doğal ticari dezenfektanlar ile dezenfeksiyonunun toplam antioksidan kapasite üzerine etkilerinin kontrol grubu olarak çeşme suyu ile yıkamanın toplam antioksidan kapasite üzerine etkisi ile karşılaştırılması amacıyla düzenlenmiştir. Bu araştırmada, kıvırcık marul ve kırmızı lahana örnekleri ayrı ayrı 4 farklı yıkama uygulamasına maruz bırakılmış ve bu uygulamalar sonrası sebzelerin toplam antioksidan kapasiteleri “troloks eşdeğeri antioksidan kapasite (TEAC) yöntemi” ile saptanmıştır. Çeşme suyu ile yıkama (kontrol) referans uygulama olarak kabul edilmiş ve karşılaştırmalar ona göre yapılmıştır.

Aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1. Kıvırcık marul örneklerinin çeşme suyu (kontrol), klor, DT1, DT2 ile yıkama sonrası toplam antioksidan kapasite değerleri sırasıyla ortalama 0.83, 0.7, 0.83, 0.9 mmol/L olarak bulunmuştur.
2. Kırmızı lahana örneklerinin çeşme suyu (kontrol), klor, DT1, DT2 ile yıkama sonrası toplam antioksidan kapasite değerleri sırasıyla ortalama 0.87, 0.77, 0.8, 0.97 mmol/L olarak bulunmuştur.
3. Yapılan tüm yıkama veya dezenfeksiyon uygulamaları sonrası ortalama toplam antioksidan kapasite değerinin klor ile yıkama sonrası daha düşük olduğu bulunmuştur.
4. Kıvırcık marul örneklerinin DT2 ile yıkama sonrası ortalama antioksidan kapasite değeri (0.9 mmol/L) kontrole göre (0.83 mmol/L) daha yüksek bulunurken klor ile yıkama sonrası ortalama değer (0.77 mmol/L) daha düşük bulunmuştur.
5. Kırmızı lahana örneklerinin DT2 ile yıkama sonrası ortalama antioksidan kapasite değeri (0.97 mmol/L) kontrole göre (0.87 mmol/L) daha yüksek bulunurken klor ile yıkama sonrası ortalama değer (0.77 mmol/L) daha düşük bulunmuştur.
6. Kıvırcık marul örneklerinin kontrol uygulaması sonrası ortalama antioksidan kapasite değerine göre (0.83 mmol/L) kimyasal bir dezenfektan olan klor ile

yıkama sonrası ortalama değer (0.7 mmol/L) istatistiksel olarak anlamlı farklılık ($p<0.05$) göstermiştir.

7. Kıvırcık marul örneklerinin kontrol uygulaması sonrası ortalama antioksidan kapasite değerine göre DT2 ile yıkama sonrası ortalama değer istatistiksel olarak anlamlı ($p<0.05$) bulunurken DT1 ile yıkama sonrası ortalama değer anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$).
8. Kırmızı lahana örneklerinin kimyasal bir dezenfektan olan klor, DT1 ve DT2 ile yıkama sonrası ortalama toplam antioksidan kapasite değeri ile kontrol uygulaması sonrası ortalama değer arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$).

Bu araştırmada elde edilen bulgular, toplu beslenme sistemlerinde çiğ olarak servis edilen bazı sebzelerin toplam antioksidan kapasitesinin yıkama ve dezenfektan uygulamalarından etkilendiğini göstermektedir. Kimyasal bir dezenfektan olan klora alternatif olarak kullanılabilen doğal ticari dezenfektanların kontrol uygulamasına (çeşme suyu ile yıkama) göre toplam antioksidan kapasiteyi olumlu yönde etkilediği, klor ile yıkamanın ise toplam antioksidan kapasiteyi azalttığı saptanmıştır. Seçilen dezenfektanların mikrobiyal popülasyonu azaltmada etkili olurken toplam antioksidan kapasite üzerine olumsuz etkisi olmaması göz önünde bulundurulmalıdır. Doğal ticari dezenfektanlar antioksidan kapasite üzerine olumsuz etkisi olmaması nedeniyle tercih edilebilir.

KAYNAKLAR

1. akır, B. (2007). *Ankara' da Yemek Fabrikalarının Sorumlu Yöneticilerinin Beslenme Bilgi Düzeylerinin ve Yönetimsel İlgi/Yaklaşımlarının Belirlenmesi*. Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
2. Beyhan, Y., Sağlam, F. ve Tayfur, M. (1999). Ankara İli Beslenme Alışkanlıkları ve Mutfak Kültürü Sempozyum Bildirileri ve Kataloğu. Ankara: Vehbi Koç ve Ankara Araştırmaları Merkezi.
3. Baysal, A. ve Merdol, T.K. (2008). Toplu Beslenme Yapan Kurumlar İçin Yemek Planlama Kuralları ve Yıllık Yemek Listeleri. Ankara: Hatipoğlu Yayıncılık.
4. Beyhan, Y. (1995). *alışma Hayatında Toplu Beslenme Hizmetlerinin Yönetimi*. Ankara: Türk-İç Yayınları.
5. Uyar, M.F. (2009). *Yataklı Tedavi Kurumlarında Farklı İki Yöntemle Üretilen Köfteli Yemeklerdeki Staphylococcus Aureus ve Staphylococcal Ekzotoksin A Varlığının Moleküler Mikrobiyolojik Yöntemlerle Saptanması*. Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
6. Ozan, Z. (2007). *Yeşil Salatalarda Helmint Yumurtalarının Prevalansı*. Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
7. Halkman, A.K. (1998). *Kalite Güvenliği ve Haccp, Gıda Denetçisi Eğitim Materyali*. Ankara: T.C. Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü.
8. Sungur, H. (1999). Gıda Güvencesi. *Tarım ve Köy Dergisi*, 129.
9. Bilici, S., Uyar, M.F., Beyhan, Y. ve Sağlam, F. (2008). Besin Zehirlenmeleri Nedenleri ve Korunma Yolları. C. Kesici, T. Buzgan, E. elikkan ve M. Soylu (Ed.). *Beslenme Bilgi Serisi* (s. 371-380). Ankara: Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü.

10. Kartal, D.E. (2006). Gıda Kaynaklı İnfeksiyonlar. *I.Türkiye Zoonotik Hastalıklar Sempozyum Kitabı* (s. 187-193). Ankara: Medisan.
11. Tuncel, G. (1998). Mikrobiyal Bulaşma Kaynakları. A. Ünlütürk ve F. Turantaş (Ed.). *Gıda Mikrobiyolojisi* (s. 45-53). İzmir: Mengi tan Kitabevi.
12. Topal, Ş. (1996). *Gıda Güvenliği ve Kalite Yönetim Sistemleri*. Kocaeli: Tübitak Marmara Araştırma Merkezi Matbaası.
13. Bilici, S. (2008). Toplu Beslenme Sistemleri Çalışanları İçin Hijyen El Kitabı. C. Kesici, T. Buzgan, E. Çelikkan ve M. Soylu (Ed.). *Beslenme Bilgi Serisi* (s. 317-346). Ankara: Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü.
14. Kennon, L.R., Bednar, C.M., Narins, D. and Alford, B. (1997). Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) Practices and Food Safety Education of Food Safety of Food Service Personel at Long-Term Facilities. *Journal of the American Dietetic Association*, 97(9), 81.
15. Erol, S. (2007). Hastane Mutfaklarında ve Mama Hazırlamada DAS Uygulamaları. M. Günaydın, R. Öztürk, S. Ulusoy ve M. Gültekin (Ed.). 5. *Ulusal Sterilizasyon Dezenfeksiyon Kongre Kitabı* (s. 365-380). Antalya: Bilimsel Tıp Yayınevi.
16. Topalakçı, H.B. (2007). *Özel Ankara Güven Hastanesi Menülerinde Yer Alan Yemeklere Ait Standart Yemek Tarifelerinin Haccp Sistemine Göre Düzenlenmesi*. Yüksek lisans tezi. Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
17. Göbel, P. (2008). *Yiyecek Hizmeti Veren İşletmeler ve Tedarikçi Firmalarda Besin Güvenliği Uygulamaları*. Yüksek lisans tezi. Başkent Üniversitesi, Ankara.
18. Güder, G. (2006). *Avrupa Birliği Gıda Güvenliği Politikası ve Üyelik Sürecinde Türkiye'ye Yansımaları*. Ankara: Devlet Planlama Teşkilatı Avrupa Birliği ile İlişkiler Genel Müdürlüğü.

19. Bilici, S., Uyar, M.F., Beyhan, Y. ve Sağlam, F. (2008). Besin Güvenliği. C. Kesici, T. Buzgan, E. Çelikkan ve M. Soylu (Ed.). *Beslenme Bilgi Serisi*. Ankara: Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü.
20. Karaali, A. (2003). *Gıda İşletmelerinde HACCP Uygulamaları ve Denetimi*. Ankara: T.C. Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü.
21. Tayar, M. (2010). *Gıda Güvenliği*. İstanbul: T.C. Marmara Belediyeler Birliği Yayını.
22. Durlu Özkaya F. ve Cömert M. (2008). Gıda Zehirlenmelerinde Etken Faktörler. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 65(3), 149-158.
23. İnal, T. (1992). *Besin Hijyeni, Hayvansal Gıdaların Sağlık Kontrolü*. İstanbul: Final Ofset A.Ş.
24. Aran, N. ve Karakuş, M. (1996). Gıda Sanayinde Mikrobiyolojik Kalite Güvenliğinin Sağlanması. *Gıda Teknolojisi*, 1(1), 74-79.
25. Türkmen, F. (2004). Kayseri’de Et ve Et Mamülleri Üreten İşletmelerde Üretimde Çalışan Personelin Hijyen ve Sanitasyon Konusunda Bilgi Düzeyleri. Erciyes Üniversitesi, Kayseri.
26. Mısırlı, F. (2009). *Gıda Üretim Tesislerindeki Farklı Yüzezlere Uygulanan Değişik İçerikli Dezenfektanların Bazı Patojen Mikroorganizmalar Üzerine Etkilerinin Araştırılması*. Yüksek lisans tezi. İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
27. Food Drug Administration. (2001). Analysis and evaluation of preventive control measures for the control and reduction/elimination of microbial hazards on fresh and fresh-cut produce: Center for Food Safety and Applied Nutrition.
28. World Health Organization. (2003). Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases Report of a Joint WHO /FAO Expert Consultation. Geneva: Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation.

29. Gündüz, G.T. (2008). *Engelleme Teknolojisinin Sebzelerde Patojen İnaktivasyonu ve Raf Ömrü Açısından Etkilerinin Araştırılması*. Doktora tezi. Ege Üniversitesi, İzmir.
30. Beuchat, L.R. (2002). Ecological factors influencing survival and growth of human pathogens on raw fruits and vegetables. *Microbes Infection*, 4, 413-423.
31. Johannessen, G.S., Loncarevic, S. and Kruse, H. (2002). Bacteriological analysis of fresh produce in Norway. *International Journal of Food Microbiology*, 77, 199-204.
32. The Center for Science in the Public Interest. (2006a). Erişim: 09 Ekim 2012, http://www.cspinet.org/foodsafety/outbreak_alert.pdf
33. Long, S.M., Adak, G.K., O'Brien, S.J. and Gillespie, I.A. (2002). General outbreaks of infectious intestinal disease linked with salad vegetables and fruits, England and Wales. *Communicable Disease and Public Health*, 5(2), 101-105.
34. Brackett, R.E. (1992). Shelf stability and safety of fresh produce as influenced by sanitation and disinfection. *Journal of Food Protection*, 55(10), 808-814.
35. Ibarra-Sánchez, L.S., Alvarado-Casillas, S., Rodríguez-García, M.O., Martínez-González, N.E. and Castillo, A. (2004). Internalization of bacterial pathogens in tomatoes and their control by selected chemicals. *Journal of Food Protection*, 67(7), 1353-1358.
36. Kenny, O. and O'Beirne, D. (2009). The effects of washing treatment on antioxidant retention in ready-to-use iceberg lettuce. *International Journal of Food Science and Technology*, 44, 1146-1156.
37. Nguyen-the, C. and Carlin, F. (1994). The microbiology of minimally processed fresh fruits and vegetables. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 34(4), 371-401.

38. Sanz, S., Gimenez, M., Orlarte, C., Lomas, C. and Portu, J. (2002). Effectiveness of chlorine washing disinfection and effects on the appearance of artichoke and borage. *Journal of Applied Microbiology*, 93, 986-993.
39. Baur, S., Klaiber, R., Hammes, W.P. and Carle, R. (2004). Sensory and microbiological quality of shredded, packaged iceberg lettuce as affected by pre-washing procedures with chlorinated and ozonated water. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 5, 45- 55.
40. Beuchat, L.R. and Ryu, J.H. (1997). Produce handling and processing practices: special issue. *Emergency Infection Disinfection*, 3(4), 459-465.
41. Sapers, G.M., Miller, R.L., Pilizota, V. and Mattrazzo, A.M. (2001). Antimicrobial treatments for minimally processed cantaloupe melon. *Journal of Food Science*, 66, 345-349.
42. Kere, K.G., Aldrich, M.L. and Waldroup, A.L. (2000) Acidified sodium chlorite antimicrobial treatment of broiler carcasses. *Journal of Food Protection*, 63(8), 1087-1092.
43. Yiğit, S. (2008). *Çeşitli Dezenfektanların Atom Marulun Mikrobiyolojik Kalitesi Üzerine Etkileri*. Yüksek lisans tezi. Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ.
44. Cherry, P.J. (1999). Improving the safety of fresh produce with antimicrobials. *Food Technology*, 53(11), 54-57.
45. Block, S.S. and Febiger, L. (1991). *Disinfection, Sterilization and Preservation*. Oxford: Blackwell Science.
46. Beuchat, L.R. (1998). Surface decontamination of fruits and vegetables eaten raw: a review. WHO/FSF/FOS; 98.2. Geneva: Food Safety Unit, World Health Organization.
47. Brackett, R.E. (1987). Antimicrobial effect of chlorine on *Listeria monocytogenes*. *Journal of Food Protection*, 50(12), 999-1003.

48. Lapidot, A., Romling, U. and Yaron, S. (2006). Biofilm formation and the survival of *Salmonella* Typhimurium on parsley. *International Journal of Food Microbiology*, 109, 229-233.
49. Escudero, M.E., Velazquez, L., Di Genaro, M.S. and De Guzman, A.M. (1999). Effectiveness of various disinfectants in the elimination of *Yersinia enterocolitica* on fresh lettuce. *Journal of Food Protection*, 62(6), 665-669.
50. Zhang, S. and Farber, J.M. (1996). The effects of various disinfectants against *Listeria monocytogenes* on fresh-cut vegetables. *Food Microbiology*, 13, 311-321.
51. Adams, M.R., Hartley, A.D. and Cox, L.J. (1989). Factors affecting the efficacy of washing procedures used in the production of prepared salads. *Food Microbiology*, 6, 69-77.
52. Garg, N., Churey, J.J. and Splittstoesser, D.F. (1990). Effect of processing conditions on the microflora of fresh-cut vegetables. *Journal of Food Protection*, 53, 701-70.
53. Li, Y., Brackett, R.E., Chen, J. and Beuchat, L.R. (2001). Survival and growth of *Escherichia coli* O157:H7 inoculated onto cut lettuce before or after heating in chlorinated water, followed by storage at 5 °C or 15 °C. *Journal of Food Protection*, 64(3), 305-309.
54. Gardner, J.F. and Peel, M.M. (1991). Introduction to Sterilization, Disinfection and Infection Control.
55. Russel, A.D., Hogo, W.B. and Ayliffe, G.A.J. (1992). Principles and Practise of Disinfection, Preservation and Sterilization. Oxford, England: Blackwell Science Publications.
56. Zhuang, R.Y., Beuchat, L.R. and Angulo, F.J. (1995). Fate of *Salmonella* montevideo on and in raw tomatoes as affected by temperature and treatment with chlorine. *Applied and Environmental Microbiology*, 61, 2127-2131.

57. Seymour, I.J. and Appleton, H. (2001). Foodborne viruses and fresh produce. *Journal of Applied Microbiology*, 91(5), 759-773.
58. Beuchat, L.R. (2000). Use of Sanitizers in Raw Fruit and Vegetable Processing. M. Alzamora, M.S. Tapia, and A. Lopez-Malo (Ed.). *Minimally Processed Fruits and Vegetables Fundamental Aspects and Applications* (s. 63-78). Maryland: An Aspen Publication.
59. Sanz, S., Gimenez, M. and Orlarte, C.J. (2003). Survival and growth of *Listeria monocytogenes* and Enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 in minimally processed artichokes. *Journal of Food Protection*, 66(12), 2203-2209.
60. Sapers, G.M. (2003). Washing and sanitizing raw materials for minimally processed fruits and vegetables. J. S. in Novak, G.M. Sapers, and V.K. Juneja, (Ed.). *Microbial Safety of Minimally Processed Food* (s. 221-253). Boca Raton: CRC Press.
61. Sarig, P., Zahavi, T., Zutkhi, Y., Yannai, S., Lisker, N. and Ben-Arie, R. (1996). Ozone for Control of Post Harvest Decay of Table Grapes Caused by *Rhizopus stolonifer*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 48, 403-415.
62. Ketteringham, L., Gausseres, R., James, S. J. and James, C. (2006). Application of Aqueous Ozon for Treating Pre-Cut Green Peppers (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Food Engineering*, 76(1), 104-11.
63. Smilanick, J.L., Margosan, D.M., and Mlikota Gabler, F. (2002). Impact of ozonated water on the quality and shelf-life of fresh citrus fruit, stone fruit, and table grapes. *Ozone: Science and Engineering*, 24(5), 343-356.

64. Restaino, L., Frampton, E.W., Hemphill, J.B. and Palnikar, P. (1995). Efficacy of ozonated water against various food-related microorganisms. *Applied and Environmental Microbiology*, 61, 3471-3475.
65. Finch, G.R. and Fairbairn, N. (1991). Comparative inactivation of poliovirus type 3 and MS2 coliphage in demand-free phosphate buffer by using ozone. *Applied and Environmental Microbiology*, 57, 3121-3126.
66. Korich, D.G., Mead, J.R., Madore, M.S., Sinclair, N.A. and Sterling, C.R. (1990). Effects of ozone, chlorine dioxide, chlorine, and monochloramine on *Cryptosporidium parvum* oocyst viability. *Applied and Environmental Microbiology*, 56, 1423-1428.
67. Peeters, J.E., Mazas, E.A., Masschelein, W.J., de Maturana, I.V.M. and Debacker, E. (1989). Effect of disinfection of drinking water with ozone or chlorine dioxide on survival of *Cryptosporidium parvum* oocysts. *Applied Environment Microbiology*, 55, 1519-1522.
68. Singh N., Singh, R.K., Bhunia, A.K. and Stroshine, R.L. (2002) Efficacy of chlorine dioxide, ozone and thyme essential oil of asequential washing in killing E. coli O157:H7 on lettuce and babycarrots. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 35, 720–729.
69. Wade, W.N., Scouten, A.J., McWatters, K.H., Wick, R.L., Demirci, A., Fett, W.F. and et all. (2003). Efficacy of ozone inkilling *Listeria monocytogenes* on alfalfa seeds and sprouts andeffects on sensory quality of sprouts. *Journal of Food Protection*, 66 (1), 44-51.
70. Naito, S. and Takahara, H. (2006). Ozone contribution in food industry in Japan. *Ozone:Science&Engineering*, 28 (6), 425-429.

71. Çatal, H. ve İbanoğlu, Ş. (2010). Gıdaların Ozonlanması. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5(3), 47-55.
72. Juven, B.J. and Pierson, M.D. (1996). Antibacterial effects of hydrogen peroxide and methods for its detection and quantitation. *Journal of Food Protection*, 59, 1233-1241.
73. Food Drug Administration. (2006). Food Additive Status List. Erişim: 10 Ekim 2012, <http://www.cfsan.fda.gov/~dms/opa-appa.html>
74. Venkitanarayanan, K.S., Lin, C., Bailey, H. and Doyle, M.P. (2002). Inactivation of Escherichia coli O157:H7, Salmonella Enteritidis, and Listeria monocytogenes on apples, oranges, and tomatoes by lactic acid with hydrogen peroxide. *Journal of Food Protection*, 65(1), 100-105.
75. Gulati, B.R., Allwood, P.B., Hedberg, C.W. and Goyal, S.M. (2001). Efficacy of commonly used disinfectants for the inactivation of Calicivirus on strawberry, lettuce, and a food-contact surface. *Journal of Food Protection*, 64(9), 1430-1434.
76. Gershenfeld, L. and Witlin, B. (1949). Evaluation of the antibacterial efficiency of dilute solutions of free halogens. *Journal of the American Pharmaceutical Association*, 38, 411-414.
77. Ortenzio, L.F. and Stuart, L.S. (1964). A standard test for efficacy of germicides and acceptability of residual disinfecting activity in swimming pool water. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*, 47, 540-54.
78. Cousins, C.M. and Allan, C.D. (1967). Sporicidal properties of some halogens. *Journal of Applied Bacteriology*, 30, 168-174.

79. Shere, L., Kelley, M.J. and Richardson, J.H. (1962). Effect of bromide hypochlorite bactericides on microorganisms. *Journal of Applied Microbiology*, 10, 538-541.
80. Kristofferson, T. (1958). Mode of action of hypochlorite sanitizers with and without sodium bromide. *Journal of Dairy Science*, 41, 942-949.
81. Lillard, H.S. (1994). Effect of trisodium phosphate on salmonellae attached to chicken skin. *Journal of Food Protection*, 57, 465-469.
82. Dickson, J.S., Nettles Cutter, C.G. and Siragusa, G.R. (1994). Antimicrobial effects of trisodium phosphate against bacteria attached to beef tissue. *Journal of Food Protection*, 57, 952-955.
83. Zhuang, R.Y. and Beuchat, L.R. (1996). Effectiveness of trisodium phosphate for killing *Salmonella montevideo* on tomatoes. *Letters in Applied Microbiology*, 22, 97-100.
84. Lawrence, C.A., Carpenter, C.M. and Naylor Foote, A.W.C. (1957). Iodophors as disinfectants. *Journal of the American Pharmaceutical Association*, 46, 500-505.
85. FDA. (2009). Analysis and Evaluation of Preventive Control Measures for the Control and Reduction/Elimination of Microbial Hazards on Fresh and Fresh-Cut Produce. Chapter V. Methods to Reduce/Eliminate Pathogens from Produce and Fresh-Cut Produce, Erişim: 11 Ekim 2012, <http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/ResearchAreas/SafePracticesforFoodProcesses/ucm091363.htm>.

86. Burnett, A.B., Iturriaga, M.H., Escartin, E.F., Pettigrew, C.A. and Beuchat, L.R. (2004). Influence of variations in methodology on populations of *Listeria monocytogenes* recovered from lettuce treated with sanitizers. *Journal of Food Protection*, 67(4), 742-750.
87. Kilonzo-Nthenge, A., Chen, F. and Godwin, S.L. (2006). Efficacy of home washing methods in controlling surface microbial contamination on fresh produce. *Journal of Food Protection*, 69(2), 330-334.
88. Fett, W.F. and Cooke, P.H. (2003). Reduction of *Escherichia Coli* O157:H7 and salmonella on laboratory-inoculated alfalfa seed with commercial citrus-related products. *Journal of Food Protection*, 66(7), 1158-1165.
89. Young, I.S. and Woodside J.V. (2001). Antioxidants in Health and Disease. *Journal of Clinical Pathology*, 54, 176-186.
90. Prior, R.L. and Cao G. (2000). Analysis of botanicals and dietary supplements for antioxidant capacity: A review. *Journal of AOAC International*, 83(4), 950-956.
91. Wang, H, Cao, G, and Prior, R.L. (1996). Total Antioxidant Capacity of Fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44, 701-705.
92. Ruiz-Cruz, S., Alvarez-Parrilla, E., Laura, A., Rosa, D.L., Martinez-Gonzalez, A.I., Ornelas-Paz, J.D.J., and Mendoza-Wilson, A.M. (2010). Effect of Different Sanitizers on Microbial, Sensory and Nutritional Quality of Fresh-Cut Jalapeno Peppers. *American Journal of Agricultural and Biological Science*, 5(3), 331-341.
93. Vandekinderen, I., Van Camp, J., De Meulenaer B, Veramme K, Bernaert N, Denon Q, and et all. (2009). Moderate and high doses of sodium hypochlorite, neutral electrolyzed oxidizing water, peroxyacetic acid, and gaseous chlorine dioxide did not affect the nutritional and sensory qualities of fresh-cut Iceberg lettuce (*Lactuca sativa* Var. capitata L.) after washing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(10), 4195-4203.

94. Kulas, E., Olsen, E., Ackman, R.G. (2002). Effect of α -, γ -, and δ -tocopherol on the distribution of volatile secondary oxidation products in fish oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 104(8), 520-529.
95. Fuster, M.D., Lampi, A.M., Hopia, A., Kamal-Eldin, A. (1998). Effects of alpha- and gamma-tocopherols on the autooxidation of purified sunflower triacylglycerols. *Lipids*, 33(7), 715-22.
96. Yanishlieve-Meslorova, N.N. (2001). Inhibiting oxidation, In: Antioxidants in Food. Cambridge: Woodhead Publishing.
97. Cort, W.M. (1974). Antioxidant activity of tocopherols, ascorbyl palmitate and ascorbic acid and their mode of action. *Journal of American Oil Chemists Society*, 51, 321-325.
98. SPSS 15.0 Version.
99. GraphPad Prism Demo.
100. Artés, F., Gómez, P., Aguayo, E., Escalona, V., and Artés-Hernández, F. (2009). Sustainable sanitation techniques for keeping quality and safety of fresh-cut plant commodities. *Postharvest Biology and Technology*, 51, 287-296.
101. Gil, M., Selma, M.V., López-Gálvez, F., and Allende, A. (2009). Fresh-cut product sanitation and wash water disinfection: problems and solutions. *International Journal of Food Microbiology*, 134(1-2), 37-45.
102. Vandekinderen, I., Van Camp, J., Devlieghere, F., Veramme, K., Bernaert, N., Denon, Q., and et all. (2012). Effect of decontamination on the microbial load, the sensory quality and the nutrient retention of ready-to-eat white cabbage. *European Food Research and Technology*, 229(3), 443-455.
103. Vandekinderen, I., Van Camp, J., Devlieghere, F., Veramme, K., Denon, Q., Ragaert, P., and et all. (2008). Effect of decontamination agents on the microbial population, sensorial quality, and nutrient content of grated carrots (*Daucus carota* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(14), 5723-

5731.

104. Pérez-Gregorio, M.R., González-Barreiro, C., Rial-Otero, R., and Simal-Gándara, J. (2011). Comparison of sanitizing technologies on the quality appearance and antioxidant levels in onion slices. *Food Control*, 22, 2052-2058.
105. Martínez-Sánchez, A., Allende, A., Bennett, R.N., Ferreres, F., Gil, M.I. (2006). Microbial, nutritional and sensory quality of rocket leaves as affected by different sanitizers. *Postharvest Biology and Technology*, 42(1), 86-97.