T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BESLENME VE DİYETETİK ANA BİLİM DALI

TOPLU BESLENME SİSTEMLERİNDE KULLANILAN FARKLI DEZENFEKTANLARIN ÇİĞ SERVİS EDİLEN SEBZELERİN MİKROBİYAL YÜKÜNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Büşra Ayhan

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Saniye Bilici

ANKARA
Ağustos 2013

T.C.

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BESLENME VE DİYETETİK ANA BİLİM DALI

Beslenme ve Diyetetik Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Programı Çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 02/09/2013

İmza

Prof. Dr. Nevin ŞANLIER

Gazi Üniversitesi

Jüri Başkanı

İmza

Doç. Dr. Saniye BİLİCİ

Gazi Üniversitesi

İmza

Doç. Dr. Muhittin TAYFUR

Başkent Üniversitesi

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY……..……...i

İÇİNDEKİLER..... ii

ŞEKİLLER, RESİMLER VE GRAFİKLER..... v

TABLOLAR..... vi

SEMBOLLER, KISALTMALAR viii

1. GİRİŞ..... 1

2. GENEL BİLGİLER..... 3

2.1. Gıda Güvenliği..... 4

2.1.1. Gıda Güvenliği Riskleri..... 5

2.2. Toplu Yemek Üretiminde Çiğ Servis Edilen Sebzelerde Mikrobiyal Riskler ve Kontaminasyon Kaynakları 9

2.3. Gıdalarda Patojen İndikatörler..... 14

2.3.1. Koliformlar, Fekal koliformlar ve *E. coli* 15

2.3.2. Enterokoklar 19

2.3.3. Toplam Mezofilik Bakteriler 19

2.3.4. Diğer Mikroorganizmalar 20

2.4. Toplu Beslenme Hizmetlerinde Karşılaşılan Mikrobiyal Riskleri Önlemeye Yönelik Stratejiler 23

2.4.1. Toplu Beslenme Sistemlerinde HACCP Yaklaşımı 24

2.4.2. Çiğ/Minimum İşlenmiş Sebzelerde Kritik Kontrol Noktaları ve Kontrol Önlemleri 29

2.4.3. Kritik Kontrol Noktası – Yıkama ve Dezenfeksiyon İşlemleri ... 34

2.4.4. Besinlerde Kullanılan Dezenfeksiyon Yöntemleri 36

2.5. Dezenfektanların Etki Mekanizmalarına Göre Sınıflandırılması 37

2.5.1. Mikroorganizmanın Hücre Zarına Etki Eden Dezenfektanlar... 37

2.5.2. Hücre Proteinlerini Denatüre Eden Dezenfektanlar..... 38

2.5.3. Enzimlerin İşlevini Bozarak Etki Gösteren Dezenfektanlar..... 38

2.5.4. Nükleik Asitler Üzerine Etki Eden Dezenfektanlar..... 39

2.6. Çiğ Sebze ve Meyvelerin Yüzey Dekontaminasyonunda Sıklıkla Kullanılan Dezenfektanlar ve Etki Mekanizmaları 39
2.6.1. Klorlu Bileşikler 39
2.6.2. Organik Asitler ve Tuzları 44
2.6.3. Hidrojen Peroksit 49
2.6.4. Trisodyum Fosfat 50
2.6.5. Ozon 51
2.6.6. Etilendiamin Tetraasetik Asit (EDTA) 53
2.6.7. Kekik Suyu 53
2.6.8. Kalsiyum Oksit (CaO) 54
2.7. Dezenfektanların Etkinliğini Etkileyen Faktörler 55
2.7.1. Mikroorganizma Sayısı 55
2.7.2. Mikroorganizmanın Gelişim Durumu 56
2.7.3. Mikroorganizmaların Bulundukları Ortam 56
2.7.4. Dezenfektan Konsantrasyonu 57
2.7.5. Sıcaklık 58
2.7.6. Hidrojen İyon Konsatrasyonu (pH) 59
2.7.7. Formülasyon 60
2.7.8. Organik Maddeler 61
2.8. Toplu Beslenme Hizmetlerinde Sıklıkla Kullanılan Dezenfektanların Olumsuz Etkileri 61
2.8.1. Benzoik Asit ve Bileşikleri 61
2.8.2. Ozon 62
2.8.3. Klorlu Bileşikler 63
3. GEREÇ VE YÖNTEM 64
3.1. Araştırma Yeri, Zamanı ve Örneklem Seçimi 64
3.2. Araştırma Yöntemi 64
3.2.1. Marul Örneklerinin Analize Hazırlanması 64
3.2.2. Dezenfektan Madde Çözeltilerinin Hazırlanması 66
3.2.3. Kullanılacak Besiyerinin Hazırlanması 68
3.2.4. *Enterobacteriacea* ve Toplam Koliform Bakteri Aranması 68

4. BULGULAR **71**

5. TARTIŞMA **77**

6. SONUÇ **87**

7. ÖZET **94**

8. SUMMARY **96**

KAYNAKLAR **98**

EKLER **119**

TEŞEKKÜR **128**

ÖZGEÇMİŞ **129**

ŞEKİLLER, RESİMLER VE GRAFİKLER

Şekil 2.1: Zorunlu ve isteğe bağlı gıda güvenliği ve kalite yönetim sistemleri …….25

Şekil 2.2: KKN belirlenmesinde yararlanılan karar ağacı ……...28

Şekil 2.3: Risk değerlendirme matriksi (5x5) ……29

Şekil 2.4: Çiğ ya da ısıl işlem görmeden minimum düzeyde işlenmiş salatalar için akış şeması ve kritik kontrol noktaları …….31

Şekil 3.1. Uygulanacak dezenfeksiyon çözeltilerinin konsantrasyonları ve uygulanma süreleri ……68

Şekil 3.2. Örneklerin analize hazırlanması ve ekimi ……70

Şekil 4.1. Farklı dezenfektanların, bütün halde dezenfekte edilen marulda bulunan *Enterobacteriaceae* yükünde neden olduğu ortalama azalma miktarları (log kob/g) ……..74

Şekil 4.2. Farklı dezenfektanların, bütün halde dezenfekte edilen marulda bulunan toplam koliform bakteri yükünde neden olduğu ortalama azalma miktarları (log kob/g) ……..74

Şekil 4.3. Farklı dezenfektanların, doğranmış halde dezenfekte edilen marulda bulunan *Enterobacteriaceae* yükünde neden olduğu ortalama azalma miktarları (log kob/g) ……75

Şekil 4.4. Farklı dezenfektanların, doğranmış halde dezenfekte edilen marulda bulunan toplam koliform bakteri yükünde neden olduğu ortalama azalma miktarları (log kob/g) ……76

TABLOLAR

Tablo 2.1: Besine Fiziksel Bulaşma Etkenleri ve Bu Etkenlerin Kaynakları …….5

Tablo 2.2: Gıdalarda bulunabilen kimyasal bulaşanlar ve kaynakları ……6

Tablo 2.3: Besinlerde mikrobiyal gelişmeyi etkileyen etmenler ……...9

Tablo 2.4: Toplu beslenme sistemleri için tüketime hazır gıdalar için mikrobiyolojik kriterler ……21

Tablo 2.5: Taze sebze ve meyveler için çeşitli hammadde, proses, vb. durumlarda oluşabilecek potansiyel tehlikeler ve kontrol faaliyetleri …….32

Tablo 2.6: İçme ve kullanma suları için mikrobiyolojik kriterler ……..35

Tablo 2.7: Bir dağıtım şebekesinden ya da bir tankerden sağlanan ya da gıda üretiminde kullanılan içme-kullanma amaçlı su için minimum numune alma ve analiz sıklığı …….35

Tablo 2.8: Klorin dezenfeksiyonunda aktif olan çözünmemiş hipokloröz asit üzerine pH'nın etkisi ……...60

Tablo 4.1: Kontrol Grubu ve Calceramic Uygulamasında Marul Örneklerinin *Enterobacteriaceae* ve Toplam Koliform Bakteri Yükü Ortalama ve Standart Sapma Değerleri ……71

Tablo 4.2: Kontrol Grubu ve 50 ppm Klor Uygulamasında Marul Örneklerinin *Enterobacteriaceae* ve Toplam Koliform Bakteri Yükü Ortalama ve Standart Sapma Değerleri ……72

Tablo 4.3. Kontrol Grubu ve 200 ppm Klor Uygulamasında Marul Örneklerinin *Enterobacteriaceae* ve Toplam Koliform Bakteri Yükü Ortalama ve Standart Sapma Değerleri ……73

SEMBOLLER, KISALTMALAR

PAH: Poliaromatik hidrokarbonlar

PCB: Poliklorlu bifeniller

OTC: Organotinler

CDC: Hastalık Koruma ve Kontrol Merkezi (Centres for Disease Control and Prevention)

CFS: Besin Güvenliği Merkezi (Centre for Food Safety)

EPEC: Enteropatojenik *E. coli*

EHEC: Enterohemorajenik *E. coli*

ETEC: Enterotoksijenik *E. coli*

EIEC: Enteroinvasiv *E. coli*

DAEC: Difuz-Adhering *E. coli*

EaggEC: Entero-agregativ *E. coli*

FDA: Amerika Gıda ve İlaç Dairesi (Food and Drug Administration)

GMP: İyi Üretim Uygulamaları (Good Manufacturing Practices)

SOP: Standart İşleme Prosedürleri

HACCP: Kritik Kontrol Noktalarında Tehlike Analizi (Hazard Analysis Critical Control Points)

ISO: Uluslararası Standart Organizasyonu (International Organization for Standardization)

OHSAS: İş Sağlığı ve Güvenliği Değerlendirme Sistemleri (Occupational Health And Safety Assessment Systems)

GHP: İyi Hijyen Uygulamaları (Good Hygiene Practices)

BRC: İngiliz Perakendecilik Konsorsiyumu (British Retail Consortium)

IFS: Uluslararası Gıda Standardı (International Food Standard)

CCP: Kritik Kontrol Noktaları

NaOCl: Sodyum hipoklorit

$Ca(OCl)_2$: Kalsiyum hipoklorit

ClO_2: Klor dioksit

HCOl: Hipokloröz asit

NaOH: Sodyum hidroksit

OCl^-: Hipoklorit iyonları

$Ca(OH)_2$: Kalsiyum hidroksit

NADH: Hidrojenize nikotinamid adenin dinükleotit

pKa: Ayrışma sabiti

K_a: İyonlaşma sabiti

GRAS: Genellikle Güvenilir Kabul Edilen (Generally recognized as safe)

PMF: proton motive force

ATP: Adenozin Trifosfat

H_2O_2: Hidrojen peroksit

TSP: Trisodyum fosfat

EDTA: Etilendiamin Tetraasetik Asit

RNA: Ribonükleik Asit

FTS: Fizyolojik Tuzlu Su

CaO: Kalsiyum Oksit

$CaCO_3$: Kalsiyum bikarbonat

EPA: Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (Enviromental Protection Agency)

TS: Türk Standartları

VRBA: Violet Red Bile Agar

NaCl: Sodyum klorür

WHO: Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organisation)

1. GİRİŞ

Beslenme ve sağlık arasındaki yakın ilişkinin somut kanıtlara dönüştüğü son yüzyıllarda sağlıklı mutfak, doğal mutfak ekolojik besin kavramları sıkça gündeme gelmekte ve bu akımlar beslenme biçimlerini etkilemektedir. Sebze ve meyvelerin posa ve antioksidan içeriklerinin pek çok kronik hastalığın oluşumunu önlemede koruyuculuk özelliği göstermesi konusunda toplumun farkındalık düzeyinin artması yine son yıllarda özellikle sebze ve meyve tüketimine eğilimin artmasına neden olmuştur [1].

Beslenme yönünden olumlu etkilerinin yanı sıra sebze ve meyvelerde hasat, taşıma ve işleme esnasında pek çok değişim meydana gelmektedir. Sebzeler toprakla ve/veya sulama ya da yıkamada kullanılan suyla doğal olarak mikrobiyal kontaminasyona uğrayabilmektedir [1, 2]. Toprağın doğal florasında bulunan *C. botulinum*, *B. cereus*, *L. monocytogenes* ile insan ve hayvanların bağırsak sisteminde bulunabilen *Salmonella* spp., *Shigella* spp. *E. coli*, *Campylobacter* spp. gibi patojen bakteriler çiğ sebzeleri dışkı, gübre, işlenmemiş sulama suyu gibi kaynaklarla kontamine edebilmektedir. Bunun yanı sıra mikrobiyal kontaminasyon özellikle toplu yemek üretimi işleyiş prosedüründe hazırlık, üretim, taşıma ve servis aşamalarında sıklıkla gerçekleşebilmektedir [3].

Tüketime hazır gıdalarda patojen mikroorganizmaların bulunmasının nedenleri arasında; hammadde mikroorganizma yükünün fazla olması, uygulanan yetersiz ısıl işlem, personel, fiziki alanlar ve ekipmanların yetersiz hijyeni sıralanabilir. Yapılan çalışmalarda tüketime hazır, ısıl işlem görmeden çiğ olarak servise sunulan salataların hijyenik kalitelerinin uygun olmadığı, diğer gıdalardan daha riskli olabileceği bu tür gıdalarda ön hazırlık ve hazırlık proseslerinin bir kritik kontrol noktası olarak belirlenmesi gerekliliği vurgulanmaktadır [4, 5].

Herhangi bir ısıl işlem geçirmeden çiğ tüketime sunulan gıdalarda kritik kontrol noktası olan ön hazırlık aşamasında önemli bir kontrol kriteri dezenfeksiyon uygulamaları özellikle de sebzelerin yüzey dekontaminasyonu işlemleridir. İnsan sağlığını tehdit eden mikroorganizmaların en düşük seviyeye getirilebilmesi için en sık uygulanan dekontaminasyon yöntemi kimyasal yöntemlerdir. Fiziksel yöntemlerin uygulanabilirliği çiğ tüketilen sebzelerde sınırlı olması nedeniyle yaygın olarak kimyasal uygulamalar kullanılmaktadır [1, 4].

Çiğ servis edilen sebzelerin yüzey dekontaminasyonu amacıyla kuarterner amonyum bileşikleri, organik asitler, ozon gibi pek çok kimyasal ajan kullanılmakla birlikte toplu beslenme hizmeti veren kurumlarda ekonomik olması, personel tarafından kolaylıkla uygulanabilirliği ve çoğu mikroorganizma üzerinde etkin bakterisidal etkileri nedeniyle en yaygın kullanılan ve tercih edilen ajan klordur [2]. Fakat özellikle son yıllarda klor ile dezenfeksiyon yan ürünlerinin deri lezyonları, kanser gibi olumsuz sağlık etkilerinin gündeme gelmesi ile klora karşı alternatif oluşturabilecek aynı zamanda güvenilir gıda üretimini sağlayan ve besinin duyusal özelliklerini de olumsuz yönde etkilemeyecek yüzey dekontaminasyon yöntemlerine gerek duyulmaktadır.

Bu çalışma, toplu beslenme sistemlerinde ısıl işlem görmeden çiğ olarak servis edilen sebzelerin dezenfeksiyonunda kullanılan çeşitli dezenfektan maddelerin sebzelerdeki mikrobiyal yüke etkisini incelemek amacıyla planlanıp yürütülmüştür. Çalışma sonucunda klora alternatif oluşturabilecek bir dezenfektan madde önerisi getirebilmek amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

Son yıllarda yaşanan teknolojik gelişmeler, tarım toplumundan sanayi toplumuna geçiş ve kent yaşamının getirdiği ekonomik, sosyal ve kültürel değişimlerin sonucu olarak toplu beslenme günümüzde sosyal yaşamın önemli bir parçası haline gelmiştir. Kentleşme hızının yükselmesi, çalışan kişi sayısının artması, kadınların her geçen gün daha da artan oranlarda iş hayatına dahil olması ve bireylerin yemek yapma uğraşına fazla zaman ayıramaması toplu beslenme sektörünün gelişimi açısından önemli ve hızlı değişimlere neden olmuştur [5].

Orta çağdan beri uygulanabilirliğini hiç kaybetmeyen toplu beslenme anlayışı, kentleşmeye ve sanayileşmeye paralel olarak gelişmiş ve günümüz yaşantısının önemli bir parçası haline gelmiştir [6]. Toplu beslenme hizmetinden yararlanan kişi sayısının gün geçtikçe artması, günde en az bir öğününü bu hizmetlerden karşılıyor olması, günlük enerji gereksinimlerinin en az 2/5'inin verilen toplu beslenme hizmetinden karşılanmasının gerekliliği ve hizmetin niteliğinin yanı sıra hijyenik kalitesinin tüketicilerin sağlığı ile yakından ilgili olması, toplu beslenme hizmetlerinin önemini açıkça ortaya koymaktadır [7].

Toplu beslenme sistemlerinde hijyenik kalitenin en önemli göstergesi güvenilir gıda üretimi ve servisidir [8]. Tüketicinin ne yediğini bilmesi, sağlıklı ve hijyenik gıda tüketiyor olması yanında lezzet kabulünün de tatmin edilmesi büyük önem taşır ki, bu noktada "Güvenilir Gıda" ve " Gıda Güvenliği" kavramı ortaya çıkmaktadır.

Güvenilir gıda ya da güvenli gıda, amaçlandığı biçimde hazırlandığında fiziksel kimyasal ve mikrobiyolojik özellikler itibariyle tüketime uygun ve besin değerini kaybetmemiş gıda olarak tanımlanmaktadır [9].

Toplu yemek üreticileri, ürettikleri ürünün insan sağlığı üzerine hiçbir olumsuz etki yapmaması yönünde gerekli tedbirleri almak durumundadır [9]. Bilimsel araştırmalar, son ürün kontrolünün ürün güvenliğini garanti edemeyeceğini, yapılan kontrollerin hammadde temininden başlayarak tüketicinin tabağına gelene kadar tüm aşamalarında gerçekleştirilmesi gerektiğini ve tehlikenin kaynağında önlenmesinin kalite garantisi sağlamada ve kaynak israfını en aza indirmede belirleyici olduğunu göstermektedir [9, 10].

2.1. Gıda Güvenliği

Gıda güvenliği "sağlıklı ve kusursuz gıda üretimini sağlamak amacıyla gıdaların üretim, işleme, muhafaza ve dağıtımları sırasında gerekli kurallara uyulması ve önlemlerin alınması" olarak tanımlanmaktadır [11]. Gıda güvenliği, tüketime sunulan gıdalarda oluşabilecek fiziksel, kimyasal, biyolojik ve her türlü zararlıların bertaraf edilmesi için alınacak önlemlerin tümü olarak ifade edilmektedir [12].

Günümüzde bu tanımlama etkin kontrol ve denetimin yapılabilmesi ve halk sağlığının korunabilmesi amacıyla başta ABD ve Avrupa Birliği ülkeleri olmak üzere birçok ülkenin gıda kontrol otoriteleri tarafından "tarladan çatala güvenilir gıda" kavramıyla özetlenerek ifade edilmektedir [3].

Dünya nüfusunun hızla artması, artan çevre kirliliği, ekonomik yetersizlikler, eğitimsizlik, alt yapı yetersizlikleri güvenli gıda teminini zorlaştırmakta ve birçok tehlike gıda güvenliğini tehdit ederek, besinlerin sağlığı bozucu hale gelmesine neden olabilmektedir. Çiftlikten çatala kadar geçen tüm proseslerde besinler farklı kaynaklardan çeşitli nedenlerle kontamine olabilmektedir.

2.1.1. Gıda Güvenliği Riskleri

Gıda güvenliğini tehdit eden başlıca unsurlar fiziksel, kimyasal ve biyolojik tehlikeler ile alerjenlerdir [13].

2.1.1.1. Fiziksel Tehlikeler

Fiziksel bulaşma besin olmayan gözle görülebilen parçalardır ve bu maddeler yabancı madde olarak isimlendirilir. Bu tür bulaşmalar genellikle bir ihmalin veya dikkatsizliğin sonucu ortaya çıkmaktadır. Tablo 2.1'de besine fiziksel bulaşma etkenleri ve bu etkenlerin kaynakları özetlenmiştir [14].

Tablo 2.1: Besine Fiziksel Bulaşma Etkenleri ve Bu Etkenlerin Kaynakları [14]

Kaynak	Bulaşan Madde
Makineler ve fiziki çevre	Çivi, metal parçaları, cam parçaları, ağaç kıymığı, kağıt ve karton parçaları, yağ damlaları, taş ve toprak kalıntısı
Personel	Yüzük, takı gibi ziynet eşyaları, düğme, çeşitli plastik maddeler, tırnak, saç, kıl, sigara izmariti
Paketleme	Karton, plastik ambalaj malzemeleri, tel, raptiye, çivi, lastik vb.
Hayvanlar	Böcek, böcek yumurtası, tırtıl, hayvan tüyleri ve kılları

2.1.1.2. Kimyasal Tehlikeler

Gıdalara çeşitli kaynaklardan karışan ya da bir amaçla dışarıdan eklenen gıda olmayan kimyasal maddeler insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilere neden olurlar. Kimyasal tehlikeler besin ile temas eden

malzeme ve ekipmanlardan kaynaklı metal bulaşları (civa, kurşun gibi), dioksinler, tarım ilaçları, temizlik amaçlı kullanılan deterjan/dezenfektan kalıntıları, veteriner ilaç kalıntıları önerilen miktarların üzerinde kullanılan gıda katkı maddelerinden kaynaklanabilir [15]. Tablo 2.2'de besine kimyasal bulaşma etkenleri ve bu etkenlerin kaynakları özetlenmiştir.

Tablo 2.2: Gıdalarda bulunabilen kimyasal bulaşanlar ve kaynakları [16]

Kimyasal Tehlike Kaynağı	**Kimyasal Bulaşan/Oluşan**
Tarımsal üretimde kullanılan kimyasallar	Pestisitler, kimyasal gübre, bitkilerde büyümeyi düzenleyen kimyasallar (bitki hormonları), veteriner ilaçları, hayvanlarda büyümeyi etkileyen hormonlar
Çevresel ve endüstriyel bulaşanlar	Ağır metaller (kurşun, civa, kadmiyum gibi), dioksinler, furanlar, poliaromatik hidrokarbonlar (PAH), poliklorlu bifeniller (PCB), radyoaktif bulaşanlar, organik kimyasallar (benzen), organotinler (OTC)
Doğal toksik maddeler	Mikotoksinler (aflatoksin, patulin, okratoksin, deoksinivalenol, fumonisin, ergot gibi), bitkisel toksinler (siyanojenik glikozitler, alkoloidler, tripsin inhibitörleri gibi), fikotoksinler (tetrodoksin, ciguatera toksinleri, skombrotoksin, brevatoksin gibi)
Ekipman malzemeleri ve temizliğinde kullanılan maddeler	Alüminyum, bakır, kurşun, kadmiyum gibi ekipman yapım malzemeleri, deterjanlar ve dezenfektan kalıntıları, yağlama maddeleri

Tablo 2.2 (Devamı): Gıdalarda bulunabilen kimyasal bulaşanlar ve kaynakları [16]

Kimyasal Tehlike Kaynağı	Kimyasal Bulaşan/Oluşan
Alerjenler	Gluten içeren hububat ürünleri, yumurta ve ürünleri, balık ve kabuklu su ürünleri, yer fıstığı ve yer fıstığı ürünleri, soya fasulyesi ve soya ürünleri, süt ve ürünleri, sert kabuklu yemişler (badem, fındık, ceviz, kaju fıstığı, pikan cevizi, brezilya fıstığı, Antep fıstığı, macadamia fındığı, Queensland fındığı ve bunların ürünleri), susam tohumu ve ürünleri, kükürt bileşikleri, kereviz ve kereviz ürünleri, hardal ve hardal ürünleri, acı bakla ve acı bakla ürünleri, yumuşakçalar ve ürünleri
Ambalaj materyallerinden geçen maddeler	Monomerler (vinil klorür, stiren, akrilonitril), boyalar (kurşun), yumuşatıcılar (fitalatlar), polivinilklorid, bisfenol A vb.
Pişirme esnasında oluşan maddeler	Isıl işlem sonucu oluşan maddeler (akrilamid, furan, nitrozaminler, heterosiklik aromatik aminler, poliaromatik hidrokarbonlar gibi)
Hile amaçlı kullanılan kimyasallar	Gıdalarda kullanım izni olmayan boyalar (sudan, para red gibi), melamin
Yeni tehditler	Nanopartiküller, genetiği değiştirilmiş gıdalar

2.1.1.3. Biyolojik Tehlikeler

Yetiştirme, ekim, hasat, depolama ve işlem sırasında materyal veya ürünü kontamine edebilen biyolojik kaynaklı tehlikeler

mikroorganizmalar, kemirgenler, böcekler ve diğer haşerelerdir. Toplu beslenme hizmetleri işleyiş prosesleri boyunca besinler toksik patojen veya enfeksiyon yapıcı patojenik mikroorganizmalar ile enfekte olabilir. Biyolojik tehlikeye neden olan etkenler gözle görülebilen ve gözle görülmeyen unsurlar olarak iki grupta incelenebilir. Makro düzeyde incelenebilen tehlike unsurları gözle görülebilen unsurlar olan böcek, sinek gibi haşerelerdir. Mikro düzeydeki unsurlar ise çıplak gözle görülemeyecek mikrobiyolojik tehlikelerdir. Bakterileri içeren bulaşma unsurları kimyasal ve fiziksel unsurlarla birlikte tüm bulaşma faktörlerinin %90'ını oluşturmaktadır. Bu nedenle tehlike unsurları açısından bakteriler birinci sırada yer alırken, virüslerin %6, kimyasal ajanların %3, parazitlerin ve fiziksel etkenlerin de %1 oranında bulaşmada etkili oldukları bildirilmektedir [17].

Normal şartlar altında mikroorganizmalar doğada her yerde bulunabilirler. Bu durum besinler için de geçerlidir ve besinlerde normal şartlar altında zararsız bir şekilde bulunabilen bu mikroorganizmalar besinin doğal florasını oluşturmaktadırlar. Doğal flora her yaşam alanı için karakteristiktir. Yaşam alanlarında doğal olarak bulunan bu mikroorganizmalar genellikle zararsız olmalarına rağmen bazı durumlarda patojenik veya toksijenik etki yaratabilirler. Besinlerde mikrobiyal gelişmeyi etkileyen etmenler Tablo 2.3'de gösterilmiştir [18].

Tablo 2.3: Besinlerde mikrobiyal gelişmeyi etkileyen etmenler [18]

Besinin yapısı **(İç faktörler)**	**Besine uygulanan ön işlemler**	**Üretim teknikleri**	**Çevre şartları**
• Besinin koloidal yapısı • Besin içeriği • Su aktivitesi • pH • Redoks potansiyeli • Antimikrobiyal bileşikler • Koruyucu biyolojik yapılar • Mikrobiyal yük	• Dondurma • Kurutma • Nemlendirme • Isıl işlem	• İşleme yöntemleri • Saklama, koruma yöntemleri • Depolama koşulları	• Oksijen • Bağıl nem • Sıcaklık • Işık • Çevresel gazlar • Gaz konsantrasyonları • Gaz basıncı

2.2. Toplu Yemek Üretiminde Çiğ Servis Edilen Sebzelerde Mikrobiyal Riskler ve Kontaminasyon Kaynakları

İnsanın en temel gereksinmelerinin başında gelen beslenme ihtiyacının güvenli besinlerle karşılanması insan sağlığı açısından vazgeçilemez bir zorunluluktur. Bu açıdan bakıldığında günümüzde nüfusun büyük bir çoğunluğunun en azından bir öğününü dışarıda tükettiği toplu beslenme kurumlarında besin güvenliğinin sağlanması büyük önem taşımaktadır. Endüstrileşmiş ülkelerde özellikle yaşanılan gıda kaynaklı enfeksiyon vakalarından %60'ının kötü gıda işleme tekniklerinin uygulanması veya besinlerin işlenmesi ve servisi sırasında gerçekleşen bulaşmalar sonucu olduğu bildirilmektedir. Bu nedenle toplu yemek üretimi gerçekleştiren kurumlarda gıda güvenliğine gereken hassasiyetin gösterilmesi bir kez daha önem kazanmaktadır. Ayrıca her besin maddesi

için gıda güvenliğinin sağlanması, yalnızca müşteri açısından değil, işletmelerin tüm paydaşları açısından da en önemli ve gerekli koşuldur [19, 20].

Gerek görsel gerekse yazılı basında, taze sebze ve meyve tüketiminin sağlık üzerine yararlı etkilerinin sıklıkla gündeme gelmesi, toplumda bu konudaki farkındalığın artmasına neden olmuştur. Dünya genelinde son yıllarda da taze meyve ve sebze üretiminde önemli bir artış görülmektedir. Taze sebze ve meyvede hasat oranı 1980 yılından 2004 yılına kadar %94 oranında artmıştır [21]. Üretimdeki artış beraberinde tüm toplumlarda tüketimdeki artışa da kaynak oluşturmuştur [22]. Bunun yanı sıra toplumda sebze ve meyvelerin sağlık yararları konusundaki farkındalık düzeyinin artması toplu beslenme hizmeti veren kurumlarda uygulanan menülerde de bu besinlerin verilme sıklıklarındaki artışa neden olmuştur. Tüm bu olumlu etkilerin yanında yapılan araştırmalar, tüketimdeki artışa paralel olarak taze meyve ve sebzelerin kaynak olarak görüldüğü gıda zehirlenme ve salgın vakalarında da hızlı bir artışa işaret etmektedir [21]. ABD'de yapılan bir çalışmada görülen tüm gıda kaynaklı salgınlar arasından taze besin kaynaklı salgınların oranının 1970-1990 yılları arasında <%1'den %6'ya yükseldiği görülmüştür. Yine aynı dönemde gıda kaynaklı hastalık vakalarından taze ürünlerle ilişkili bulunan bireylerin sayısı da <%1'den %12'ye yükselmiştir [23]. Avustralya'da yapılan bir çalışmada, 2001-2005 yılları arasında görülen tüm gıda zehirlenmeleri arasında taze besinlerin neden olduğu salgınların oranı %4 olarak bulunmuştur [23]. Hastalık Koruma ve Kontrol Merkezi (CDC)'nin verilerine göre taze meyve ve sebzelerle ilişkili bulunan zehirlenme vakaları 1973-1987 yılları arasında her yıl için ortalama %4.3'lük bir artış, 1988-1991 yılları arasında ise her yıl başına %9.75'lik bir artış ile iki katına çıkmıştır. ABD'de Kamu Yararı İçin Araştırma Merkezi (The Center for Science in the Public Interest)'nin taze meyve ve sebze kaynaklı olan besin zehirlenme vakalarına göre yaptıkları incelemelerde özellikle Brüksel

lahanası ve marul en sık zehirlenmeye neden olan besinler olarak gösterilmiştir [24].

Besin kaynaklı zehirlenmelerin görülme olasılığı üretim ve hizmet aşamalarının çeşitli noktalarında alınan önlemlerle, kontaminasyonun azaltılmasına bağlı olarak azaltılabilir. Temel nokta gıda kaynaklı yaygın salgınları önleyebilmektedir [23].

Hasat boyunca, sebzelerin yüzeyinde normal olarak gram negatif saprofit bakteriler bulunabilmektedir. Fakat bu bakterilerin yanı sıra sebze yüzeyinde patojen bakteriler de gelişebilir. Bu bakımdan sebzeler, dünya çapında besinsel kaynaklı salgınlara, gastroenterit ve kronik enfeksiyonlara neden olabilecek enterik bakteriler olan *Escherichia coli* ve *Salmonella spp.*'nın yoğun olarak bulunabileceği besin maddeleridir. Ayrıca sebzelerde, değişik sıcaklıklara karşı direnç gösteren, her yerde gelişebilen ve özellikle yaşlılarda, gebe kadınlarda ve bağışıklık sistemi bastırılmış kişilerde yüksek ölüm riski teşkil eden listeriozisin oluşumuna neden olan *Listeria monocytogenes* de bulunabilir [25].

Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliğine göre yıkanmış, doğrama ve paketleme işleminden geçmiş, ayrı ayrı veya karıştırılmış çiğ sebzeler ile dondurulmuş veya kurutulmuş sebzeler de bulunmasına izin verilen *Salmonella* spp., *L. Monocytogenes* ve *E. coli* O157:H7 miktarı 0 kob/25 g'dır [26]. Besin güvenliği merkezi (Centre for Food Safety (CFS))'ne göre ise tüm yiyecek gruplarında toplam *E. coli* düzeyinin en ideal halinin <20 kob/g olması gerektiği belirtilmekle birlikte, besinlerdeki miktarının 20-100 kob/g olmasına da izin verilmektedir. Ayrıca 25 g yiyecek örneğinde ise *Salmonella* spp., *L. Monocytogenes* ve *E. coli* O157:H7'nin gıdalarda bulunabilir düzeyi ise 0 kob/25 g olarak bildirilmektedir [27].

Meyve ve sebzelerin mikroflorasında bozulmaya neden olan bakteri, küf ve mayalar hakim florayı oluşturmalarına rağmen, daha az sıklıkla bulunan ve besin kaynaklı hastalıklara neden olan patojen bakteriler, parazitler ve virüsler de bulunabilmektedir. *Aeromonas spp.*, *Campylobacter spp.*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp.*, *Shigella spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Yersinia enterocolitica* ve bazı sporlu bakteriler (*Bacillus cereus*, *Clostridium botulinum*, *C. perfringens*) minimal işlem görmüş meyve ve sebzelerde bulunabilen patojen bakterilerdir. Meyve ve sebzelerde bulunabilen diğer patojen mikroorganizmalar ise virüsler (Hepatit A virüsü, Calicivirus, Norwalk-like virüs) ve parazitlerdir (Cryptosporidium parvum, Cyclospora cayetanensis, Giardia lambia) [28].

Kontaminasyon; hasat öncesi, hasat sonrası ve işleme gibi üretimin bütün aşamalarında gerçekleşebilir. Muhtemel bulaşma kaynakları toprak, gübre, insan ve hayvan feçesleri, sulama veya yıkama suları, buz, böcekler ve kuşlar gibi hayvanlar olabileceği gibi, kontaminasyon; besinin işlenmesi ve nakliye sırasında da olabilmektedir [29]. Özellikle *Clostridium botulinum*, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes* gibi patojen bakteriler topraktan, *Salmonella spp.*, *Shigella spp.*, *Escherichia coli* ve *Compylobacter spp.* gibi patojenler ise dışkı ya da kanalizasyon bulaşmış veya işlenmemiş sulama suları ile yüzey sularından sebzelere bulaşabilmektedir. Virüsler ve parazitler de dışkı, kanalizasyon ve sulama suları ile temas sonucu meyve ve sebzelere bulaşabilmektedir [25].

Hasat sonrası kontaminasyon kaynakları ise; ekipmanlar, taşıma araçları, böcek, toz, buz, dağıtım araçları, mutfakta üretim esnasında kullanılan ekipmanlar ve durulama, yıkama suyu, servis ekipmanları ile üretim ve servis personelidir. Tüm bu kontaminasyon kaynakları ve aşamaları göz önüne alındığında özellikle kontaminasyon

riski en yüksek olan temel basamaklar: tarlada hasat zamanı, mutfaktaki hazırlık aşaması ve servis aşamasıdır [30].

Üretim aşaması boyunca taze besinler yıkama suyu, soğuk tankları veya taşıma sırasında kullanılan buzlar gibi nedenlerle kontamine olabilirler. Aynı şekilde ön hazırlık ve hazırlık aşamalarında temiz olmayan ekipmanlar ve personelden kaynaklı çapraz bulaşmalar, yetersiz dekontaminasyon uygulanmaları, hatalı depolama sonucu oluşabilen çapraz bulaşlar, servis öncesi yapılan süsleme işlemlerinde el hijyeni yetersiz personel önemli kontaminasyon kaynakları arasında sayılabilir [28].

Patojen bakteriler çeşitli yollarla bitkilerin iç kısımlarına penetre olarak, buralara yerleşebilmektedir. Bakteriler su içerisinde bitkilerin sap kısımda bulunan bir yaradan ya da meyvelerin çanak kısmından girerek çekirdeğe doğru ilerleyerek meyvede veya yaprakta renklenmeye, çürümeye neden olabilirler. Patojen bakteriler kontamine sular yardımıyla kök kısmından da bitkiye nüfuz edebilirler [31]. Soğuk su içine daldırılan sıcak meyve ve sebzelerde besin içerisindeki hava azalır, iç kısma su girişi olur ve eğer kullanılan su dezenfekte edilmemiş ise tüm bu işlemler patojen mikroorganizmaların besine nüfuz etmesine neden olur. Ayrıca besinlerin yıkama işlemi öncesinde kesme işlemine tabi tutulması da kontaminasyon açısından risk teşkil eder. Yani bir besinin doğranması, dilimlenmesi ya da rendelenmesi yüksek patojen içeriği için bir neden teşkil eder. Bu nedenle, beslenme hizmeti veren kurum mutfaklarında kullanılan suyun hijyenik kalitesinin rutin aralıklarla incelenmesi ve doğrulanması önemlidir [23].

Patojen bakterilerle enfekte personel besin üretiminde önemli kontaminasyon kaynaklarındandır. Kontaminasyon yetersiz el hijyeni nedeniyle olabileceği gibi vücut yüzeyleri, deri döküntüsü, kesilmeler, öksürme, hapşırma ile damlacıklar yoluyla da gerçekleşebilir. Bu nedenle çalışan personelin sağlık taramalarının rutin aralıklarla yaptırılması, hasta

personelin de sağlık riski düzelene kadar çalıştırılmaması ve/veya üretim ve servis hattında bulundurulmaması, geri hizmetlerde çalıştırılması gerekmektedir.

2.3. Gıdalarda Patojen İndikatörler

Toplu beslenme hizmetlerinde hammadde temininden tüketimine kadar geçen süreçlerde gıdalarda farklı tür ve sayıda mikroorganizma bulunabilir. Hammadde içeriğinde belirli tür ve sayıda mikroorganizma varlığı doğaldır. Ancak üretim ve diğer hizmet süreçlerinde uygulanan proseslerde mikrobiyal florada değişiklikler meydana gelir. Mikroorganizma türü ve sayısı, proseslerdeki uygulamalara ve hijyenik koşullara bağlı olarak değişir [4].

Gıdaların hijyenik koşullarda üretilip üretilmediğinin ve patojen ve bozulma etkeni mikroorganizma varlığının anlaşılabilmesi için gıdada bulunan tüm mikroorganizmaların izole edilmesi mümkün değildir. Bu nedenle gıdalarda bazı mikroorganizma grupları ve türlerinin varlığı veya yokluğu gıda güvenliği indikatörü olarak kullanılmaktadır. Gıda güvenliği indikatörü olarak genellikle kullanılan mikroorganizmalar; koliformlar, enterokoklar, *E.coli* ve toplam mezofilik aerobik bakterilerdir [32].

İndikatör mikroorganizmalar gıda kalitesinden çok toplu beslenme hizmeti veren bir kuruluşta gıda güveliğine yönelik uygulanmaların ve genel sanitasyon koşullarının bir göstergesi olarak sıklıkla kullanılmaktadır. Genel olarak indikatör mikroorganizmalar, kontamine olmuş bir hammaddenin, uygunsuz şartlarda depolamanın ya da hijyenik açıdan eksikleri bulunan bir üretim sürecinin işareti olarak kabul edilir. Buna göre tüketime hazır gıdalarda sıklıkla kullanılan gıda indikatörleri aşağıda verilmiştir [33, 34]:

2.3.1. Koliformlar, Fekal koliformlar ve *E. coli*

Koliform grup bakteriler, fakültatif anaerob, gram-negatif, spor oluşturmayan çubuk şeklinde, 35°C'de 48 saatte laktozu fermente edebilen bakterilerdir. Bu bakteri grubu Gram negatif, sporsuz, çubuk şeklinde olan bakteriler olarak kabul edilmektedirler. Koliformlar, *Enterobacteriaceae* ailesi içerisinde bulunan dört grup bakteriden oluşur. Bunlar *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia* ve *Klebsiella*'dır. Koliform grup bakterilerin analizinde inkübasyon sıcaklığı olarak yaygın bir şekilde 35-37°C'de kullanılmakla beraber, uluslararası kuruluşlar tarafından 30°C ve 32°C inkübasyon sıcaklığı önerilmektedir. Bunlardan 30-32°C genel olarak proses kontrolü, 35-37°C ise ürünün potansiyel sağlık riski taşıyıp taşımadığının belirlenmesi amacıyla seçilir [1, 18].

Koliform bakteriler memeli hayvanların ve insanların bağırsaklarında doğal olarak bulunurlar [1, 35]. Koliformlar sıcakkanlı hayvanların bağırsaklarında bulunmalarından dolayı fekal bulaşmanın belirlenmesinde kullanılabilirler. Bağırsaklarda doğal olarak bulunmasına karşın bu gruptaki mikroorganizmaların diğer üyeleri olan *Enterobacter aerogenes*, *Citrobacter freundii* ve *Klebsiella preumoniaie* bitkilerde de bulunur [35]. Örneğin; 162 az işlenmiş yapraklı sebze üzerinde yapılan bir çalışmaya göre incelenen sebze örneklerinin %81,5'inde 3 log/g koliform bakteri kolonisi tespit edilmiştir [25]. Bu nedenle koliform bakterilerden *Escherichia coli* gibi fekal kaynaklı olanların yanı sıra bitki kaynaklılarının da olması nedeniyle koliform grup bakterilerin fekal bulaşın göstergesi olarak kullanılması her zaman doğru olmayabilir [32].

Koliform grup mikroorganizmalara pek çok besin hammaddesinde rastlanabilmektedir. Bunların başında; taze sebzeler, taze yumurta, çiğ süt, kanatlı etleri ve koliform bakımından sayıca zengin sulardan alınan kabuklu ve diğer su ürünleri gelmektedir. Gıdalarda koliform grubunun bulunması fekal bulaşın, enterik patojenlerin varlığının

ve hijyenik açıdan uygunsuzluğun bir göstergesidir. Örneğin; çiğ sütte koliform bakterilerin bulunması sağım ve muhafaza koşullarında önemli hijyenik sorunlara işaret eder. Benzer olarak, koliform grubu bakterilerin dondurulmuş sebze ve meyvelerde bulunuşu doğal yapılarında bulunması nedeniyle önemli bir risk teşkil etmezken, *E. coli*'nin varlığı hijyenik açıdan önemli risklerin göstergesi olarak kabul edilir [32].

Koliform grup bakteriler ve özellikle bu grup bakteriler arasında bulunan fekal koliformlar, *Enterobacteriacea* ve *E. coli* besine fekal bir kontaminasyonun olmuş olabileceğinin en önemli göstergeleri arasında yer alır. Hasat öncesi dönemde kontaminasyon kaynakları; toz, toprak, dışkı, sulama suyu, mantar ve böcek ilaçları, böcekler, yetersiz kompost gübre, evcil ve vahşi hayvanlar ile insanların temasıdır. Hasat öncesi dönemde özellikle dışkı ile kontamine olmuş sulama ile sebzelerin sulanması, kullanılan kontamine gübre ya da böcekler ve sineklerin etkisiyle direkt olarak dışkıya maruziyet sebzelerin bu dönemde fekal koliform bakteriler ve *E. coli* ile kontamine olmasına neden olur. Hasat sırasında veya sonraki proseslerde çalışan personelin özellikle tuvalet sonrasında hijyenik el yıkama uygulamalarının yetersiz olması da sebzelere, insan faktörünün rol oynağı çeşitli işlem basamaklarında fekal koliform ve *E. coli* kontaminasyonuna sebep olur. Tüm bu kaynaklar nedeniyle fekal koliform, *E. coli* yükü artmış olan ve ısıl işlem görmeden servis edilecek olan sebzelerde, eğer dezenfeksiyon işlemi de yetersiz kalırsa tüketiciler için büyük bir risk teşkil eder hale gelir [36, 37].

Enterobacteriacea kontaminasyonu yumurta sarısı kullanılarak hazırlanan besinlerde görülebilen bir durumdur. Yine aynı şekilde *Enterobacteriacea* ve *E. coli* kontaminasyonu salata grubu yiyecekler, dondurulmuş ve derin dondurulmuş hazır yemekler ve kısmen hazır yemek ile sofraya hazır getirilen ve tüketilmeden önce tekrar ısıtılması gereken yemekler için de risk teşkil ettiğinden dolayı, bu gıdalarda gıda indikatörü olarak kullanılmaktadır [33].

2.3.1.1. Escherichia coli

E. coli, özellikle fekal kontaminasyon ile ilişkilendirilen bir türdür. Buna rağmen *E. coli*, kontaminasyon kaynağının belirlenmesine izin veren bir indikatör değildir [1].

Patojenik *E. coli* suşları fekal kontaminasyon indikatörleri olmalarından ziyade, patojen olmaları bakımından önem taşır. Fekal koliformların varlığı, herhangi bir besine direkt olarak dışkı bulaşmasının olmasının yanı sıra, fiziki koşullar, ekipmanlar, toprak ve sulardan da bulaşma olabileceğini anlamına gelir. Fekal koliformların varlığı bir kuruluşta hijyenik standartlara ne derece uyulup uyulmadığının göstergesi olarak da değerlendirilmelidir [14].

Besindeki *E. coli* varlığı direkt ve kesin olarak enterik patojenlerin varlığına değil bu besinin yalnızca söz konusu patojenleri bulundurma riski taşıdığına işaret eder. Herhangi bir besinde yüksek düzeylerde *E. coli* varlığı besinin uygun olmayan ya da yetersiz hijyen ve sanitasyon koşullarında üretilip depolandığı konusunda da fikir verir. Bir yiyeceğin sanitasyon koşullarını sağlayıp sağlayamadığına genellikle *E. coli* üreme durumuna göre karar verilir [38].

E. coli suşlarının çoğu normal bağırsak apotojen olmasına karşın, bağırsak sistemi baskılanmış konaklarda veya bakterinin gastrointestinal bariyeri aşması durumunda normalde apotojen olan bu suşlarda infeksiyona neden olabilmektedir. Ancak bakterinin insanlar için patojen olan türleri 6 grupta toplanır [39]. Bunlar;

- Enteropatojenik *E. coli* (EPEC),

- Enterohemorajenik *E. coli* (EHEC),

- Enterotoksijenik *E. coli* (ETEC)

- Enteroinvasiv *E. coli* (EIEC)

- Difuz-Adhering *E. coli* (DAEC)

- Entero-agregativ *E. coli* (EaggEC) 'dir.

Özellikle besin kaynaklı hastalığa neden olma durumuna göre bakıldığında *E. coli*'nin EHEC (enterohemorojenik *E. coli*) ve EPEC (klasik enteropatojenik *E. coli*) gibi serotipleri diğer serotiplerine göre daha fazla tehlike arz ettiği görülmektedir. EHEC, *E. coli* tipleri içerisinde en önemlisi olup, ölümle sonuçlanan ve son yıllarda Dünya genelinde pek çok salgın, gıda kaynaklı enfeksiyondan sorumlu tutulan O157:H7 serotipini içermektedir. *E. coli* O157: H7'nin ana kaynağı sığırlar olarak kabul edilir. Bunun yanı sıra koyun, geyik, domuz, kedi, köpek ve kuşlar gibi diğer sıcakkanlı hayvanlarda da *E. coli* O157: H7 bulunabilmektedir. İnsanlara, taşıyıcı veya hasta hayvanla temas sonucu, kişiden kişiye bulaşma veya kontamine gıdanın tüketilmesi sonucu bulaşır. Suyun veya toprağın fekal yollarla kirlenmesi ise *E. coli* O157: H7'nin tarladaki ürünlere taşınmasına neden olur [14, 39]. CDC'nin verilerine göre 2006-2010 yılları arasında farklı ülkelerde de izlenebilen ıspanak ve marul kaynaklı *E. coli* O157:H7'nin neden olduğu 2 büyük salgın meydana gelmiştir [41]. Brezilya'da ise sebzeler üzerinde yapılan bir çalışmaya göre örneklerin %53,1'inde 1-6 log/g arasında *E. coli* varlığı tespit edilmiştir [25].

İngiltere ve Galler istatistiklerine göre 1996 yılında 2000 yılına kadar görülen 644777 bitkisel gıda kaynaklı hastalıklar arasında en sık rastlanılan 37496 vaka ile tüketime hazır salatalar gelmektedir. Salatalar arasında da özellikle en riskli görülen gıda birleşeni olarak fasulye filizi ve marul gösterilmiştir. Tüketime hazır salatalarda sıklıkla rastlanılan zehirlenme etkeni olarak ise birinci sırada *Salmonella* ve *E. coli* bulunduğu vurgulanmaktadır [40-42].

Amerika'da 1990-2004 yılları arasında gerçekleşen gıda zehirlenmelerinin araştırıldığı bir başka çalışmada çiğ tüketilen besinlerde en fazla zehirlenme nedeni olarak *E. coli* ve *Salmonella enterica* gösterilmiştir. Çalışmada incelenen tüm zehirlenme vakaları arasında %30 oranında sebze yaprağının sorumlu olduğu salgınlar görülmüştür. Bu %30'luk oran içerisinde de %48'inin *E. coli* O157:H7'nin neden olduğu zehirlenmeler olduğu bildirmiştir [43].

2.3.2. Enterokoklar

Enterokok grubu içinde yer alan *E. faecalis, E. faecium, E. durans, E.avium, E. casseliflavus* gibi mikroorganizmalar, genellikle tüketiciye sunmada çok daha önce hazır hale getirilen ve sunumdan önce de son bir ısıtma işleminden geçmesi gereken yemekler için risk teşkil eder. Özellikle bu tip yemeklerde yemek hazırlandıktan sonra yavaş soğutulması ve pişirme aşamaları arasında geçen bekleme sürelerinin uzunluğu ile bekletilme şartlarının da uygunsuz olması bu mikroorganizmaların sayısında hızlı bir artışa neden olmaktadır. Eğer üretici firma ile tüketim noktaları arasındaki mesafe de fazla ise ve bu taşıma sırasında gerekli koşulların sağlanmasına yeterli özen gösterilmemişse, mikroorganizma sayısında görülen bu artış daha da fazla olmaktadır. Tüm bu nedenlerden dolayı özellikle enterokok grubu mikroorganizmalar bu tip yiyeceklerde yukarıda belirtilen koşulların kontrolü amacıyla gıda indikatörü olarak kullanılmaktadır [33, 44].

2.3.3. Toplam Mezofilik Bakteriler

Toplam mezofilik bakteriler, oldukça geniş bir bakteri çeşitliliğini içeren bir mikroorganizma grubudur. Toplam mezofilik bakteri sayısı, genellikle besinlerde bulunan toplam bakteri yükünü ifade etmek için kullanılan bir terimdir. Besinde bulunan aerobik mezofilik mikroorganizma sayısı besinin kalitesini belirten mikrobiyolojik

göstergelerden biridir. Aerobik mezofilik mikroorganizmalar, numunenin herhangi bir kontaminasyona maruz kaldığının ve genellikle mikroorganizmaların çoğalmaları için uygun koşulların varlığının bir delilidir. Birçok sebepten ötürü bu parametre besinin işlenmesi, nakliye edilmesi ve depolaması gibi aşamalarda temizlik, dezenfeksiyon, sıcaklık kontrol işlemlerinin yeterli yapılıp yapılmadığının bir göstergesi olması açısından yararlıdır [38].

Bir besinde yüksek miktarda aerobik mezofilik bakteri bulunması, besinin insan veya hayvan kaynaklı patojenlerin gelişmesine imkan sağlayacak koşullarda üretilip depolandığını ve besinde bu tür patojenlerin bulunma olasılığının yüksek olduğunu gösterir. Buna ilaveten genelde patojen kabul edilmeyen bazı mezofilik bakterilerin de (*Proteus* türleri, *Enterococcus* türleri, mezofilik *Pseudomonas* türleri vb.) besinde yüksek miktarda bulunması durumunda hastalıklara neden olabilecekleri bildirilmektedir [38].

Mezofilik bakteriler, geniş bir mikroorganizma içeriğine sahip olduğu için normalde diğer yiyecek gruplarında indikatör olarak sıklıkla kullanılmasa da özellikle tüketime hazır halde sunulan salatalar, dondurulmuş gıdalar ve ısıtılarak servis edilen yiyecekler gibi daha riskli ve fazla işlem basamağından geçen yiyecekler için bir indikatör olarak kullanılabilmektedir. Aerobik mezofilik bakteriler genellikle salatalar, dondurulmuş yiyecekler ve tüketime hazır besinler için bir gıda indikatörü iken, anaerobik mezofilik sporlu bakteriler özellikle tüketilmeden önce tekrar ısıtma gerektiren yiyecekler için bir indikatördür [45].

2.3.4. Diğer Mikroorganizmalar

Diğer grup mikroorganizmalar arasında sayılabilecek olan *C. perfringens*, *B. cereus*, *Salmonella, S. aures, L. monocytogenes* ve *V.*

parahaemolyticus özellikle dondurulmuş gıdalarda indikatör olarak kullanılır [33].

Tüketime hazır halde bulunan ve tüketilmeden önce tekrar ısıtılması gereken yiyeceklerde indikatör olarak kullanılan diğer mikroorganizmalar; *Salmonella*, *S. aureus*, *B. cereus*, *C. perfringens*, mayalar ve küflerdir. Salatalarda ise özellikle çalışan personel kaynaklı olarak *S. aureus* diğer indikatör mikroorganizmalar arasında sayılabilir. Buna ek olarak *Shigella* ve *Salmonella*'da salatalarda gıda indikatörü olarak kullanılmaktadır [46].

Tablo 2.4' de mevzuata göre toplu beslenme sistemlerinde tüketime hazır gıdalar için mikrobiyolojik kriterler özetlenmiştir [47] .

Tablo 2.4: Toplu beslenme sistemlerinde tüketime hazır gıdalar için mikrobiyolojik kriterler [47]

Gıda	Mikroorganizmalar	Numune alma planı		Limitler (kob/g-mL)	
		n	c	m	M
Yıkanmış, doğrama ve paketleme işleminden geçmiş, ayrı ayrı veya karıştırılmış çiğ sebzeler ile dondurulmuş veya kurutulmuş sebzeler	*Salmonella* spp.	5	0	0/25 g-mL	
	L. monocytogenes	5	0	0/25 g-mL	
	E. coli O157:H7	5	0	0/25 g-mL	
Kurutulmuş veya dondurulmuş meyveler	Maya ve küf	5	2	10^4	10^5
Reçel, marmelat ve püreler	Maya ve küf	5	2	10^2	10^3
Konserve meyve ve sebzeler	Ticari steril	5	2	10^2	10^3
Tüketime hazır (pişirilmiş) her türlü et ve sebze yemeği vb.	*E. coli*	5	0	$<10^1$	
	S. aureus	5	2	10^2	10^3
	B. cereus	5	2	10^2	10^3
	Salmonella spp.	5	0	0/25 g-mL	
Tüketime hazır her türlü salata, şarküteri ürünleri ve soğuk mezeler vb.	*E. coli*	5	2	$<10^1$	10^1
	S. aureus	5	2	10^2	10^3
	Salmonella spp.	5	0	0/25 g-mL	
	L. monocytogenes	5	0	0/25 g-mL	

Tablo 2.4 (Devamı): Toplu beslenme sistemleri için tüketime hazır gıdalar için mikrobiyolojik kriterler [47]

Gıda	Mikroorganizmalar	Numune alma planı		Limitler (kob/g-mL)	
		n	c	m	M
Konserve et ve ürünleri	Ticari steril	5	2	10^2	10^3
Kürlenmiş ve kurutulmuş (pastırma, vb.)	Maya ve küf	5	2	10^3	10^4
	S. aureus	5	2	10^2	10^3
	C. perfringens	5	2	10^3	10^4
	Salmonella spp.	5	0	0/25 g-mL	
Fermente (sucuk vb.)	Küf	5	2	10^2	10^3
	S. aureus	5	2	10^2	10^3
	Salmonella spp.	5	0	0/25 g-mL	
	L. monocytogenes	5	0	0/25 g-mL	
	E. coli O157:H7	5	0	0/25 g-mL	
Tüketime hazır (pişirilmiş) her türlü unlu mamul (makarna, her türlü börek, lahmacun, pide, pizza, mantı vb.)	E. coli	5	0	<101	
	B. cereus	5	2	10^2	10^3
	Salmonella spp.	5	0	0/25 g-mL	
Tüketime hazır (pişirilmiş) her türlü tatlı (puding, muhallebi, krema, aşure, su muhallebisi vb.)	Maya ve küf	5	2	10^2	10^3
	S. aureus	5	2	10^2	10^3
	Salmonella spp.	5	0	0/25 g-mL	
	L. monocytogenes	5	0	0/25 g-mL	
Konserve hazır yemekler	Ticari steril	5	2	10^2	10^3
Isıl işlem görmüş et ürünleri (sosis, salam, kavurma, döner, köfte, jöle işkembe vb.)	Maya ve küf	5	2	10^2	10^3
	S. aureus	5	2	10^2	10^3
	C. perfringens	5	2	10^2	10^3
	Salmonella spp.	5	0	0/25 g-mL	
	L. monocytogenes	5	0	0/25 g-mL	
	E. coli O157:H7	5	0	0/25 g-mL	

*n: Numune Sayısı, c: Limitlerde belirtildiği kadar üreme görülmesi gereken numune sayısı, m: Minimum üreme, M: maksimum üreme

2.4. Toplu Beslenme Hizmetlerinde Karşılaşılan Mikrobiyal Riskleri Önlemeye Yönelik Stratejiler

Gıda güvenliğinin sağlanması, besinin kalitesi göz önüne alındığında kalitenin sağlanması açısından vazgeçilemez bir koşuldur. Bu nedenle gıda güvenliğinin sağlanmasına yönelik her uygulama besin kalitesinin sağlanmasını da doğrudan etkilemektedir. Üretimi tamamlanmış bir ürünü sadece son aşamada kontrol etmek besinin güvenliğini garanti edemez. Çünkü üretim süreci boyunca kontamine olmuş bir besin son ürün kontrolünde tespit edilemeyebilir. Bu bağlamda ihtiyaç duyulan şey doğrudan gıda güvenliği kontrolüne odaklanılmış bir yaklaşımdır [24].

Bu noktada üreticilerin geçmiş zamanlardan beri tüketiciye güvenli besin sunmalarını sağlamak adına çeşitli standartlar geliştirilmiştir. Amerika Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından 1998 yılında geliştirilen "Taze Sebze ve Meyveler İçin Mikrobiyal Gıda Güvenliği Tehlikelerini Azaltma Rehberi", "Besin Üreten İşletmeler için Sanitasyon Rehberi", "İyi Üretim Uygulamaları (GMP)" ve "Standart İşleme Prosedürleri (SOP)" bu standartlardan bazılarıdır. FDA tarafından 1998 yılında geliştirilen rehbere göre taze ürünlerin güvenliğini sağlamanın temel noktaları şunlardır [48]:

1- Düzeltici faaliyetlere başvurmaktansa, besinin bakteriler tarafından kontamine edilmeden önce korunması daha önemlidir.

2- Besin üretiminde iyi tarım ve iyi üretim uygulamalarının kullanımı gereklidir.

3- Taze ürünler, tarladan sofraya kadar geçen aşamaların herhangi birinde kontamine olabilirler.

4- Taze ürünlerde potansiyel bir kontaminasyon kaynağı olan sudan gelebilecek mikroorganizmalar minimum seviyede olmalıdır.

5- Gübre kullanımı gerekiyorsa hayvan gübresi tercih edilmelidir.

6- Taze ürünlerin üretiminde çalışan işçi ve personelin hijyen ve sanitasyon kurallarına uymaları önemlidir.

Günümüzde ise Kritik Kontrol Noktalarında Tehlike Analizi (HACCP) ve Uluslararası Standart Organizasyonu (ISO) tarafından yayınlanan ISO 22000:2005 Gıda Güvenliği Yönetim Sistemleri standardı gıda üretimi yapan işletmelerde gıda güvenliğini sağlamaya yönelik kullanılan en yaygın standartlardır [49].

2.4.1. Toplu Beslenme Sistemlerinde HACCP Yaklaşımı

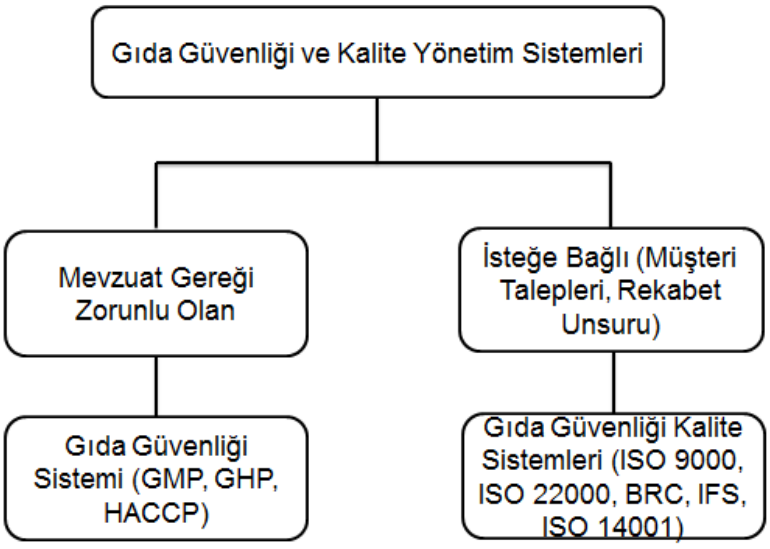
Dünyada güvenli ve kaliteli toplu yemek üretimi için mevcut sistemler şunlardır:

1. ISO-9001:2008 Kalite Yönetim Sistemi: Kurumun organizasyon yapısının ve üretim aşamalarının belirlenerek, kurum yürütmekte olduğu faaliyetlerin tanımlanması, kontrol altına alınması, denetlenmesi ve sürekli geliştirilmesi için kurulan yönetim sistemidir [49].
2. ISO-14001 Çevre Yönetimi Sistemi: Yürütülen faaliyetler sırasında ortaya çıkan çevresel atıkların (toprak, hava, su) tanımlanması, kontrol altına alınması, risklerin ve tehlikelerin oluşmadan önce belirlenerek bertaraf edilmesi için kurulan yönetim sistemidir [50].
3. OHSAS-18001 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi: Yürütülen faaliyetler sırasında riskli ve tehlikeli basamakların belirlenerek, bu basamaklarda risk oluşumundan önce bu riskin tespit edilerek hem işin güvenli yürütülmesi, hem de işçi sağlığının korunması için kurulan risk önleyici yönetim sistemidir [51].
4. ISO 22000:2005 Gıda ile ilgili faaliyetlerin tanımlanması, üretim aşamalarının belirlenmesi, hijyen ve sanitasyon kurallarının

tanımlanarak kontrol altına alınması ve risklerin bertaraf edilmesi amacıyla oluşturulmuş yönetim sistemidir [52].

5. ISO-27001 Bilgi Güvenliği Yönetim Sistemi: Yürütülen faaliyetleri sırasında ortaya çıkan dokümantasyon ve kayıtların, güvenlik açıklarının tanımlanarak kontrol altına alınması ve risklerin belirlenmesi amacıyla oluşturulmuş yönetim sistemidir [53].
6. ISO-10002 Müşteri Memnuniyeti Yönetim Sistemi: Yürütülen faaliyetleri sonucunda hizmet alan veya veren tarafların hizmet kalitesinin belirlenmesi ve hizmet seviyesinin sürekli geliştirilmesi amacıyla oluşturulmuş yönetim sistemidir [54].

Ülkemizde büyük çaplı işletmeler, bu sistemlerden birini veya birkaçını uygularken, orta ve özellikle küçük çaplı işletmeler sadece gıda güvenliği sistemini uygulayabilmektedir. Şekil 2.1'de zorunlu ve isteğe bağlı gıda güvenliği ve kalite yönetim sistemleri gösterilmektedir [17, 55].



*GMP: Good Manufacturing Practices, GHP: Good Hygiene Practices, BRC: British Retail Consortium, IFS: International Food Standard

Şekil 2.1: Zorunlu ve isteğe bağlı gıda güvenliği ve kalite yönetim sistemleri [17]

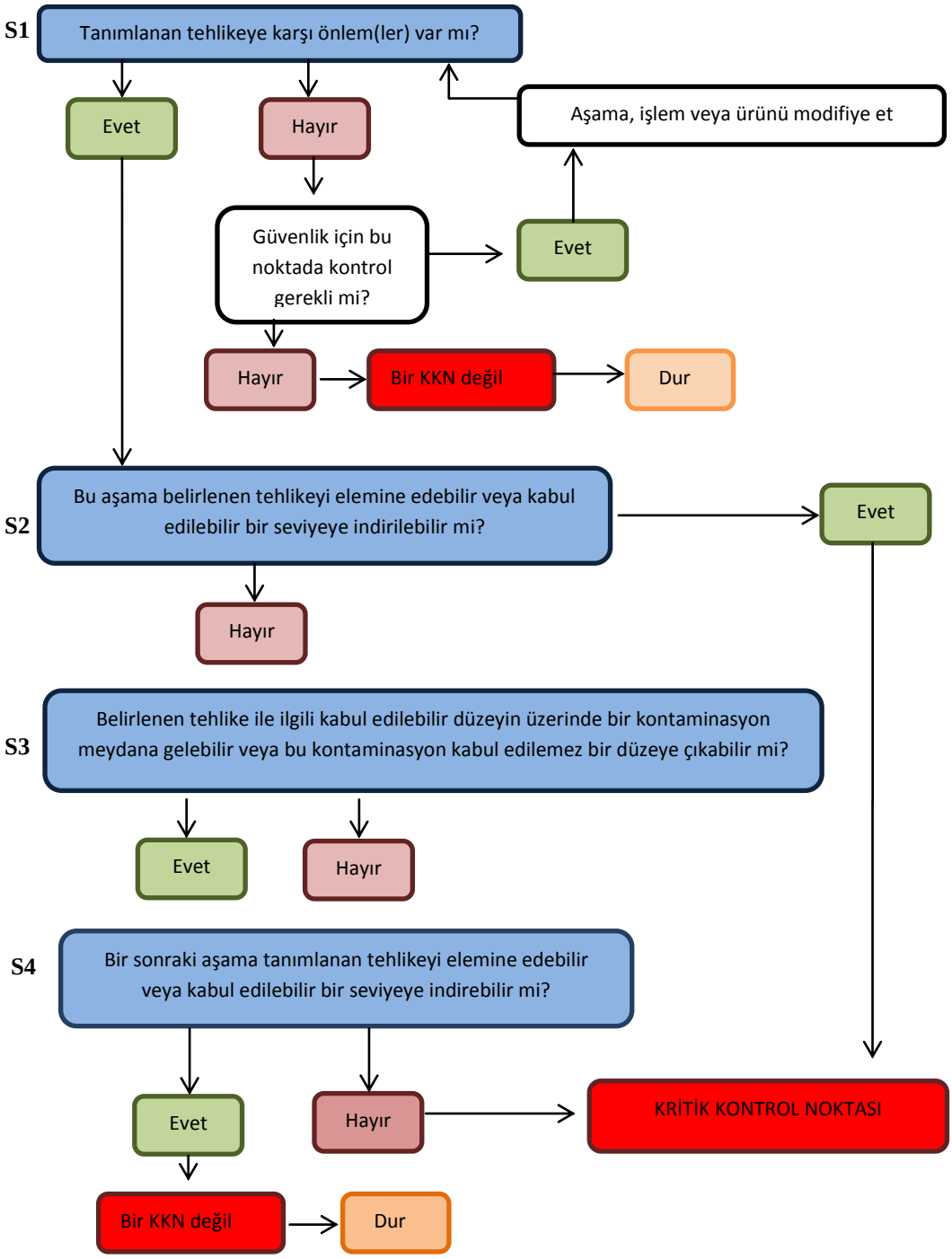
Temelde bir gıda güvenliği yaklaşımı olan HACCP sistemi, aynı zamanda bir kalite güvence sistemi olarak da toplu beslenme hizmeti veren kurum/kuruluşlarda uygulanmaktadır. Gıda sektörüne bakıldığında, insan sağlığının korunması, besinde gerekli olan kalitenin sağlanmasına yönelik arayışlar, HACCP gibi uygulamaların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu uygulamalardan GMP ve sanitasyon uygulamaları HACCP için bir ön hazırlık programları olarak kabul edilirken, HACCP sistemi üretim, depolama, taşıma da dahil olmak üzere her aşamada gıda güvenliğini sağlamaya yönelik bir sistemdir [4, 56]. HACCP, olası sorunları ortaya çıkmadan önce tanımlamak ve gıda güvenliği açısından risk teşkil eden besinlerin üretim basamaklarında kontrol ölçümlerini önceden belirlemeyi hedef alan bir sistemdir [24]. HACCP sistemi, toplu besleme hizmeti veren kurumlarda hijyeni sağlamak amacıyla 2001 yılında, Avrupa Birliği komisyonu tarafından ortaklaşa kabul edilen 2001/471/EC kararı ile üretim aşamalarında izleme ve kontrolün (kritik limitlerin) gıda güvenliğini sağlamak için zorunlu tutulduğu etkili bir gıda güvenliği yönetim sistemi olarak kabul edilmiştir [57, 58].

HACCP sistemi, günümüze kadar yapılmış olan gıda güvenliği konusunda geliştirilmiş en etkili risk yönetim sistemi olarak bildirilmektedir [59]. Bu sistemin temelinde yatan amaç; besinin tarladan sofraya kadar geçen tüm süreçler boyunca, kontaminasyona neden olabilecek biyolojik, kimyasal ve fiziksel tehlike noktalarını belirlemek ve belirlenen bu noktaları kontrol altına alarak güvenli gıda üretmektedir. HACCP, gıda sektörü için özelleştirilmiş bir sistem ve. insan sağlığı açısından düşünüldüğünde, besinlerde vazgeçilmez bir kalite sağlama aracı olarak da kabul edilmektedir [60].

HACCP besinlerin üretimi, dağıtımı ve kullanımı sırasında ortaya çıkabilecek tehlikelerin tanımlanmasına ve bu tehlikelerin ortaya çıkma olasılıklarının değerlendirilmesine yönelik sistematik bir yaklaşım

sağlar. Bir toplu beslenme kurumunda HACCP sisteminin uygulanmasına geçilmesi için gerekli olan ilk aşama tehlike analizinin yapılmasıdır. Tehlike analizlerinin yapılması ile üretimin her aşamasında oluşabilecek potansiyel tehlikelerin tümü ortaya koyulur ve bu potansiyel tehlikelerin ortaya çıkma olasılıkları ile yarattıkları tehlikenin şiddeti göz önüne alınarak değerlendirilmesi yapılır. Uzmanlık ve deneyim gerektiren tehlike analizleri aşamasının doğru bir şekilde yapılmaması, ilerleyen basamaklarda besini kontaminasyona açık hale getirebileceğinden, üretilen besinin istenilen güvenlik düzeyinde olmamasına yol açabilir. Tehlike analizleri genel olarak hammadde, kabul, depolama, üretim, sevkiyat ve servis aşamalarındaki tehlikelerin belirlenmesini ve belirlenen bu tehlikelerin değerlendirilmesini içine alır. Ürünün biyolojik, kimyasal, fiziksel güvenliğini ilgilendiren tehlikeler her ürün grubu için listelenir. Ürünün özelliği, işlem ve tüketici isteklerine dayanan çalışma ile ilgili tehlikeler belirlenir. Ürün akış diyagramında her bir işlem basamağında, ilgili tehlikelerin ortaya çıkış, artış ve süreklilik potansiyeli belirlenir. Bu potansiyel belirlenirken ekipman, çevre, personel kaynaklı tüm riskler göz önünde bulundurulmalıdır [61, 62].

Tehlike analizlerinin tespitinden sonra kritik kontrol noktalarının belirlenmesine geçilir. Kritik kontrol noktaları (CCP), belirlenen bir tehlikenin tanımlanan kontrol ölçütleri kullanılarak önlenebildiği, azaltılabildiği ya da tamamen ortadan kaldırılabildiği aşamayı belirtir. Bir basamağın kritik kontrol noktası olarak kabul edilebilmesi için gıda güvenliğini etkilemesi gerekir [60]. Her bir işlem basamağındaki tehlikeleri belirlemek için Şekil 2.2'de verilen soruları cevaplayarak o basamaktaki ilgili tehlikenin CCP olup olmadığına karar verilir. CCP sayısı, ürün/işlem niteliğine, karmaşıklığı ve hizmet kapsamına bağlıdır. Karar ağacının yanı sıra CCP belirlemede risk matriksi (Şekil 2.3) kullanılarak da ürünün risk değerlendirme puanı belirlenir. Her iki yöntemin kullanımı CCP'lerin gereksiz tekrarını önleyerek güvenli ürün elde edilmesine olanak sağlar [58, 61].



Şekil 2.2: KKN belirlenmesinde yararlanılan karar ağacı [58]

RİSK DÜZEYİ					
	ŞİDDET				
OLASILIK	ÇOK CİDDİ 5	CİDDİ 4	ORTA 3	HAFİF 2	ÇOK HAFİF 1
ÇOK YÜKSEK 5	YÜKSEK 25	YÜKSEK 20	YÜKSEK 15	ORTA 10	DÜŞÜK 5
YÜKSEK 4	YÜKSEK 20	YÜKSEK 16	ORTA 12	ORTA 8	DÜŞÜK 4
ORTA 3	YÜKSEK 15	ORTA 12	ORTA 9	DÜŞÜK 6	DÜŞÜK 3
KÜÇÜK 2	ORTA 10	ORTA 8	DÜŞÜK 6	DÜŞÜK 4	DÜŞÜK 2
ÇOK KÜÇÜK 1	DÜŞÜK 5	DÜŞÜK 4	DÜŞÜK 3	DÜŞÜK 2	DÜŞÜK 1

Şekil 2.3: Risk değerlendirme matriksi (5x5) [63]

2.4.2. Çiğ/Minimum İşlenmiş Sebzelerde Kritik Kontrol Noktaları ve Kontrol Önlemleri

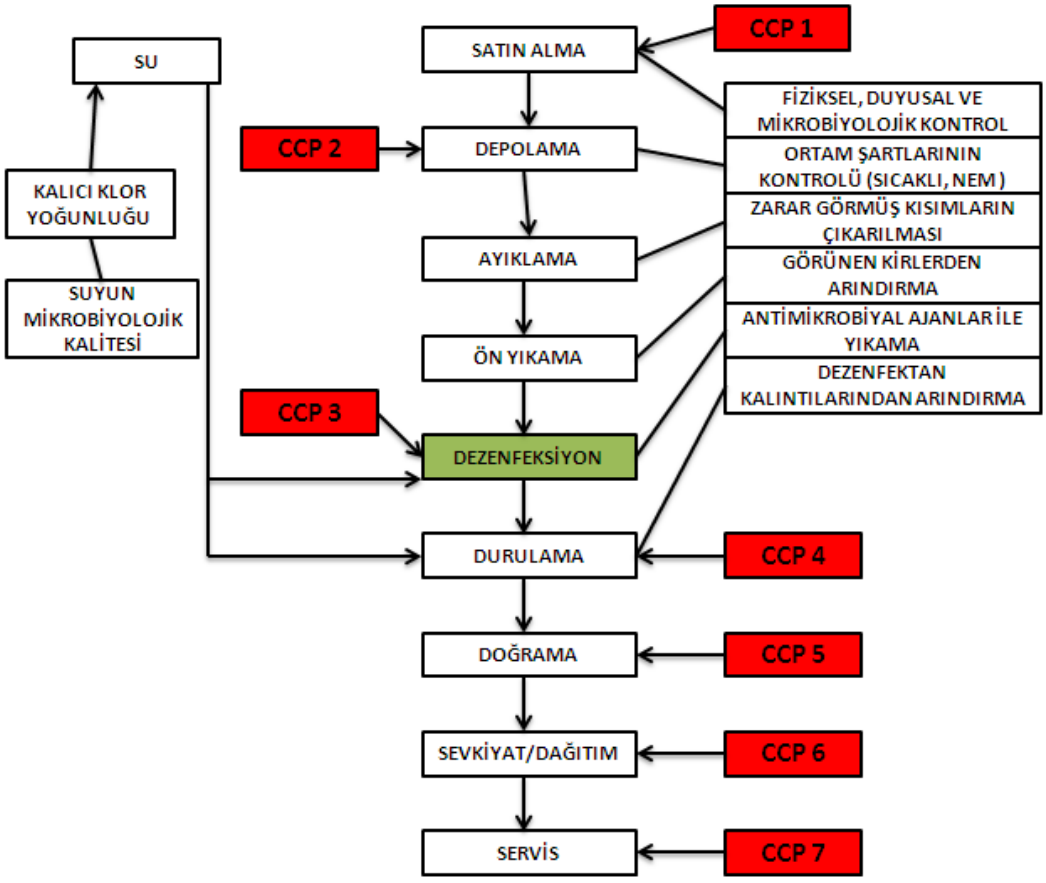
HACCP sisteminde toplu beslenme hizmeti veren kurumlarda besinlerin satın alınmasından başlayarak atıkların kaldırılması aşamasına kadar geçen tüm hizmet süreçleri boyunca gıda güvenliğinin sağlanması amacıyla her basamakta tehlike analizlerinin yapılarak kritik kontrol noktalarının belirlenmesi gerekmektedir. Besinlerde kirlenmeye neden olan etmenlerin kontaminasyonu, özellikle kritik kontrol noktalarında gerçekleştiği için her ürün grubunda kritik kontrol noktalarının belirlenmesi büyük önem taşır. Örneğin; potansiyel riskli besinlerde pişirme ve yeniden ısıtma aşaması, besine daha önceden bulaşmış kontaminantların bertaraf edilmesi açısından en son ve en önemli kritik kontrol noktaları olarak

gösterilmektedir. Potansiyel riskli besinler için pişirme aşamasında sağlanan uygun pişirme sıcaklığı ve süresi özellikle besinlerin mikrobiyal bulaşlar yönünden güvenli hale gelmesinde önemli bir süreçtir [64].

Toplu beslenme hizmeti veren kurumlarda tüketime hazır minimum düzeyde işlenmiş çiğ ya da yarı pişmiş servise sunulan salatalarda CCP'ler değerlendirildiğinde akış diyagramı çerçevesindeki tüm prosesler içinde patojenlerin kesin olarak etkisiz hale getirilebildiği bir basamak mevcut olmadığı belirtilmektedir [65].

Pişirilmeden tüketilecek ürünler tüketime hazır ürünler olarak kabul edilmelidirler ve bu besinlerde ilk etapta kirliliğin önlenmesi büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle mikrobiyal tehlikelerin engellenebileceği hazırlama, porsiyonlama ve servis basamaklarında gerçekleşebilecek herhangi bir kontaminasyon riskini önleyebilmek için, HACCP sistemi çerçevesinde çiğ olarak servis edilen besinlerde kritik kontrol noktalarının varlığı belirtilmiştir [24].

HACCP sistemine göre Şekil 2.4'de çiğ ya da minimum düzeyde işlenmiş sebzeler için akış şeması ve kritik kontrol noktaları gösterilmiştir.



Şekil 2.4: Çiğ ya da ısıl işlem görmeden minimum düzeyde işlenmiş salatalar için akış şeması ve kritik kontrol noktaları [24]

CCP'ler belirlendikten sonra en önemli nokta, tehlikeleri ortadan kaldıran veya tehlikelerin oluşumunu kabul edilebilir bir düzeye indiren önleyici tedbirler/kontrol faaliyetlerinin belirlenmesidir. Kuruluş:

1- Potansiyel tehlikelerin son ürüne geçmesinin önlenmesinde/azaltılmasında etkisi olan faaliyetlerini,

2- Proses parametrelerini,

3- Dış kaynaklı gerekliliklerini (üretilen ürünle ilgili yasal mevzuat gereği limit değerler ve standartlar) belirlenmelidir [55, 61].

Tablo 2.5'de taze sebze ve meyveler için olası tehlikeler ve kontrol faaliyetlerine örnekler verilmiştir

Tablo 2.5: Taze sebze ve meyveler için çeşitli hammadde, proses, vb. durumlarda oluşabilecek potansiyel tehlikeler ve kontrol faaliyetleri [55]

Tehlike Kaynağı	Potansiyel Tehlike	Önleyici Faaliyetler ve Kontrol Faaliyetleri
Hammadde	*C. botulinum*, *Salmonella*, *L. monocytogenes*, maya, küf	-Isıl işlemler (pastörizasyon, sterilizasyon) -Dezenfektanlı yıkama -Satın alma spekleri belirlenmek -Sertifikalı ürün alımı -Kullanım öncesi partinin analizi
Personel	*S. aureus*, *Shigella*, Streptococcus, Norwalk	-El dezenfeksiyonu -Maske kullanımı -Portör muayeneler -Mümkün olduğunca ürünle el temasının engellenmesi
Çapraz bulaşma	Çeşitli mikroorganizmalar	-Çiğ ve bitmiş ürün depolarının ayrılması -Çiğ ve bitmiş ürünün karşılaştırılmaması -Aynı ekipmanın kullanıldığı farklı ürünler arasında ekipmanın dezenfeksiyonu
Dezenfeksiyon	-Yeterli dezenfeksiyonun sağlanamaması nedeniyle besindeki mikroorganizma -Dezenfeksiyon sonrasında besinde kalan kimyasal kalıntı	-Dezenfeksiyon işleminin kontrolü (kullanılan kimyasal, konsantrasyon, süre, sıcaklık) -Dezenfeksiyon sonrası, hattın iyi durulanması ve durulama suyunda veya yüzeyde kimyasal madde kalıntısı analizi
Kullanılan ekipman	-Ürüne ağır metal kontaminasyon -Ürüne makine yağı, boya, conta, vida, vb. yabancı maddelerin karışması	-Kullanılan ekipmanların gıdaya uygun olması -Ekipmanlarda uygun makine yağı kullanımı ve ekipmanların uygun bakımı

Tablo 2.5 (Devamı): Taze sebze ve meyveler için çeşitli hammadde, proses, vb. durumlarda oluşabilecek potansiyel tehlikeler ve kontrol faaliyetleri [55]

Tehlike Kaynağı	**Potansiyel Tehlike**	**Önleyici Faaliyetler ve Kontrol Faaliyetleri**
Taşıma	Ürünün uygun olmayan taşıma koşullarında depolanması nedeniyle üründe patojen, küf, maya gelişimi	-Taşıma ve hijyen koşullarının kontrolü -Taşıma sırasında kullanılan ekipmanının bakımı -Kullanılan ekipmanların gıdaya uygun olması
Paketleme/Ambalajlama	-Paketleme materyalinden gıdaya kimyasal madde geçişi -Materyalin kendisinden ürüne yabancı madde karışması -Materyalin yırtık, delik olması	-Gıdayla temas eden materyalin gıdaya uygun olması -Mal kabulde ambalaj sağlamlığının kontrolü -Ambalaj materyalini satan tedarikçiden speklere uygunluk sertifikası istenmesi
Pestisitler ve benzeri kimyasal kalıntılar	Üründe tarım ilacı kalıntısı	-Ürünün satın alındığı tedarikçiden kullanılan tarım ilacı kalıntısının tüzüğün izin verdiği limitin altında olduğunu gösteren sertifika istenmesi
Depolama	Ürünün uygun olmayan depolama koşullarında depolanması nedeniyle üründe patojen, küf, maya gelişimi	-Depo şartlarının ve hijyen koşullarının kontrolü -Depo soğutma ekipmanının bakımı -FIFO'nun kullanılması
Servis	Ürünün uygun olmayan servis koşullarında sunulması ve servis alanında uzun süre bekletilmesi nedeniyle üründe patojen, küf, maya gelişimi	- Servis koşullarının kontrolü - Servis sırasında kullanılan ekipmanın hijyenik durumu ve bakımı

2.4.3. Kritik Kontrol Noktası – Yıkama ve Dezenfeksiyon İşlemleri

Bu basamakta daha önce görünen kirlerinden arındırılan sebzeler etkili bir şekilde yıkanır ve kimyasal ajanlar ile dezenfekte edilir. Bu basamaktaki amaç sebzelerin mikrobiyal yükünün azaltılması ve patojen mikroorganizma miktarının minimum seviyeye indirilmesidir. Bu aşamada su kullanılır. Fakat tek başına su kullanımı mikroorganizma yükünü azaltmada etkili olamayacağı için aynı zamanda biyositler (klor, ozon, asetik asit vb.) de kullanılır. Sebzelerin yıkanması için kullanılacak olan su yabancı maddelerden arındırılmış ve temiz su olmalıdır [24].

Sebzelerde özellikle yıkama suyu kritik bir öneme sahiptir. Genel olarak besinlerin tümünde olduğu gibi sebzelerde de yıkama, görünen kirlerden, pestisitlerden ve bir miktarda mikroorganizmalardan arındırmak için yapılan bir uygulamadır. Fakat bu aşamada eğer yıkama suyunda yeterli hijyenik koşullar sağlanamazsa, bu su sebzeleri temizlemekten daha ziyade özellikle mikrobiyal yükünün daha fazla artmasına neden olabilir. Hindi bağ üzerinde yapılan bir çalışmanın sonucunda özellikle yıkama sonunda çapraz kontaminasyon riskinde ve *E. coli* yükünde artış olduğu ve bunun nedeninin de hijyenik açıdan uygun olmayan yıkama suyundan kaynaklandığı tespit edilmiştir [66]. Yıkama suyunda yeterli kalite sağlandığında özellikle kontaminasyon riskinin azalacağı görüşü pek çok otoritenin ve araştırma sonucunun da yaygın yaklaşımı olarak kabul edilmektedir [66-69]. Bu nedenle ülkemizde mevzuata göre içme ve kullanma suları için Tablo 2.6'da belirtilen mikrobiyolojik kriterlerin sağlanması ve bu parametrelerin yine Tablo 2.7.'de belirtilen sıklıkla kontrolünün yaptırılması gerekmektedir.

Tablo 2.6: İçme ve kullanma suları için mikrobiyolojik kriterler [70]

Parametre	Değer (sayı/100 mL)
Escherichia coli (*E. coli*)	0
Enterokok	0
Koliform bakteri	0
P. aeruginosa	0/250
Anaerob sporlu sülfit redükte eden bakteriler	0/50
Patojen Stafilokoklar	0/100

Tablo 2.7: Bir dağıtım şebekesinden ya da bir tankerden sağlanan ya da gıda üretiminde kullanılan içme-kullanma amaçlı su için minimum numune alma ve analiz sıklığı [70]

Bir su şebekesi bölgesi içinde her gün dağıtılan ya da üretilen suyun miktarı (m^3)	Her yıl için kontrol izlemesi sayısı	Her yıl için denetleme izlemesi sayısı
≤100	2	1
(>100)-(≤1000)	4	1
(>1000)-(≤10 000)	4 (1000 m^3 üzerindeki her 1000 m^3/gün için 3 kontrol izlemesi daha ilave edilecektir.)	1 (1000 m^3 üzerindeki her 3300 m^3/gün için 1 denetim izlemesi daha ilave edilecektir.)
(>10 000)-(≤100 000)	31 (10.000 m^3 üzerindeki her 1000 m^3/gün için 3 kontrol izlemesi daha ilave dilecektir.)	3 (10.000 m^3 üzerindeki her 10 000 m^3/gün için 1 denetim izlemesi daha ilave edilecektir.)
>100.000	301 (100.000 m^3 üzerindeki her 1000 m^3/gün için 3 kontrol izlemesi daha ilave dilecektir.)	10 (100.000 m^3 üzerindeki her 25 000 m^3/gün için 1 denetim izlemesi daha ilave edilecektir.)

FDA, meyve ve sebzelerin sanitasyonunu halk sağlığını tehdit eden ve istenmeyen diğer mikroorganizmaların inaktivasyonu veya sayılarının azaltılması için uygulanan, ürünün kalitesini bozmayan ya da tüketiciler için ürünü riskli hale getirmeyen işlemler olarak tanımlamaktadır [28]. Yiyecek işletmelerinde uygulanan dezenfeksiyonun amacı, mikroorganizma sayısını besini bozabilecek veya tüketicinin sağlığını olumsuz yönde etkileyecek düzeyin altına indirmektir. Bu amaç doğrultusunda besine kontamine olmuş mikroorganizmaların ortamdan

uzaklaştırılması, üremelerinin önlenmesi ve yeniden bulaşmalarının engellenmesi gerekmektedir [17]. Bu konuda Ankara'da yerel marketlerden toplanan 16 örnek üzerinde yapılan bir çalışmada sadece musluk suyu ile yıkanan sebzelerin başlangıçtaki mezofilik aerobik ve toplam koliform bakteri yükünde herhangi bir azalma olmadığı belirtilmiştir. Yapılan çeşitli çalışmalarda da sadece su ile yıkamanın 1 log'dan daha fazla azalmaya neden olamadığı gösterilmiştir [71, 72]. Bununla birlikte yapılan çalışmalarda herhangi bir dezenfektan madde kullanılarak gerçekleştirilen dezenfeksiyon işlemi sonucunda sadece *E. coli* O157:H7 yükünde 1.63-4.3 log kob/g arasında değişen miktarlarda azalma görüldüğü bildirilmiştir [73-75]. Dezenfektan kullanılarak yapılan uygulamalar sonucunda toplam patojen bakteri ve mezofilik aerobik bakteri sayısında ise 1.5 ile 7 log kob/g arasında azalmalar tespit edilmiştir [69, 76-78].

2.4.4. Besinlerde Kullanılan Dezenfeksiyon Yöntemleri

Toplu tüketim yerleri için iyi hijyen uygulamaları rehberine göre dezenfeksiyon; gıda maddelerine ve gıda ile temasta bulunan madde ve malzemelere bulaşmayı önlemek amacıyla, gıda maddelerinin ve gıda ile temasta bulunan madde ve malzemelerin özelliklerini etkilemeden fiziksel ve /veya kimyasal yollarla ortamdaki mikroorganizmaların arındırılması işlemi olarak tanımlanmaktadır. Yine aynı rehbere göre, işyerinde temizlik ve dezenfeksiyon amacına yönelik olarak kullanılan maddelerle bazı gıda ve gıda ile temasta bulanan madde ve malzemelerin güvenilir hale getirilmesi amacıyla kullanılan dezenfektanlar Sağlık Bakanlığı'ndan onaylı olmalıdır [79].

Yiyecek işletmelerinde genel olarak kullanılan üç tip dezenfeksiyon işleminden bahsedilebilir [17, 80]:

- Fiziksel dezenfeksiyon
  - Buharla ile yapılan dezenfeksiyon

- Sıcak su ile yapılan dezenfeksiyon
- Radyasyon yoluyla yapılan dezenfeksiyon
- Kimyasal dezenfeksiyon
  - Hücre zarına etki eden dezenfektanlar
  - Hücre proteinlerini denatüre eden dezenfektanlar
  - Mikroorganizmaların enzimlerinin işlevlerini bozan dezenfektanlar

Toplu beslenme yapılan kurumlarda dezenfeksiyon işlemleri fiziksel yöntemlerin çiğ tüketilen sebzelerde uygulanabilirliğinin sınırlı olması nedeniyle daha çok kimyasal maddelerle yapılır.

2.5. Dezenfektanların Etki Mekanizmalarına Göre Sınıflandırılması

2.5.1. Mikroorganizmanın Hücre Zarına Etki Eden Dezenfektanlar

Hücre zarı tüm canlılarda olduğu gibi mikroorganizmalar için de hayati öneme sahiptir. Dezenfektanlar içinden özellikle yüzey aktif maddeler, fenoller ve organik çözücüler hücrenin sitoplazma zarının yapısını bozarak hücrenin aktif transport yapmasını engeller ve hücrenin enerji metabolizmasını bozar.

Yüzey aktif dezenfektanlar: Bu grupta yer alan dezenfektan maddeler, katyonik (benzalkonium klorür), anyonik (sabunlar ve yağ asitleri) ve noniyonik özellikte olmak üzere üçe ayrılır.

Fenol ve fenol bileşikleri: Hücre proteinlerini denatüre ederek hücre yapısını bozan fenolik bileşiklerini yerini günümüzde daha az toksik etki gösteren alkil (krezol) ve klor (heksaklorofen) türevleri almıştır.

Organik çözücüler: Alkol, eter, kloroform gibi maddelerin bulunduğu bu grup dezenfektanlar arasından en sık kullanılanı alkoldür.

En etkili konsantrasyonu olan %70 oranında kullanıldığında alkol, protein denatürasyonuna neden olur. Ancak alkolün sporlu bakteriler üzerinde herhangi bir etkinliği bulunmamaktadır [45, 46, 81].

2.5.2. Hücre Proteinlerini Denatüre Eden Dezenfektanlar

Proteinler her canlı hücresinde olduğu gibi mikroorganizmalarda da hayati fonksiyonlara görev alan moleküllerdir. Proteinler üzerinde etkili olan dezenfektanlar, proteinlerin işlevini sürdürebildiği normal molekül yapısını bozarak proteinlerin denatüre olmasına neden olurlar. Böylece bakteri hücresinin normal fonksiyonlarını yerine getirmesi engellenmiş olur. Asit, alkol, alkali, aseton ve organik çözücüler protein denatürasyonu ile dezenfeksiyon sağlayan maddelerdir [46].

2.5.3. Enzimlerin İşlevini Bozarak Etki Gösteren Dezenfektanlar

Ağır Metal Tuzları: Civa, gümüş, bakır tuzları gibi metal tuzlarının bulunduğu bu grup dezenfektanlar, enzimlerin sülfidril grupları ile birleşerek etkinlik gösterirler. Fakat civa bileşikleri önemli yan etkileri ve antiseptik etkisinin az olması nedeniyle günümüzde çok sık tercih edilmemektedir.

Okside Edici Maddeler: Hidrojen peroksit, potasyum permanganat, ozon, brom, iyot, klor ve klor vericiler (sodyum hipoklorit, kloraminler) oksitleyici özellikleri nedeniyle enzimlerin işlevini bozdukları için bu grup dezenfektanlar arasında yer alırlar.

Alkilleyici Maddeler: Bu grup dezenfektanlar arasında yer alan formalin yüksek konsantrasyonlarında tüm mikroorganizmalar üzerinde öldürücü etki gösterir. Yine bu alkilleyici bir dezenfektan olan etilen oksit ve polietilen ise genellikle ekipman sterilizasyonunda kullanılır [46, 81].

2.5.4. Nükleik Asitler Üzerine Etki Eden Dezenfektanlar

Mikrobiyolojide mikroorganizmaların boyanmasında kullanılan kristal viyole, malaşit yeşili, brillant yeşili, fuksin, metilen mavisi ve akridin bu grupta yer alır. Bu boyalar nükleik asitlerle bileşik yaparak bu maddelerin inaktivasyonuna neden olur [45, 81].

2.6. Çiğ Sebze ve Meyvelerin Yüzey Dekontaminasyonunda Sıklıkla Kullanılan Dezenfektanlar ve Etki Mekanizmaları

2.6.1. Klorlu Bileşikler

Klor, sebzeleri dezenfekte etmek amacıyla toplu beslenme kurumlarında sıklıkla kullanılan etkili bir kimyasal ajandır. Dezenfektan olarak yaygın kullanımı olan klor bileşikleri sodyum hipoklorit (NaOCl), kalsiyum hipoklorit ($Ca(OCl)_2$), klor dioksit (ClO_2), lityum hipoklorit, klorlu trisodyum fosfat ve klorlu zosiyanürattir. Özellikle hipokloritler ekonomik olmaları, doğru kullanımlarında sağlık riski oluşturmamaları, toksik kalıntı bırakmamaları ve çoğu mikroorganizma üzerinde etkili olmaları nedeniyle besin sanayiinde geniş kullanım alanına sahiptirler [1]. Dezenfeksiyon olarak önerilen klor miktarı pH 8'in altında 1-2 dakikalık temas süresi içinde 50-200 ppm'dir [82].

Yapılan çeşitli çalışmalarda klorun 200 ml/L kullanımında ortalama 1-5 dakika sürenin sonunda toplam koliform bakteri ve mezofilik aerobik bakteri sayısında belirgin bir azalma gözlemlenmiştir [71], [83]. Allende ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada, 100 ml/L'de 1 dakika klorlu suda (pH 6.5) bekletilen marulların mikrobiyal yükünde 2 log azalma olduğu görülmüştür [84]. Yine klorla yenilebilir bitkiler üzerinde yapılan bir dezenfeksiyon çalışmasında, 200 ppm klorla dezenfeksiyon sonunda *E. coli* miktarında 2.5 log kob/g azalma belirlenmiştir [85].

2.6.1.1. Elementer Klor (Klor Gazı)

Elementer klor en yaygın kullanılan klor formlarından biridir ve aynı zamanda klor formları içerisinde en ucuz olanıdır. Basınçlı tanklarda sıvılaştırılmış gaz halinde taşınır ve depolanır. Bu form için şu ana kadar belirtilmiş herhangi bir raf ömrü yoktur. Yani sonsuza kadar depolanabilir olduğu söylenmektedir. Klor gazının dezenfektan etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada enginar 200 mg/L klor ile muamele edilmiştir. Beş dakikalık dezenfeksiyon işleminin sonucunda toplam mezofilik bakteri yükünde 2.4 log kob/g azalma görülmüştür [86]. Fakat klor gazının tehlikeli bir gaz olduğu ve bu nedenle kullanımı sırasında dikkatli olunması, tecrübeli bir kişi tarafından kullanılması gerekliliği unutulmamalıdır [87].

2.6.1.2. Sodyum Hipoklorür

Sodyum hipoklorür veya bilinen adıyla çamaşır suyu, sodyum hidrokside elementer klor ilave edilmesi ile üretilir. Sodyum hipoklorür solüsyonları genel olarak %5-15 oranında klor içerir. Sodyum hipoklorür elementer klora göre daha az zararlı ve daha az tehlikeli bir klor formudur.

Sodyum hipoklorid kullanılarak 70 ppm klorlu su ile marul yapraklarının dezenfekte edildiği bir çalışmada 60 saniyelik birinci yıkama sonunda 1 log kob/g, 30 saniyelik ikinic yıkama sonunda ise 0.6 log kob/g azalma olduğu görülmüştür [88]. Fakat elementer klorla kıyaslandığında sodyum hipokloridin raf ömrü sınırlıdır ve daha pahalıdır. Ayrıca suya katıldığında inorganik yan ürünler (klorat, klorür ve bromat) oluşturabilmektedir. Sodyum hipoklorür yüksek düzeyde korozif etkiye neden olduğu için birçok kimyasala göre çalışılmasında daha fazla özen gösterilmesi gereken bir bileşiktir [87].

2.6.1.3. Kalsiyum Hipoklorür

Kalsiyum hipoklorür beyaz ve katı görünümde bir maddedir. Yaklaşık %65 oranında klor içerir. Sodyum hipoklorürden daha dayanıklıdır ve raf ömrü daha uzundur. Fakat buna ilave olarak kullanmadan önceki hazırlık aşaması fazla işlem gerektirir. Kalsiyum hipoklorürün kullanıldığı bir çalışmada yonca tohumları %3'lük kalsiyum hipoklorürü ile 10 dakika muamele edildiğinde *E. coli* ATCC 25922 yükünde 4.13-4.2 log kob/g azalma olduğu belirlenmiştir [89].

Kalsiyum hipoklorürün hazırlık aşamasında ve kullanımı sırasında yangın ve patlama oluşma olasılığı yüksektir. Elementer klora göre daha pahalıdır. Ayrıca suyla karıştırıldığında sodyum hipoklorür gibi inorganik yan ürünler (klorat, klorür ve bromat) oluşabilir [87].

2.6.1.4. Kloraminler

Kloraminler belirli miktarlardaki klor ve amonyağın sulu ortamda birleştirilmesi ile elde edilirler. Kloraminler klora kıyasla daha güçsüz olduğu için genellikle tek başına kullanımı tercih edilmez. Kloraminler ortamda uzun süre etkinliğini kaybetmeden ve bozulmadan kalabilen maddelerdir. Ayrıca dezenfeksiyon sonrasında klora göre çok daha az yan ürün oluşumu görülür. Kullanımı sırasında trihalometan, haloasetik asit oluşumu daha azdır, bromürü bromine okside etmez ve sonuçta braminatlı yan ürünler meydana getirmez. Tat ile koku giderici özelliği de bulunan kloraminlerin, suya tat ve koku katma özelliği de klordan daha düşüktür. Kloraminlein dezenfektan olarak kullanıldığı bir çalışmada 2 mg/L monokloramin ile muamele edilen *E. coli* kolonilerinin 20 dakika sonunda ortamda hiç bulunmadığı tespit edilmiştir [90].

Kloraminlerin okside etme yeteneği göz önüne alındığında klora göre daha zayıftırlar. Yüksek dozlarında klorda gözlenen irritasyonlar kloraminlerde de oluşabilir ve etkinliğini gösterebilmesi için gereken süre

uzundur. Ayıca sağlık üzerine etkileri tam olarak bilinmeyen dezenfeksiyon yan ürünleri oluşumu kloraminlerde de gözlenebilir [87].

2.6.1.5. Klor Dioksit (ClO_2)

Genellikle sodyum klorür ile elementer klorun birleşimi ile oluşan klor dioksit, kullanımdan kısa bir süre önce ve genellikle klor dioksit jeneratörlerinde hazırlanması gereken bir bileşiktir. Klor dioksit, klor bazlı bir dezenfektan olmasına rağmen neredeyse tüm özellikleri klordan farklıdır. Sıvı hali sıvı içinde çözünmüş gaz şeklindedir ve uçucu bir bileşik olduğu için çözündüğü sıvıdan kolayca ayrılabilir. Çözünürlüğü çözücünün pH'sından çok fazla etkilenmez [76].

Klor dioksit güçlü bir dezenfektan olduğundan dolayı en çok tercih edilen oksidandır. Singh ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada 10 mg/L ClO_2 ile 10 dakika boyunca muamele edildiğinde marul örneklerinin *E. coli* O157:H7 yükünde 1.48-1.97 log kob/g azalma meydana geldiği belirlenmiştir [73]. Yine sebzeler üzerinde yapılan bir başka çalışmada ise 0.62-1.24 g/L düzeyinde ClO_2 ile dezenfekte edilen örneklerin E*. coli* O157:H7 yükünde 3-6 log kob/g azalma olduğu tespit edilmiştir [74]. Yapılan bir başka çalışmada ise 100 mg/L ClO_2 ile 1 dakika işlem gören marul örneklerinde *Enterobacter sakazakii* yükünde 4.05 log kob/g azalma belirlenmiştir [91]. Fakat tüm bu olumlu etkilerini yanı sıra klor dioksittin suya ilave edildiğinde oksidasyon özelliğine sahip bir yan ürün oluşumuna neden olduğu unutulmamalıdır.

2.6.1.6. Klorlu Bileşiklerin Antimikrobiyal Etkinliği

Klorun inhibitör veya antimikrobiyal etkinliği, mikroorganizmalar ile temas eden su içindeki hipokloröz asidin miktarına bağlı olarak değişebilmektedir. Hipokloröz asit, taze meyve ve sebzelerde yaygın olarak bulunan patojen mikroorganizmalara karşı en yüksek düzeyde bakterisidal aktiviteye sahip serbest klor formudur [92]. Serbest

klorun bakterisidal aktivitesi kullanılan suyun pH'sına, sıcaklığına, suda organik madde bulunup bulunmadığına, besinle temas süresine, ortamın ışık düzeyine, havaya ve ortamda bulunan metallerin varlığına bağlı olarak değişebilir [82]. Klorlu bileşiklerin mikroorganizmalar üzerindeki antimikrobiyal aktivitesinin nasıl gerçekleştiği birkaç farklı teori ile açıklanabilmektedir. Ancak kesin bir yargıya henüz varılamamıştır.

Serbest klorun hücre zarındaki proteinlerle birleşmesi sonucunda oluşan kloramin (N-kloro) bileşenleri hücre zarından difüzyonunun etkin olarak yapılamamasına neden olmaktadır ve difüzyondaki bu aksama nedeniyle hücre metabolizması bozularak antimikrobiyal etkinlik gerçekleşmektedir. Ayrıca klorun, yaşamsal faaliyetlerin gerçekleşmesinde kilit rol oynayan enzimatik reaksiyonları, bu reaksiyonlarda görev yapan enzimlerin -SH gruplarını oksitleyerek engellediği belirtilmiştir. Bütün bunların yanı sıra serbest klorun bakteri sporları üzerindeki etkinliğinin bakterinin çimlenme mekanizmasını önlemesinden ileri geldiği de belirtilmektedir [1, 90].

Beuchat suya klor eklendiğinde görülen reaksiyonları şu şekilde açıklamıştır [93]:

1- Yıkama suyuna gaz haldeki klorun eklenmesi:

$$Cl_2 + H_2O \longrightarrow HCOl + H^+ + Cl^-$$

Bu reaksiyonda klor, reaksiyon sonunda hipokloröz aside (HCOl) ve hidrojen (H^+) , klor iyonlarına (Cl^-) hidrolize olur. Oluşan hipokloröz asit klorun antimikrobiyal özelliklerinin birincil sebebidir [1].

2- Yıkama suyuna sodyum hipoklorit (NaOCl) ve kalsiyum hipoklorit ($Ca(OCl)_2$) gibi sıvı haldeki klorun eklenmesi:

$$NaOCl + H_2O \longrightarrow NaOH + HCOl$$

$$Ca(OCl)_2 + 2H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + 2HCOl$$

Bu reaksiyonlarda sodyum ve kalsiyum hipoklorit sırasıyla reaksiyon ürünü olan hipokloröz aside ve sodyum hidroksit (NaOH) ile kalsiyum hidroksite $Ca(OH)_2$ hidrolize olurlar.

Sonuç olarak klorun gaz ya da sıvı formda eklendiği her iki durumda da klorun en etkili antimikrobiyal fraksiyonu olan HCOl oluşmaktadır. Oluşan hipokloröz asit, suda aşağıdaki reaksiyonda görüldüğü gibi hidrojen iyonu (H^+) ve hipoklorit iyonlarına (OCl^-) ayrışabilir:

$$HCOl \longleftrightarrow H^+ + OCl^-$$

Hipokloröz asidin hidrojen iyonu ve hipoklorit iyonlarına ayrışması yıkama suyunun pH'sına bağlıdır. pH 7'nin altında olduğu durumlarda hipokloröz asidin büyük çoğunluğu ayrışmamış haldedir. pH 5'in üstüne çıkıldığında ayrışmış hipokloröz asit oranı da en yüksek seviyesine çıkar. pH'nın 4'ün altına düşmesi halinde ise sağlık riski oluşturan klor gazının oranı artarken, pH 4'ün üzerine çıktığında HCOl'nin OCl^-'ye oranı düşer. OCl^-, HOCl'ye göre daha az antiseptik özellikte olduğundan dolayı yüksek antimikrobiyal etkinlik için klor içerikli bir dezenfektanın pH'sı 6.5 ile 7.5 arasında olmalıdır. pH 8 olduğu durumlarda ise ayrışmamış hipokloröz asit oranının %25'ten daha az olduğu görülmüştür.

2.6.2. Organik Asitler ve Tuzları

Meyve ve sebzelerde doğal olarak bulunabilen veya fermentasyon sonucunda birikerek oluşan organik asitler, kimi mikroorganizmaların üremesini yavaşlatırken, kimi mikroorganizmaların üremesini ise engellemektedir [94].

İnsanlarda besinsel kaynaklı hastalıklara neden olan patojen bakteriler pH=4'ün altında gelişemezler ki, insanlar tarafından tüketilen çok sayıda meyvenin asidik pH'ya sahip olması nedeniyle bu besinler patojen mikroorganizmaların çoğalması için uygun ortam oluşturmamaktadır. Buna karşın birçok sebzenin ve kavun gibi bazı meyvelerin pH'sı ise patojen mikroorganizmaların gelişebileceği aralıkta yer almaktadır [1].

Meyve ve sebzelerde doğal olarak bulunan ya da dışarıdan ilave edilen organik asitlerin bazıları ilk olarak küflere etki ederken, çoğu organik asitler bakteriyel çoğalmayı engellemede daha etkindir. Asetik asit, sitrik asit, süksinik asit, malik asit, tartarik asit, benzoik asit ve sorbik asit gibi asitler birçok meyve ve sebzede doğal olarak bulunabilen temel organik asitlerdir [93].

Organik asitlerin etki mekanizması direkt olarak pH'yı düşürmeleridir. Çözünmemiş asit molekülünün iyonizasyonu ile mikrobiyal hücrelerin hücre içi pH dengesi bozulur ya da hücre membranının geçirgenliği değişerekk substrat transferi engellenmiş olur. Organik asitler substrat transferini engellemelerinin yanı sıra, NADH okside olmasını da engelleyebilmektedir. Bu şekilde de elektron transfer sistemindeki indirgeme ajanlarının kaynaklarını saf dışı bırakmış olur [94].

Asit molekülünün çözünmemiş kısmı antimikrobiyal aktiviteden birinci derecede sorumludur. Bu nedenle belirli bir pH'da asidin antimikrobiyal açıdan etkinliği asidin ayrışma sabitine (pKa) bağlı olarak değişir. Birçok organik asidin pKa'sı pH 3 ve 5 arasında olduğundan yüzey dezenfeksiyonu açısından düşünüldüğünde, asidik yapısından dolayı en etkin şekilde dezenfeksiyon meyvelerde gerçekleştirilir. Sebzeler için ise bir organik asitle yıkanıp arkasından asidi uzaklaştırmak amacıyla suyla yıkanma yapılması da kısmi bir dezenfeksiyon sağlayabilir.

Organik asitlerin, özellikle de laktik asidin yıkama ve sprey şeklinde sığır eti, koyun eti, domuz eti ve kanatlı etlerinin karkaslarına uygulaması ile dekontaminasyonunda başarılı sonuçlar alınmıştır. Meyve ve sebzelerin yüzeylerinde bulunan mikroorganizmaların sayısının azaltılması amacıyla organik asitlerle yıkanması uygulaması da iyi sonuçlar vermiştir [1].

Taze sebzelerin dezenfeksiyonunda genellikle asetik asit, laktik asit, propiyonik asit, sorbik asit veya askorbik asit daldırma ya da püskürtme yöntemiyle kullanılabilir. Ancak bu durumda mikrobiyal yükü azaltmak açısından yeterince iyi sonuç alınamama olasılığı da bulunabilmektedir [46]. Organik asitlerin antimikrobiyal etkinlikleri iyonlaşma sabitlerine bağlı olarak değişebilmektedir.

2.6.2.1. Asetik Asit ve Tuzları

Sirke adıyla antimikrobiyal etkisi çok eski yıllardan beri bilinen asetik asit besinlerde özellikle mayalara ve bakterilere karşı koruyucu etki gösterir. Generally Recognized As Safe (GRAS) listesinde de yer alan asetik asitin antimikrobiyal etkinliği asit iyonlaşma sabiti (K_a) derecesine, ortam pH'sına, ortam sıcaklığına, kullanılan diğer antimikrobiyal ajanlara ve hedef mikroorganizmanın türüne bağlı olarak değişebilir. Parçalanmamış formda olması ve ortam pH'sının asidik olması asetik asidin antimikrobiyal etkinliğini artırmaktadır. Yüksek dozda kullanımı antimikrobiyal açıdan daha iyi sonuçların elde edilmesini sağlasa da üründe istenmeyen tat ve koku oluşumuna neden olabileceği için genellikle besinlere 0.1-1 oranlarında ilave edilir [95]. Asetik asitin kullanıldığı ve marul yaprakları üzerinde yapılan bir çalışmada, %0.25 oranında kullanılan asetik aside 10 dakika sürecince bırakılan maruldaki mezofilik aerobik bakteri sayısında 5.08 log kob/g, toplam kolifrom bakteri sayısında ise 2.69 log kob/g azalma görülmüştür [71].

2.6.2.2. Benzoik Asit ve Tuzları

Benzoik asit besinlerde özellikle mayalara karşı antimikrobiyal ajan olarak kullanılmaktadır. Bakteriler ve küfler üzerine olan etkisi ise değişkenlik gösterebilir. Antimikrobiyal etkisi benzoik asitin parçalanma miktarına ve besin pH'sına bağlı olarak değişebilmektedir. En yüksek antimikrobiyal etkinlik parçalanmamış iyon formunda ve pH 2.4-4 arasında sağlanır. Endüstride suda daha iyi çözündüğünden dolayı sodyum tuzu kullanımı tercih edilmektedir. Benzoik asit hücre zarı seçici geçirgenliği engeller ve böylece hücre elektrolit dengesini bozarak antimikrobiyal etkinliğini gerçekleştirir. GRAS listesinde bulunan benzoik asit asidik besinlerde ve sinerjist etkili diğer antimikrobiyallerle kullanıldığında bakteriostatik, hatta bakterisidal ve fungusidal etki gösterebilir. Kullanım miktarının %0.1'i geçmemesi gerekmektedir [96, 97].

2.6.2.3. Sorbik Asit ve Tuzları

Sorbik asidin sudaki çözünürlüğü az olduğundan dolayı daha yaygın kullanımı sodyum, potasyum ve kalsiyum tuzları şeklindedir. Sorbatlar GRAS listesinde yer alan maddeler olup insan vücudunda CO_2 ve suya metabolize olurlar. Antimikrobiyal etkinliğini hücre duvarı geçirgenliğine etki ederek yaparlar. Sorbatlar daha çok küf ve mayalar üzerinde etkili olup etkinlikleri çeşitli ortam ve besin farklılıklarına göre değişir. Bakteriler üzerinde seçici bir antimikrobiyal etkiye sahip olan sorbatlar özellikle katalaz negatif bakteriler üzerine etkisizlerdir [98].

2.6.2.4. Propiyonik Asit ve Tuzları

Propiyonik asit daha çok küfler üzerine etkiliyken, belirli bir düzeyde de bakteriler üzerinde etki gösterir. Fakat mayalar üzerinde belirgin bir etki göstermemektedir. Sudaki çözünürlüğünden dolayı genellikle sodyum tuzları şeklindeki formları kullanılır. GRAS listesinde

bulunan propiyonik asidin antimikrobiyal etkinliği parçalanmamış lipofilik karakterdeki asitten ileri gelir [32].

2.6.2.5. Organik Asitler ve Tuzlarının Antimikrobiyal Etkinliği

Organik asitlerin antimikrobiyal etkinlik gösterenin büyük bir kısmı zayıf asitlerdir ve iyonlaşma katsayıları 10^{-3}-10^{-5} arasında değişmektedir.

Hücre zarı hidrojen iyonu (H^+) için geçirgen olmadığından dolayı H^+ konsantrasyonu hücre dışında daima daha fazladır. Bu durumda organizma "proton motive force" (PMF)'u kullanarak protonu hücre içine alır ve ATP sentezler [99]. Zayıf organik asitler PMF'yi ortadan kaldırarak hücreye içine besin alınmasını engeller ve bu şekilde antimikrobiyal etkiye neden olurlar organik asitlerin özellikle parçalanmamış formları hücre içine girmelerini kolaylaştırdığı ve bu durumda sitoplazmada parçalandığı için daha etkili kabul edilir [100].

Laktik asit ve laktatlar dezenfektan olarak kullanılabilen organik asitler arasında yer alır. Laktik asidin dezenfektan olarak en önemli etkisi, bakterinin hücre zarının PMF'sini bozmasıdır. Laktatların ise besinlerin pH'sında önemli bir değişim oluşturmadığı belirtilmektedir. Ancak yüksek konsantrasyonlarda kullanılmaları durumunda su aktivitesini düşürmeleri nedeniyle mikroorganizma gelişimini önleyebildikleri belirtilmektedir [100].

Diğer bir organik asit olan asetik asit ise *Bacillus* spp., *Clostridium* spp. , *L. monocytogenes, Salmonella, Staphylococcus aureus, E. coli, Camplyobacter jejuni* ve *Pseudomonas* türlerine karşı antimikrobiyal etki göstermektedir [100]. Sebzelerde *L. monocytogenes* ATCC 1914 bakterisi üzerinde yapılan bir çalışmada asetik asidin hücre

duvarı yapısını bozarak ve hücrede ATP kaybına neden olarak antimikrobiyal etkinlik gösterdiği ortaya konmuştur [95].

Sebzelerin %0,25'lik asetik asitle dezenfeksiyonu ile mezofilik aerobik bakteri sayısında 1,25 log kob/g ve toplam koliform bakteri sayısında ise 1,12 log EMS/g gözlenen azalma anlamlı düzeyde bir azalma olarak tespit edilmiştir ($p<0,05$) [101]. Bu konuda yapılan başka bir çalışmada ise %0,5'lik asetik asit ile 2 dakika yıkanan marullarda *E. coli* miktarında belirgin bir azalma (1,3 log kob/g) görülmüş ve asetik asit konsantrasyonu %1'e çıkarıldığında da bu azalma miktarının değişmediği bildirilmiştir [76].

Asetatların ise bakteri hücresine substrat girişini engelleyerek ve elektron taşıma sistemini bozarak oksidatif fosforilasyonu engellediği belirtilmiştir [100].

2.6.3. Hidrojen Peroksit

Hidrojen peroksit (H_2O_2) suda çözünen 34,01 molekül ağırlığında peroksitlerin hidrolizi sonucu oluşan bir bileşiktir. H_2O_2, organik materyal ve metal iyonları varlığında oksijen ve hidrojene ayrışan bir kimyasaldır [1] ve GRAS statüsünde berraklaştırıcı, oksitleyici ve indirgeyici antimikrobiyal madde olarak sınıflandırılmaktadır [102].

Hidrojen peroksit pH, sıcaklık ve diğer çevresel faktörlere bağlı olarak mikroorganizmalar üzerinde öldürücü ya da inhibitör etki gösterebilir. Hidrojen peroksidin antimikrobiyal etkinliği güçlü bir oksitleyici ajan olmasından ileri gelir. Hidrojen peroksit bakteriler, mayalar, küfler, virüsler ve bakteri sporları üzerinde etkilidir. Anaerob mikroorganizmalar katalaz oluşturmamaları nedeniyle hidrojen perokside karşı daha duyarlıyken, küfler diğer organizmalara göre hidrojen perokside daha dirençlidir. Hidrojen peroksit, %3'lük konsantrasyonlarda hızlı bakterisidal etki göstermektedir ve Gram negatif bakteriler üzerinde Gram pozitif

bakterilere göre daha etkilidir. Hidrojen peroksitin enterik virüsler ve bakteri sporlarını inaktive etmeleri için ise yüksek konsantrasyonlarda kullanılması gerekmektedir [1].

Hidrojen peroksit besinlerin korunmasında kullanılan güçlü bir oksidan olması nedeniyle uygulanmasından sonra iyi bir durulama yapılarak, hidrojen peroksidin iyice giderilmesi sağlanmalıdır. Hidrojen peroksit özellikle antosiyoninlerce zengin besinlerde kullanıldığında besinin renginde açılmaya neden olmaktadır [32].

2.6.3.1. Hidrojen Peroksitin Antimikrobiyal Etkinliği

Hidrojen peroksit en güçlü bakterisidal etkisini hücre içinde gösterir. Hidrojen peroksit stabil ve yüksüz olduğu için kolaylıkla hücre içine girerek indirgenir ve sonuçta oluşan hidroksi radikaller bakteri DNA'sıyla reaksiyona girerek hücre ölümüne neden olmaktadır. Hücre dışında ise yine hidrojen peroksidin indirgenmesi sonucu oluşan hidroksi radikaller bu kez hücre zarında lipit peroksidasyonuna neden olarak antimikrobiyal aktivite oluşturmaktadır. Ayrıca bakteri sporları üzerinde de etkinliği olan hidrojen peroksidin bu etkinliği yüzey proteinlerini etkilemesi nedeniyle oluşmaktadır.

Hidrojen peroksidin antimikrobiyal etkisi besinde bulunan mikroorganizma yüküne, hidrojen peroksidin uygulanma konsantrasyonuna ve süresine, ortam sıcaklığı ile pH'ya bağlı olarak değişebilir. Yüksek konsantrasyonda, yüksek sıcaklıkta ve düşük pH'da hidrojen peroksidin antimikrobiyal etkinliği artmaktadır [1].

2.6.4. Trisodyum Fosfat

Trisodyum fosfatın (TSP) kümes hayvanlarının etlerindeki *Salmonella* ve diğer mikroorganizmaların sayılarını azaltmak amacıyla kullanımı FDA tarafından kabul edilmiş bir görüştür [103]. Alkali karakterde

olan TSP'nin kümes hayvanlarının etlerinde [104] ve kırmızı etlerde [105] bulunan *Salmonella*'yı öldürmede etkili olduğu bilinmektedir. TSP'nin antimikrobiyal etkisini göstermesi için karkaslara soğutulmuş şekilde uygulanması ya da besinin işlenmesi sırasında yıkama suyuna eklenmesi gerekmektedir. Biberler üzerinde yapılan bir çalışmada %3-12'lik tisodyum fosfat ile dezenfeksiyon sonrasında biberlerde bulunan *Salmonella* Chester miktarında 10-100 kat azalma görüldüğü bildirilmiştir [106]. Elma, marul, çilek ve kavun üstünde yapılan başka bir çalışmada ise 25-27 saniyede gerçekleştirilen dezenfeksiyon işlemi sonucunda *E. coli* O157:H7 ve *L. monocytogenes* yükünde yaklaşık 5.6 log kob/g azalma tespit edilmiştir [107].

2.6.5. Ozon

Dezenfeksiyon amacıyla kullanılan ve GRAS listesinde bulunan bir diğer madde olan ozon, besin endüstrisinde pek çok uygulama alanı bulunan güçlü bir antimikrobiyal ajandır. Yüksek reaktivitesi ve kendiliğinden parçalanarak ortamda zararlı bileşik bırakmaması ozonun besinlerde kullanımını güvenilir hale getirmektedir. Molekül halinde bulunan ozon herhangi bir kalıntı bırakmaksızın mikroorganizmaları hızlı bir şekilde inaktive edebilmektedir[108]. Molekül ozon veya hidroksil radikali gibi parçalanma ürünleri nükleik materyali, enzimleri, hücre zarını, sporları ve virüs kapsüllerini okside ederek etkili olmaktadır [109]. Bu etkinin proteinlerin yapılarında bulunan sülfidril grupları ile amino asitleri okside etmelerinden kaynaklandığı belirtilmektedir. Ayrıca ozonun mikroorganizmaların hücre zarındaki doymamış yağların yapısını bozması sonucunda hücrelerin zarar gördüğü ve bileşenlerin hücre dışına çıkması sonucunda da inaktivasyonun gerçekleştirildiği aktarılmaktadır. Ozon, Gram negatif bakterilerin lipopolisakkarit ve lipoprotein tabakalarına zarar vererek, hücre geçirgenliğini etkilemekte ve sonuçta hücrenin ölümüne neden olmaktadır. Ayrıca ozonun vejetatif mikroorganizmalar üzerinde sporlardan daha etkili olduğu belirtilmektedir [110]. *Y. enterocolitica*,

Salmonella typhimirium, *S. aureus*, *L. monocytogenes* ve *E. coli* O157:H7'yi etkisiz hale getirdiği bilinen ozon, meyve ve sebzelerde mikrobiyal yükü azaltıcı etkisi nedeniyle raf ömrünü azaltmak amacıyla da kullanılır [111]. Ozon ile dezenfeksiyonun kullanıldığı bir çalışmada doğranmış marullar, suya 1.3 mM ozon uygulayarak akış hızı 0.5 L/dakika olacak şekilde yıkanmışlardır. Marullar ozonlu su ile 3 dakika sürecince yıkandıklarında toplam mezofilik aerobik bakteri sayısında 2 log kob/g azalma görülmüştür [112]. Doğranmış yeşil biberlerin ozonlu su ile dezenfekte edildiği bir başka çalışmada ise mikrobiyal yükte bir azalma olmadığı görülmüş ve çalışma sonunda ozonlu suyun doğranmamış ürünlerde daha iyi sonuçlar verebileceği belirtilmiştir [109].

Kuru incirlere 5 ve 10 ppm dozlarında ozon gazı uygulaması ile toplam aerobik mezofil, maya/küf sayılarını sırası ile %38 ve %72 oranında azalırken, koliform bakterilerin tamamının inhibe edildiği belirlenmiştir [113]. Ozonun *E. coli* üzerindeki etkisinin incelendiği bir diğer çalışmada ise 0.065 pg/mL ozonlu suda 30 saniye bekletilen örneklerdeki toplam *E. coli* miktarında 3.5 log azalma olduğu gözlenmiştir [114].

Bütün bu olumlu etkilerinin yanı sıra yüksek dozda ozon kullanımının özellikle meyve ve sebzelerin renk ve lezzet gibi duyusal duyusal özelliklerinin olumsuz yönde etkilediği de bildirilmektedir [115]. Bir-iki saat süreyle 0.65 ppm düzeyinde ozona maruz bırakılan köpeklerin solunum hızları artarken, 4-6 hafta süresince 0.2 ppm ozona maruz bırakılan farelerin akciğerlerinin şiştiği belirtilmektedir. Farelerin 0.2 ppm ve daha yüksek dozlara maruz kaldığında süreye bağlı olarak solunum yollarının zarar gördüğü aktarılmaktadır [116].

2.6.6. Etilendiamin Tetraasetik Asit (EDTA)

EDTA, bağlayıcı özellikte inorganik bir asittir. Besin sanayinde antioksidan özelliğinin yanı sıra antimikrobiyal etkisinden de faydalanılarak dezenfeksiyon işlemlerinde kullanılmaktadır [117].

EDTA, Gram pozitif bakterilere, mayalara ve küflere karşı antimikrobiyal aktivite gösterirken, Gram negatif bakteriler üzerinde etkinlik gösterememektedir.

2.6.6.1. EDTA'nın Antimikrobiyal Etkinliği

EDTA, Gram negatif bakteriler üzerinde iki şekilde etki göstermektedir: Birinci etkisi bakterinin stoplazmik membranına bağlayıcı özelliğinden dolayı, bakterinin membranındaki katyonlarla birleşerek membranın lipopolisakkarit kaybetmesine neden olmaktır. Buna ek olarak bakteri yapısındaki nükleotidleri ve RNA'yı da etkilediği düşünülmektedir. İkinci etkisini ise birçok antimikrobiyalin Gram negatif bakterilere karşı etkinliğini arttırmak suretiyle etkin olarak gerçekleştirmektedir. Örneğin; EDTA kuaterner amonyum bileşikleri ile etkin bir şekilde kullanılabilmektedir.

EDTA'nın etkinliği, katyonların ve bazı besin bileşenlerinin varlığında bağlayıcı özelliğinin engellenmesi nedeniyle azalmaktadır [1].

2.6.7. Kekik Suyu

Kekik genellikle aroma verici olarak yemeklerde kullanılan bir baharattır. Fakat aynı zamanda kekikteki esansiyel yağların ve yağ haricindeki ekstratların güçlü antimikrobiyal etkiye sahip olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle besinlerin saklanmasında ve dezenfeksiyonunda kekiğin kullanılabileceği ifade edilmektedir. Antimikrobiyal ajan olarak kekiğin kullanıldığı bir çalışmada kekik suyu ile muamele edilen 10 tane

maydanoz örneğinden 8'inde koliform bakteriye rastlanırken, hiçbir örnekte *E.coli*'ye rastlanmamıştır [118].

2.6.8. Kalsiyum Oksit (CaO)

Sönmemiş kireç denilen kalsiyum oksit, kalsiyum karbonatın 900-1000°C dolayında ısıtılması ile elde edilir.

$$CaCO_3 \xrightarrow{ISI} CaO + CO_2$$

Beyaz amorf yapıda bir katı olan CaO, suyla reaksiyona sokulması sonucunda kalsiyum hidroksite ($Ca(OH)_2$) yani ticari adıyla sönmüş kirece dönüşür. Yüksek sıcaklıkta ısıtıldığında parlak bir ışık verir. Buna kireç ışığı denir. Su ile şiddetle ve ısı vererek tepkime verir. Bu işleme kirecin söndürülmesi denir [119].

$$CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + 15{,}5\ kcal$$

Çok yüksek sıcaklıklarda (Ark sıcaklığı hariç) bile CaO erimez ve buharlaşmaz. Gaz hâlindeki ametal oksitleri ile birleşerek tuzları oluşturur [120].

$$CaO + SO_3 \longrightarrow CaSO_4$$

Besinlere eklenen E kodlu gıda katkı maddeleri arasında E529 koduyla anılan kalsiyum oksit, asitlik düzenleyici, stabilizatör ve mayalar için besin kaynağı sağlamak amacıyla besinlere eklenmektedir. Bilinen herhangi bir yan etkisi olmayan kalsiyum oksit ayrıca sosisler için kılıf hazırlamada da koruyucu olarak kullanılmaktadır. Tüm bu etkilerinin yanı sıra kalsiyum oksit, özellikle son yıllarda çiğ servis edilecek olan besinlerin dezenfeksiyonu amacıyla da kullanılmaya başlanmıştır [119].

Kireç taşından elde edilebilen kalsiyum oksitin özellikle dezenfektan amaçla kullanımı için istiridye kabuğundan da eldesi

sağlanabilmektedir. Temel içerik olarak CaO'i içeren dezenfektan madde olarak son dönemde piyasada Calceramic adıyla pazarlanan ürün yer almaktadır. Calceramic, istiridye kabuğunun fırınlanması ile elde edilen bir üründür. İstiridye kabuğunda %90'dan fazla kalsiyum ve bunun kristal yapısı kalsiyum bikarbonat ($CaCO_3$) olduğu belirtilmekte ve bu $CaCO_3$'ün fırınlamaya bağlı olarak CaO şekline geçtiği bildirilmektedir [121].

$$CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$$

Fırınlanmış deniztarağı kabuğunun antibakteriyel etkisi olmadığı belirlenmiştir. Kalsine edilmiş kalsiyum solüsyonunun ise kuvvetli bir alkaliye sahip olduğu (pH>12) ve bu yüksek alkali ortam nedeniyle de bakteriler canlılığını devam ettiremediği için antibakteriyel etki gösterdiği bildirilmiştir. Temelde Calceramic'in çalışma prensibi de bu ilkeye dayanmaktadır. Claceramic'in yapıldığı ana madde olan deniztarağı kabuğunun kullanıldığı bir çalışmada, %0.005-0.1 oranında kullanılan deniztarağında 10-30 dakika bekletilen sosislerde *E. coli* O157:H7 ve *L. monocytogenes* yüklerinin 3.6-5 log kob/g azaldığı belirtilmiştir [122, 123].

Dezenfektanların antimikrobiyal etkinlik mekanizmaları çeşitliliklerine göre farklılık göstermektedir. Fakat etki mekanizmaları haricinde, her çeşit dezenfektan maddeyi belirli oranlarda etkileyen ve antimikrobiyal etkinliğin değiştirebilen durumlar ve etkenler de söz konusudur.

2.7. Dezenfektanların Etkinliğini Etkileyen Faktörler

2.7.1. Mikroorganizma Sayısı

Kimyasal dezenfeksiyon çoğu zaman tehlikelidir ve mikroorganizmaları öldürme oranı çoğu kez kullanımın ilerleyen evrelerinde yavaşlar. Dezenfeksiyon uygulanacak yüzeylerin ve besin maddelerinin bir ön temizlik işlemine tabi tutularak en azından görünür

kirlerden arındırılması ve başlangıçtaki kontaminasyon seviyesinin mümkün olduğunca düşük olması dezenfeksiyonun etkinliği açısından önemidir [124].

2.7.2. Mikroorganizmanın Gelişim Durumu

Mikroorganizmaların doğal popülasyonlarının gelişim durumlarının büyük bir kısmı bilinmemektedir. Bununla birlikte bakterilerin temelde bilinen dört gelişim evresi vardır. Bu evreler: bakterinin ortama adapte olduğu ve üremenin olmadığı, bir hazırlık aşaması olan lag fazı, yoğun düzeyde üremenin olduğu log fazı, üremenin durduğu ve ölümlerin başladığı durağan faz ve ölümlerin çok hızlı bir şekilde gerçekleştiği ölüm fazıdır. *Pseudomonas* gibi Gram negatif bakterilerin suda ya da seyreltilmiş dezenfektan gibi besin yönünden fakir ortamlarda oda sıcaklığındaki gelişimlerinin, 37°C'de laboratuar ortamındaki gelişimlerine nazaran dezenfektanlara karşı daha dirençli olduğu görülmüştür [125]. Bakteriler, aktif çoğalmalarını sürdürdükleri logaritmik gelişim evresinde dezenfektanlara daha duyarlıdır.

2.7.3. Mikroorganizmaların Bulundukları Ortam

Kurumuş ya da pıhtılaşmış kan, yağ ve süt kalıntıları, mikroorganizmaların sıvı haldeki dezenfektanlar ile etkin şekilde temas etmelerini engelleyebilir.

Proteinler alkolle temas ettiklerinde koagüle olur ya da çökerken aldehitlerin etkisiyle de katılaşırlar. Virüs partikülleri ya da virüslerin hastalık kaynağı olan nükleik asit çekirdekleri de aşı hazırlama sırasında formalin ile muamele edildiklerinde protein kılıfın katılaşması nedeniyle korunaklı hale geçerler. Antimikrobiyal mekanizma için nem mutlak surette gerekli olduğu için zeminde ya da yüzeylerde bulunan mikroorganizmalar kuru dezenfektanlar ile öldürülemezler [126], [127].

2.7.4. Dezenfektan Konsantrasyonu

Antimikrobiyal ajanın mikroorganizmaları öldürme oranı konsantrasyonu ile beraber artar. Bu etki konsantrasyon katsayısı **(n)** ile ifade edilir ve **Ölüm Oranı Sabiti Eşitliği** kullanılarak hesaplanır.

$$k = tc^n$$

(**k**: ölüm oranı sabiti

c: konsantrasyon

t: koloni sayısındaki spesifik bir azalma için dakika cinsinden dezenfeksiyon süresi)

Birçok dezenfektan için konsantrasyonun yarıya indirilmesi zamanı ikiye katlarken fenoller için bu durum biraz daha farklıdır. Fenollerde konsantrasyonda yapılan ufak bir değişim mikroorganizmaları öldürme zamanında çok daha büyük değişikliklere sebep olur [1].

Dezenfektan konsantrasyonunun yanı sıra besinin dezenfektana maruz kalma süresi de dezenfektanın etkinliğini değiştirebilen etmenlerden biridir. Örneğin; %2'lik asetik asitte 15 dakikalık dezenfeksiyon sonunda mezofilik aerobik bakteri sayısında 3.37 log azalma görülürken, %4'lük asetik asit ile yine 15 dakika dezenfeksiyon sonunda mezofilik aerobik bakteri saysında bu kez 3.91 log azalma görülmüştür. Mezofilik aerobik bakteri sayısında görülen bu değişime rağmen aynı çalışmada toplam koliform bakteri sayısında %2 ve 4'lük asetik asit çözeltilerinin ikisinde de >2.25 log azalma görülmüştür [83]. Yine süre ve dozlarda küçük farklar gözetilerek yapılan bir başka çalışmada ise bu sefer %0.5'lik asetik asit çözeltisinde 2 dakika dezenfeksiyon uygulandığında *E. coli* miktarında 1.3 log azalma görülmüştür. Asetik asit konsantrasyonu %1'e çıkarıldığında görülen *E. coli* yükündeki azalma ise

1.5 log civarında bulunmuştur. Çalışmanın diğer bir bölümde ise bu kez %1'lik asetik asit konsantrasyonu sabit tutulup süreler değiştirilmiştir. 2 dakikalık süre sonunda *E. coli* miktarı yukarıda belirtildiği gibi 1.5 bulunurken, süre 5 dakikaya çıkarıldığında *E. coli* miktarında 1.7 log azalma saptanmıştır [76]. Başka bir çalışmada klor ile yapılan bir dezenfeksiyon işleminde ise 100 ppm'lik klor dezenfeksiyonu sonucunda toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı 3.7 log, 150 ppm'lik dezenfeksiyonda 3.68 log, 200 ppm'lik dezenfeksiyon sonucunda da 3.65 log olarak belirlenmiştir. Aynı çalışmada klor dozu 250 ppm'de iken toplam koliform bakterilerin tamamının yok olduğu ve 1000 ppm düzeyine kadar konsantrasyonu çıkaramaya gerek olmadığı belirtilmiştir [72]. Literatür incelendiğinde çok çeşitli çalışmalarda farklı süre ve doz uygulamaları ile karşılaşılmaktadır. Fakat çalışma sonuçları her dezenfektan madde için yapılan bu uygulamalarda belirli süre ve dozların altında istenilen antimikrobiyal etkinin sağlanamadığı görülmüştür. Bu belirlenen süre ve dozların üzerine çıkıldığında ise önemli değişimler yaşanmadığı belirtilmiştir.

2.7.5. Sıcaklık

Kimyasal dezenfektanların çoğu oda sıcaklığında kullanılırlar. Ancak bazı kimyasal dezenfektanlar sıcak su kullanılarak yapılan temizlik işlemlerinde kullanıma da uygundurlar.

$$\textbf{Sıcaklık katsayısı} = \frac{x°C\text{'} \text{ de öldürme için geçen zaman}}{(x + 10°C) \text{ için geçen zaman}}$$

Sıcaklık Katsayısı Eşitliği

"Öldürme" terimi mikroorganizma sayısındaki spesifik bir azalma derecesini ifade eder. Sıcaklık katsayısı 2-14 arasında değişir. Alkali karakterdeki glutaraldehitin sıcaklık katsayısı 4' tür. Yani 10°C'lik bir sıcaklık artışı sonucunda mikroorganizmaları öldürme zamanında 4 katlık bir azalma sağlar. Fenollerin sıcaklık katsayısı 2-6 arasındadır. Sodyum hipokloridin sporisidal aktivitesi 10°C'lik bir sıcaklık artışında %50'den fazla artar. Sıcaklık katsayısı yalnızca belirli bir sıcaklık aralığına uygulanabilir [1].

2.7.6. Hidrojen İyon Konsatrasyonu (pH)

pH'nın bakterisidal aktiviteyi değiştirmesi, pH'nın dezenfektana, mikroorganizmaya ya da her ikisine birden etki etmesiyle açıklanabilir. Örneğin: Kuarterner amonyum bileşikleri ve klorheksidin katyonlar gibi aktiftirler ve kuaterner amonyum bileşikleri ile klorheksidin için optimum pH nötre yakın hafif alkalidir. Çünkü bu nötre yakın hafif alkali ortamda antibakteriyel ajanın birleşebildiği bakteri yüzeyindeki proteinler üzerinde bulunan negatif yüklü grupların sayısı artar. Fenollerin aktivitesi genellikle asit pH'da daha iyi iken bu bileşikler uygun çözücüler varlığında alkali koşullarda da aktif hale geçebilirler [128].

Halojen temelli dezenfektanların en aktif olduğu pH aralığı 6-8'dir. Klorin bazlı dezenfektanların aktif formu, iyonize olmamış hipokloröz asit ve mikroorganizmalarla dezenfektan arasındaki reaksiyonda etkin olmayan iyonik kuvvetlerdir. Alkali çözeltide baskın olan hipoklorit anyonların ise antimikrobiyal aktiviteye hemen hemen hiç etkisi yoktur. pH'nın Cl_2, HOCl, OCl^- oranları arasındaki ilişki Tablo 2.8'de gösterilmiştir.

Tablo 2.8: Klorin dezenfeksiyonunda aktif olan çözünmemiş hipokloröz asit üzerine pH'nın etkisi [128]

pH	%Cl_2	%HOCl	%OCl^-
4	0,5	99,5	0
5	0	99,5	0,5
6	0	99,5	3,5
7	0	72,5	27,5
8	0	21,5	78,5
9	0	1	99
10	0	0,3	99,7

2.7.7. Formülasyon

Birçok dezenfektan genellikle sulu çözelti formunda kullanılır. Ancak bazı yüzey dezenfektanları %60-80 gibi yüksek konsantrasyonlarda etil ya da izopropil alkolleri içerir. Bu alkoller biosidal aktivitenin hızlıca gerçekleşmesine katkı sağlamaktadırlar [45,129].

Fenolik dezenfektanlar, aktif bileşenlerin çözünürlüğünü arttıran yüzey aktif ajanlar içerirlerken, kuarterner amonyum bileşikleri yalnızca iyonik olmayan deterjanlarla formüle edilirler. Formülasyon tamamlandıktan sonra oluşan bileşik mikrobiyolojik testlerle doğrulanmalıdır. Klorheksidin deterjan-sanitizer olarak kullanılmaz. Bu bileşikler ancak bakterisidal yüzey temizleyici olarak formüle edilir [130]. Farklı dezenfektanların bilinçsizce karıştırılması tüm dezenfektanların etkinliğini tamamen ortadan kaldırabilir ve ürünün güvenli kullanımı açısınıdan uygun değildir [45].

Fenolik bazlı formülasyonların etki ettiği bakteri çeşitliliği kullanılan fenollerin türünden ve miktarından etkilenir. Bazı bileşikler Gram pozitif bakterilere karşı daha aktif iken bazıları da Gram negatif bakterilere karşı daha aktiftir [99].

2.7.8. Organik Maddeler

Dezenfeksiyon sırasında seyreltilmiş çözeltiye karışan kan, serum, feçes ve yağ gibi çözünmüş, kolloidal ya da partikül haldeki organik maddeler, bütün dezenfektanların etkisini belirli düzeylerde inaktive eder [131]. Bu etki en çok kolloidal ve partikül haldeki organik maddeye absorbe olan kuaterner amonyum bileşiklerinde ve oksidatif reaksiyonlarla, inaktif klorid ya da iodine dönüşen halojen dezenfektanlarda görülür. Fenolik bileşikler ise organik madde nedeniyle meydana gelen inaktivasyona daha az duyarlıdırlar.

2.8. Toplu Beslenme Hizmetlerinde Sıklıkla Kullanılan Dezenfektanların Olumsuz Etkileri

Toplu beslenme hizmet veren kurumlarda özellikle çiğ servis edilen sebze ve meyvelerde gıda güvenliğini sağlayabilmek için gerçekleştirilen en önemli kritik kontrol noktası dezenfeksiyonla yıkama işlemidir. Bununla birlikte kullanılan dezenfektanların ilgili firma talimatına uygun olmayan uzun süreli ve yüksek konsantrasyonlarda kullanımlarında gerek çalışan personel, gerekse kullanılan ekipman üzerinde olumsuz etkileri gözlenebilmektedir. Toplu beslenme sistemlerinde kullanılan bazı dezenfektanların uzun süreli kullanımları sonucu görülebilecek olumsuz etkiler aşağıda özetlenmiştir:

2.8.1. Benzoik Asit ve Bileşikleri

Benzoik asit ve bileşiklerinin özellikle yüksek dozda ve sürede kullanıldıklarında neden olabilecekleri olumsuz etkiler; beyinde

hasar, istemsiz kilo kaybı, aşırı duyarlılık, astım veya sinirsel bozuklukların tetiklenmesi, çocuklarda ürtiker ve hiperaktivite, deride şişlik, kızarıklık, kaşıntı ve ağrı, östrojen hormonunda yaşanılan artış sonucunda hormon dengesinin bozulması ve tümör oluşumu şeklinde sıralanabilir [132].

2.8.2. Ozon

Ozonun okside olan diğer tüm gazlar gibi yüksek konsantrasyonlarda uzun süre kullanıldığında potansiyel bir risk oluşturduğu belirtilmektedir. Ozonun düşük konsantrasyonlarda zehirli olmamasına rağmen yüksek konsantrasyonlarının zehirlenmelere neden olduğu, hatta bu vakaların ölümle sonuçlanabileceği bildirilmektedir. Ozon zehirlenmelerinde ilk etkilenen sistem öncelikle solunum sistemidir. Daha sonra kişilerde baş ağrısı, halsizlik, gözde ve boğazda yanma hissi, ağızda keskin bir tat ve koku ile öksürük görülmektedir. Araştırmalarda ≥0.2 ppm seviyelerine maruz kalındığında maruziyet süresine de bağlı olarak solunum yollarının zarar gördüğü bildirilmektedir. Ayrıca 0.01 ppm düzeyinde ozona maruz kalmak insanlarda göz hassasiyetine neden olurken, 30 dakika boyunca 50 ppm ozona maruz kalmanın öldürücü etkiye sebebiyet vereceği belirtilmektedir [111, 133]. Hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalarda da 1-2 saat 0.65 ppm ozona maruz bırakılan köpeklerde solunum hızının arttığı görülürken, 4-6 hafta 0.2 ppm ozona maruz bırakılan farelerde ise akciğerlerde şişme olduğu tespit edilmiştir [134].

Ozonun dezenfeksiyon amacıyla sıklıkla kullanıldığı bir alan içme sularıdır. İçme sularının dezenfeksiyonu amacıyla özellikle Amerika'da 1980'lerden beri ozon sıklıkla kullanılmaktadır. Ozon, diğer kimyasal dezenfektanlara göre yan etkilerini az olması nedeniyle daha iyi bir ajan olarak kabul edilmesine rağmen özellikle fazla ozonlanmış sularda tehlikeye yol açabilir. Ozonun geniş spektrumda okside olabilen bileşenler içermesi karmaşık sorunlara sebebiyet verebilmektedir. Bu reaktivitesi ve

yüksek redoks potansiyeli dolayısıyla ozonun oluşturduğu okside bileşenler de oldukça reaktiftir ve bu bileşenler yarılanma kısa olan serbest radikallere kolayca okside olabilirler. Ozon suda kolayca ayrışırken, ayrılan oksijen kalıntı olarak suda kalabilir. Özellikle içme sularında ve besinlerde ozon reaksiyonundan arta kalan organik ve inorganik ürünlerin etkisi kronik toksisiteye neden olur [133].

Sebze ve meyveleri dezenfekte etme amaçlı kullanılan ozonun da yüksek dozlarda kullanımı sonucunda sebze ve meyvelerin renk, lezzet gibi duyusal özelliklerini olumsuz yönde etkilediği gösterilmiştir [111].

2.8.3. Klorlu Bileşikler

Klorlu bileşikler, geniş öldürme spekturumuna sahip, ucuz ve hafif kokuludurlar. Bununla birlikte korozif olup, dikkatsizce kullanıldığında ise çok tehlikelidirler. Organik maddelerce kolay bozulurlar. Ayrıca klorinin organik bileşikleri parçalamadığı ve besin üzerinde kalıntı bıraktığı da saptanmıştır [135]. Özellikle klorun yüksek konsantrasyonda kullanıldığı dezenfeksiyon uygulamalarında çalışanların gözlerinde, deri ve akciğerlerinde tahrişe, ayrıca özellikle düşük pH ekipmanda da aşınmalara ve lekelere neden olabileceği bildirilmektedir.

Dezenfeksiyon amaçlı kullanılan hipokloridin, kloramin ve trihalometan gibi kalıntılar bırakarak sağlık riskleri oluşturduğu belirtilmektedir. Yapılan çalışmalarda trihalometanların, kemirgenlerde tümör oluşumuna yol açtığı ve kanser oranlarının yükselmesi ile ilişkisi olduğu bildirilerek Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (EPA) tarafından insanlar üzerinde kanser oluşturması muhtemel madde olarak sınıflandırılmıştır [86].

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Araştırma Yeri, Zamanı ve Örneklem Seçimi

Bu araştırma, toplu beslenme sistemlerinde ısıl işlem görmeden çiğ olarak servise sunulan sebzelerin dezenfeksiyonunda kullanılan çeşitli dezenfektanların, sebzelerdeki mikrobiyal yük üzerine etkisini incelemek amacıyla planlanıp yürütülmüştür. Araştırma kapsamında analizi yapılan marul örnekleri "Ankara Sebze Meyve Toptancı Hali" nden Şubat-Nisan 2013 tarihleri arasında bizzat araştırmacı tarafından toplanmıştır. Çalışmada kullanılacak olan marulların seçiminde TS ISO 874'de (EK-1) belirtilen numune alma kriterleri dikkate alınmıştır. Buna göre halden alınacak numuneler herhangi bir ayrım gözetmeksizin rastgele seçimle satın alınmıştır. Satın alma işlemi sırasında marulda bulunan mevcut mikrobiyal yükü değiştirmemek için lateks tek kullanımlık steril eldivenler kullanılmış ve örnekler hava almayan plastik torbalar içerisine konularak, laboratuvara soğutucu çantalar içerisinde taşınmıştır. Numune örnekleri zaman kaybetmeden en kısa sürede laboratuvara taşınmıştır. Araştırma Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü araştırma laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

3.2. Araştırma Yöntemi

3.2.1. Marul Örneklerinin Analize Hazırlanması

Marul örnekleri satın alındıktan sonra analize alınana kadar en fazla 24 saat süresince 0-4°C'deki buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilmiştir. Numunelerin saklandığı buzdolabında çapraz bulaşmaya neden olabilecek ve mikrobiyal yükü etkileyebilecek herhangi başka bir ürün depolanmamıştır. Buzdolabı sıcaklığının doğrulaması kalibre edilmiş ve EK-2' de kalibrasyon sertifika örneği verilmiş olan termometre ile gerçekleştirilmiştir. Alınan marul örneklerinin analiz yapılmadan önce Şekil

3.1’ de gösterilen araştırma planına göre bütün halde veya 2 cm eninde ince şeritler halinde kesilmiş şekli ile analize edilmiştir. Kesim işlemleri steril bıçak yardımıyla cam kesim kabı kullanılarak yapılmıştır. Numunelerin kesim ve doğrama işlemlerinde kullanılan bıçak ve cam kesim kabı %70’lık etil alkol çözeltisi ile sterilize edilmiştir. Alev yardımıyla yüzeyde kalan alkol uçurulduktan sonra ekipmanlar kullanılmıştır.

Her analiz öncesinde örneklerden 10 g tartılarak incelemeye alınmıştır. Örneklerin tartım işlemleri Tetra Precisa XB serisi marka, 0.0001 g duyarlı hassas terazide yapılmıştır. Sonrasında belirlenen süre ve dozda iki farklı dezenfektan ile muamele edilmiştir.

Şekil 3.1. de gösterildiği gibi farklı süre ve dozda olmak üzere toplam 10 çalışma grubu hazırlanmıştır. Ayrıca, tüm çalışma gruplarına özgü olarak toplam 10 kontrol grubu hazırlanmıştır.

Hazırlanan kontrol gruplarına herhangi bir dezenfeksiyon işlemi uygulanmamıştır. Kontrol numuneleri bütün halde veya 2 cm eninde ince şeritler halinde kesilmiş şekli ile analiz edilmiştir. Doğranmış halde incelenecek olan marul örneklerinin kontrol grubunun hazırlanmasında çalışma grubu numunelerinin hazırlanmasında kullanılan yöntem kullanılmıştır. Analiz planına göre farklı doz ve süre uygulamaları için kullanılan kontrol ve çalışma grubu numuneleri aynı marul demetinden hazırlanmıştır. Örneğin; doğranmış halde 50 ppm klorda 5 dakika bekletilerek dezenfekte edilen çalışma örneklerinin kontrol grubu örnekleri de çalışma grubunun hazırlandığı aynı marul demetinden alınarak hazırlanmıştır. Aynı şekilde bütün ve doğranmış halde 50 ppm klorda 5 dakika, 50 ppm klorda 15 dakika, 200 ppm klorda 5 dakika, 200 ppm klorda 15 dakika ve %0.1’lik Calceramic çözeltisinde 5 dakika muamele edilen örnekler için de çalışma grubu örnekleri ile aynı marul örneğinden alınarak ayrı ayrı kontrol grubu hazırlanmıştır.

Laboratuvar çalışmasının her aşamasında lateks tek kullanımlık steril eldiven kullanılmıştır.

3.2.2. Dezenfektan Madde Çözeltilerinin Hazırlanması

Analiz edilecek marul örneklerinin dezenfeksiyonunu sağlamak amacıyla iki farklı dezenfektan kullanılmıştır.

1. Toz klor: Araştırmada dezenfektan olarak ECOLAB marka toz klor kullanılmıştır. Toplu beslenme yapan kurumlarda kullanım kolaylığı sağlaması açısından daha sıklıkla toz klor tercih edilmektedir. Kullanılan toz klorun ürün bileşiminde %5-15 klor bazlı ağartıcı ve fosfat bulunmakta olup pH(%1) 7.5-8.5 dir. Klor çözeltileri 50 ve 200 ppm olmak üzere iki ayrı konsantrasyonda hazırlanmıştır. Yüz gramlık hazır toz klor paketinden Tetra Precisa XB serisi marka, 0.0001 g duyarlı hassas terazide 50 mg ve 200 mg klor tartılmıştır. Tartılan toz klor, önceden %70'lik alkol ile dezenfekte edilen cam kabın içerisine alınarak 1 litreye tamamlanmıştır. Dezenfeksiyon işlemi, her iki konsantrasyon için 5 ve 15 dakika olmak üzere iki farklı sürede gerçekleştirilmiştir. Her bir konsantrasyon ve süre ayrı ayrı olmak üzere hem bütün haldeki, hem de doğranmış haldeki marul örneklerine uygulanmıştır.

2. Calceramic*:* Ana maddesini kalsiyum oksitin oluşturduğu bir ticari dezenfektandır. İstiridye kabuğunun fırınlanması ile elde edilen Calceramic E529 kodu ile gıda katkı maddesi kapsamında yer almaktadır ((Ek 1). Üretici firmanın kullanım şekli önerisi aşağıdaki gibidir**:**

- Bir litre suya 1 g Calceramic ilave edilir.
- Hazırlanan çözeltiye, arındırma ve dezenfekte edilmek istenen sebze, meyve, et çeşitleri veya mutfak ekipmanı daldırılır.
- Ürün veya ürünler 5-10 dakika çözelti içerisinde bekletilir.

- Ürün veya ürünler süzülür.

- Tüketilecek olan ürün veya ürünler durulayıp ya da durulamadan kullanılır.

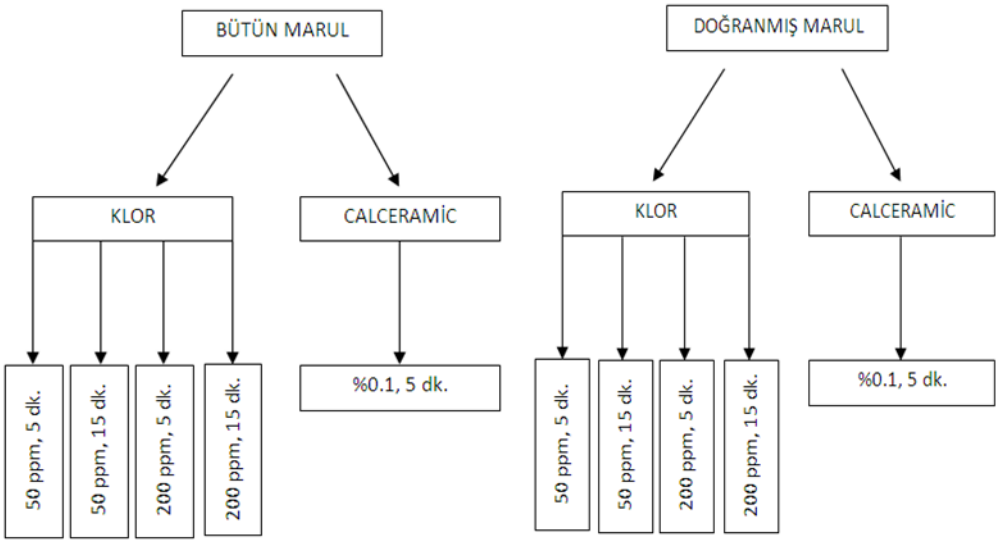
- Saklamak istenilen gıdalar durulanmadan saklama koşullarına uygun olarak muhafaza edilebilir.

Araştırmada üretici firmanın kullanım önerisi doğrultusunda Calceramic çözeltisi %0.1 oranında hazırlanmış ve 5 dakika süreyle marul yaprağı örneklerine uygulanmıştır. 1 g olarak Tetra Precisa XB serisi marka, 0.0001 g duyarlı hassas terazide tartılan Calceramic, önceden %70'lik alkol ile dezenfekte edilen cam kabın içerisine alınarak 1 litreye tamamlanmıştır. Çözeltiler hazırlandıktan sonra üretici firma tarafından >pH 11 düzeyine çıktığı belirtilen Calceramic'in pH değeri Selecta Dijital pH metre yardımıyla ölçülmüştür.

Dezenfektan çözeltilerinin her biri hemen analiz öncesinde hazırlanmıştır.

Çalışma ve kontrol grupları için her biri 10 g olarak tartılan bütün ve doğranmış haldeki marul örnekleri, Bek alevi çatısının altında, sterilize edilmiş bir cam kapta bulunan dezenfektan çözeltisinin içine konulmuş ve uygulanacak süre boyunca bekletilmiştir. Uygulama sürelerini takibi kronometre yardımıyla yapılmıştır. Şekil 3.1 de uygulanan dezenfeksiyon çözeltilerinin konsantrasyonları ve uygulama süreleri gösterilmiştir.

Çalışma verilerinin güvenilirliğini arttırmak amacıyla aynı metodoloji kullanılarak çalışma farklı zamanlarda iki kez tekrarlanmıştır. Çalışma kapsamında tek seferde 360 örnek olmak üzere toplamda 720 örnek çalışılmıştır.



Şekil 3.1: Uygulanan dezenfeksiyon çözeltilerinin konsantrasyonları ve uygulanma süreleri

3.2.3. Kullanılacak Besiyerinin Hazırlanması

Çalışmada ekim yapılacak olan Violet Red Bile (VRB) Agar besiyeri (LAB031-United Kingdom), toz formunda bulunan ilk haliyle satın alındıktan sonra, analizden bir gün önce üretici firma beyanına uygun olarak araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. Hazırlanan besiyerinin özelliğine bağlı olarak sıcak su banyosunda sterilizasyonu sağlanmıştır. Hazırlanan besiyerleri steril durumlarının bozulmaması için lateks tek kullanımlık eldiven kullanılarak Bek alevi çatısı altında, 12.5-15 mL miktarlarında petri kutularına aktarılmış ve bir gün süresince katılaşması beklenmiştir.

3.2.4. *Enterobacteriacea* ve Toplam Koliform Bakteri Aranması

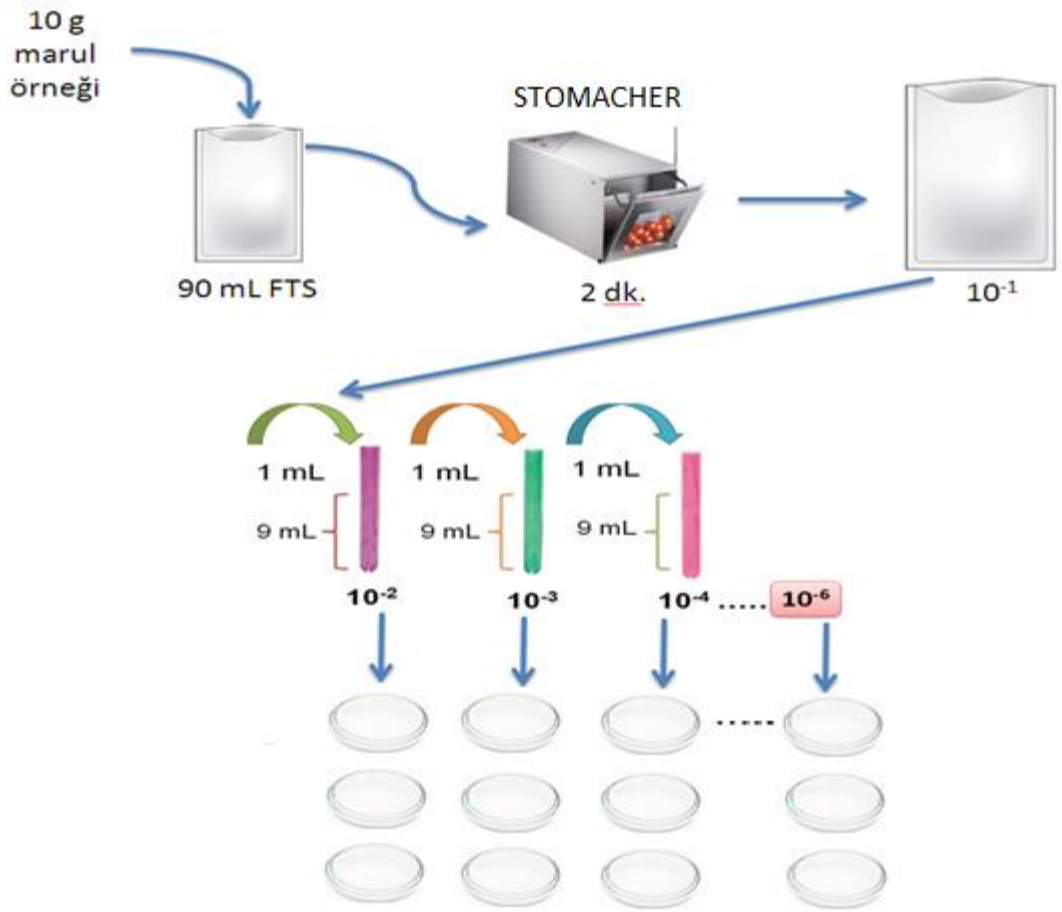
Yapılan bu çalışmada, besine dışarıdan fekal bir bulaşın olup olmadığını gösteren önemli iki indikatör mikroorganizma olarak kabul edilen *Enterobacteriacea* ve toplam koliform bakteri incelenmiştir.

Dezenfeksiyon işleminin sonunda çözeltinin içinden çıkarılan marul örnekleri Stomacher poşetlerinin içerisine alınarak üzerine, analiz öncesinde %0.85 oranında NaCl ve distile su ile hazırlanan 90 mL sterilize edilmiş Fizyolojik Tuzlu Su (FTS) eklenmiş ve Mayo International marka stomacher'da 2 dakika sürecinde homojenize edilmiştir.

Homojenizasyon işleminin sonunda elde edilen 10^{-1}'lik dilüsyondan yaralanarak 10^{-6}'ya kadar dilüsyon serisi hazırlanmıştır. Hazırlanan dilüsyon serileri, bir gün önceden hazırlanmış ve uygun katılığa getirilmiş olan VRB Agar besiyeri üzerine yüzeye yayma yöntemi ile 0.1 mL örnek aktarılmıştır. Çalışmanın güvenilirliğini sağlamak için aynı dilüsyondan 3 farklı petri kutusuna da ekim yapılarak tüm dilüsyonların ekim işlemi tamamlanmıştır. Ekimler yapıldıktan sonra drigalski özesi yardımıyla örneğin tüm besiyerine yayılması sağlanmıştır (FDA 2001. "Bacteriological Analytical Manual") [136].

Yapılan ekim işleminden sonra besiyerleri 37°C'de 24 saat süresince inkübasyona bırakılmıştır. Bu süre sonunda oluşan koloniler sayılarak dilüsyon katsayısı ile çarpılarak örneklerdeki toplam koloni sayısı bulunmuştur.

Şekil 3.2 de örneklerin analize hazırlanması ve ekimi şematize olarak verilmiştir.



Şekil 3.2: Örneklerin analize hazırlanması ve ekimi

3.3. Verilerin İstatistiksel Değerlendirilmesi

Yapılan çalışma sonuçları farklı zamanlarda yürütülen iki labaratuar çalışması sonunda elde edilen verilerin ortalama ve standart sapma değerleri şeklinde verilmiştir. Logaritmik azalma Microsoft Office Excel 2007'de hesaplanmıştır.

Verilerin istatistiksel açıdan değerlendirilmesinde SPSS 16.0 paket programı kullanılmıştır. Doğranmış ve bütün halde dezenfekte edilen marul örneklerinde görülen azalma miktarları arasındaki istatistiksel farkın değerlendirilmesinde $p<0.05$' lik anlamlılık düzeyinde Wilcoxon Testi uygulanmıştır.

4. BULGULAR

Bütün ve doğranmış marul örneklerinde kontrol grubu ve calceramic ile yapılan yüzey dekontaminasyonuna ilişkin sonuçlar Tablo 4.1.'de verilmiştir. Calceramic ile yüzey dekontaminasyonu öncesinde kontrol grubunda bütün marul yaprağı örneklerinde *Enterobacteriaceae* ve toplam koliform bakteri miktarı (kob/g) sırasıyla $1.85 \times 10^6 \pm 1.15 \times 10^6$ ve $6.62 \times 10^4 \pm 2.48 \times 10^4$ olarak bulunmuştur. Doğranmış marul örneklerinin kontrol grubunda ise *Enterobacteriaceae* ve toplam koliform bakteri miktarı (kob/g) sırasıyla $2.91 \times 10^6 \times 2.89 \times 10^5$ ve $6.96 \times 10^4 \pm 1.87 \times 10^4$ olarak belirlenmiştir. Calceramic ile %0.1 oranında 5 dakika süreyle dezenfeksiyon uygulaması sonrasında bütün marul ve doğranmış marul yaprağı örneklerinde *Enterobacteriaceae* ve toplam koliform bakteriye rastlanmamıştır.

Tablo 4.1: Kontrol Grubu ve Calceramic Uygulamasında Marul Örneklerinin *Enterobacteriaceae* ve Toplam Koliform Bakteri Yükü Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

		***Enterobacteriaceae* (kob/g)**	**Toplam Koliform (kob/g)**
BÜTÜN MARUL YAPRAĞI	**KONTROL**	$1.85 \times 10^6 \pm 1.15 \times 10^6$	$6.62 \times 10^4 \pm 2.48 \times 10^4$
	CALCERAMİC	0	0
DOĞRANMIŞ MARUL YAPRAĞI	**KONTROL**	$2.91 \times 10^6 \pm 2.89 \times 10^5$	$6.96 \times 10^4 \pm 1.87 \times 10^4$
	CALCERAMİC	0	0

Tablo 4.2.'de kontrol grubu ve 50 ppm klor uygulamasında marul örneklerinin *Enterobacteriaceae* ve toplam koliform bakteri yükü ortalama değerleri verilmiştir. Araştırma sonucunda yüzey dekontaminasyonu öncesinde kontrol grubunda bütün marul yaprağı örneklerinde *Enterobacteriaceae* ve toplam koliform bakteri miktarı (kob/g)

sırasıyla $5.48 \times 10^5 \pm 2.04 \times 10^5$ ve $2.83 \times 10^4 \pm 2.72 \times 10^4$ bulunmuştur. *Enterobacteriaceae* miktarı (kob/gr) 5 dk. ve 15 dk.lık 50 ppm klor ile dezenfeksiyon sonrasında $3.44 \times 10^5 \pm 4.6 \times 10^5$ ve $3.0 \times 10^5 \pm 4.18 \times 10^5$ olarak saptanmıştır. Toplam koliform bakteri miktarı 5 ve 15 dakikalık dezenfeksiyon sonrasında $1.45 \times 10^4 \pm 2.05 \times 10^4$ ve $9.65 \times 10^3 \pm 1.36 \times 10^4$ olarak bulunmuştur.

Doğranmış marul örnekleri incelendiğinde kontrol grubunda *Enterobacteriaceae* ve toplam koliform bakteri miktarı (kob/g) sırasıyla $3.54 \times 10^5 \pm 1.54 \times 10^5$ ve $1.03 \times 10^5 \pm 4.01 \times 10^4$ olarak saptanmış, 5 dk. ve 15 dk.lık 50 ppm klor ile dezenfeksiyon sonrasında *Enterobacteriaceae* miktarı $1.42 \times 10^5 \pm 7.18 \times 10^4$ ile $3.14 \times 10^4 \pm 1.48 \times 10^4$ ve koliform bakteri miktarı ise $8.26 \times 10^4 \pm 4.57 \times 10^4$, $6.51 \times 10^4 \pm 3.82 \times 10^4$ olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.2: Kontrol Grubu ve 50 ppm Klor Uygulamasında Marul Örneklerinin *Enterobacteriaceae* ve Toplam Koliform Bakteri Yükü Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

		BEKLEME SÜRESİ	*Enterobacteriaceae* (kob/g)	Toplam Koliform (kob/g)
BÜTÜN MARUL YAPRAĞI	KONTROL		$5.48 \times 10^5 \pm 2.04 \times 10^5$	$2.83 \times 10^4 \pm 2.72 \times 10^4$
	KLOR	5 dk.	$3.44 \times 10^5 \pm 4.6 \times 10^5$	$1.45 \times 10^4 \pm 2.05 \times 10^4$
		15 dk.	$3.0 \times 10^5 \pm 4.18 \times 10^5$	$9.65 \times 10^3 \pm 1.36 \times 10^4$
DOĞRANMIŞ MARUL YAPRAĞI	KONTROL		$3.54 \times 10^5 \pm 1.54 \times 10^5$	$1.03 \times 10^5 \pm 4.01 \times 10^4$
	KLOR	5 dk.	$1.42 \times 10^5 \pm 7.18 \times 10^4$	$8.26 \times 10^4 \pm 4.57 \times 10^4$
		15 dk.	$3.14 \times 10^4 \pm 1.48 \times 10^4$	$6.51 \times 10^4 \pm 3.82 \times 10^4$

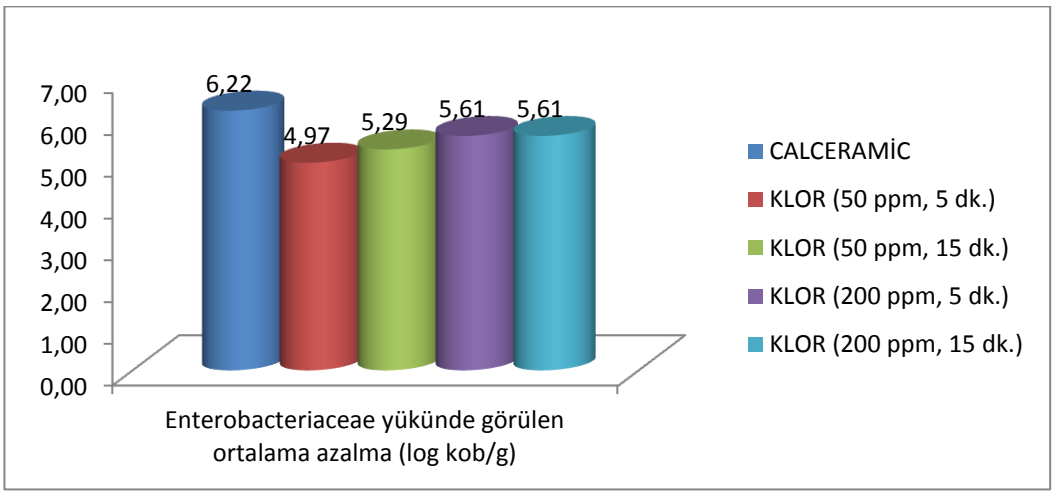
Tablo 4.3.'de kontrol grubu ve 200 ppm klor uygulaması sonucunda marul örneklerinin ortalama *Enterobacteriaceae* ve toplam

koliform bakteri yükü değerleri verilmiştir. Klor ile dezenfeksiyon uygulaması öncesinde kontrol grubunda bütün marul yaprağı örneklerinde *Enterobacteriaceae* ve toplam koliform bakteri miktarı (kob/g) sırasıyla $4.54 \times 10^5 \pm 2.72 \times 10^5$ ve $3.16 \times 10^4 \pm 2.25 \times 10^4$ olarak bulunurken, dğranmış marul örneklerinde *Enterobacteriaceae* ve toplam koliform bakteri yükü $4.39 \times 10^6 \pm 5.82 \times 10^6$ ve $4.24 \times 10^4 \pm 7.07 \times 10^2$ olarak tespit edilmiştir. Bütün ve doğranmış haldeki marul yaprağı örneklerinde 200 ppm klor uygulamasından sonra ise *Enterobacteriaceae* ve toplam koliform bakteriye rastlanmamıştır.

Tablo 4.3: Kontrol Grubu ve 200 ppm Klor Uygulamasında Marul Örneklerinin *Enterobacteriaceae* ve Toplam Koliform Bakteri Yükü Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

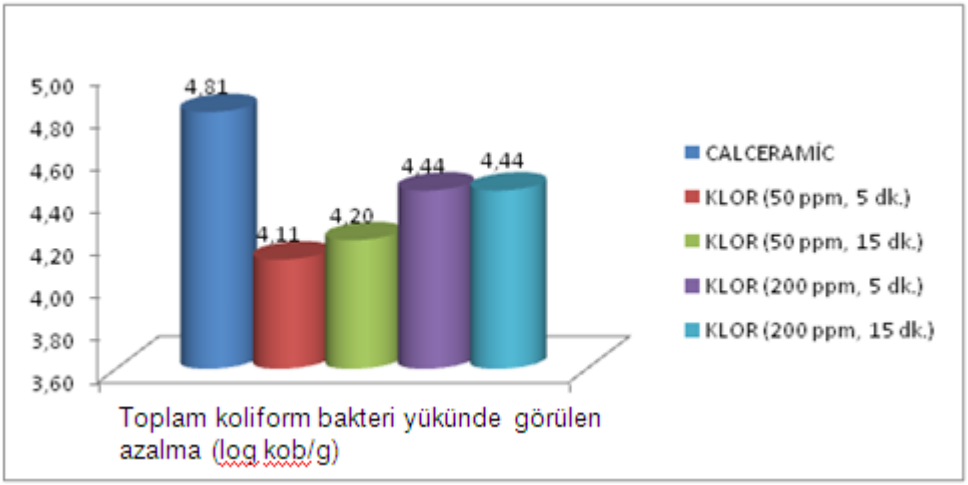
		BEKLEME SÜRESİ	*Enterobacteriaceae* (kob/g)	Toplam Koliform (kob/g)
BÜTÜN MARUL	KONTROL		$4.54 \times 10^5 \pm 2.72 \times 10^5$	$3.16 \times 10^4 \pm 2.25 \times 10^4$
	KLOR	5 dk.	0	0
		15 dk.	0	0
DOĞRANMIŞ MARUL	KONTROL		$4.39 \times 10^6 \pm 5.82 \times 10^6$	$4.24 \times 10^4 \pm 7.07 \times 10^2$
	KLOR	5 dk.	0	0
		15 dk.	0	0

Şekil 4.1'de Calceramic, 5 dakika 50 ppm klor, 15 dakika 50 ppm klor, 5 dakika 200 ppm klor ve 15 dakika 200 ppm klor uygulamaları sonucunda bütün marulda *Enterobacteriaceaae* miktarlarında görülen azalma miktarları verilmiştir. Çalışma sonucuna göre azalma miktarları (log kob/g) sırasıyla 6.22, 4.97, 5.29, 5.61 ve 5.61 log kob/g olarak belirlenmiştir.



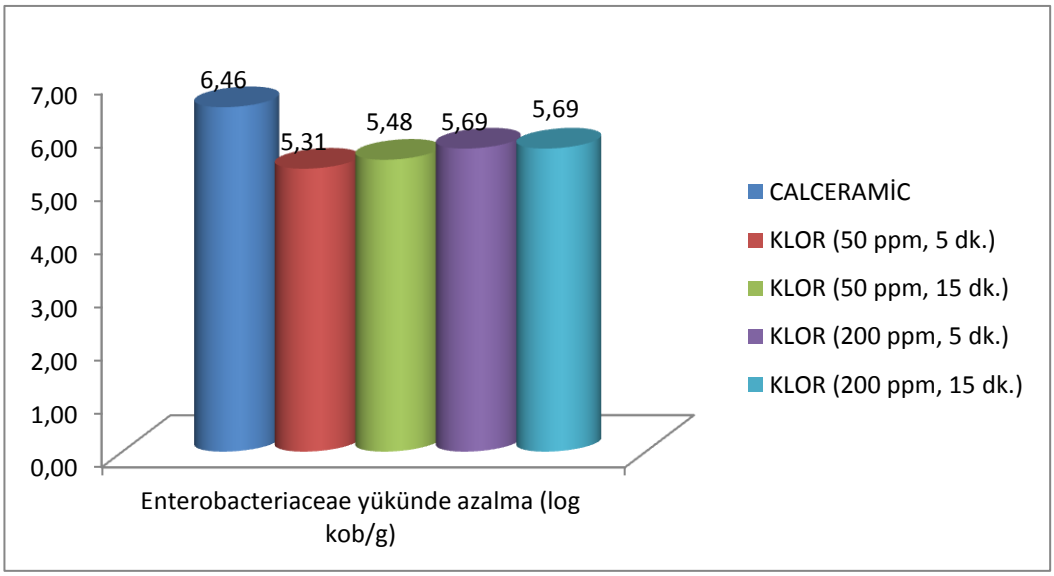
Şekil 4.1. Farklı dezenfektanların, bütün halde dezenfekte edilen marulda bulunan *Enterobacteriaceae* yükünde neden olduğu ortalama azalma miktarları (log kob/g)

Bütün marul örneklerinde Calceramic, 5 dakika 50 ppm klor, 15 dakika 50 ppm klor, 5 dakika 200 ppm klor ve 15 dakika 200 ppm klor uygulamaları sonucunda toplam koliform bakteri miktarlarında görülen azalma miktarları Şekil 4.2.'de verilmiştir. Dezenfeksiyon uygulamaları sonucunda görülen azalma miktarları (log kob/g) sırasıyla 4.81, 4.11, 4.20, 4.44 ve 4.44 log kob/g bulunmuştur.



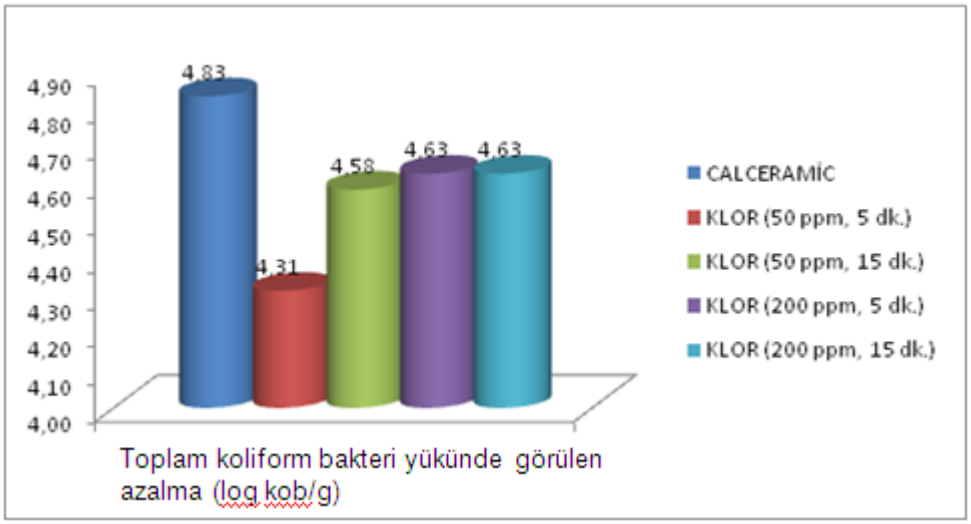
Şekil 4.2. Farklı dezenfektanların, bütün halde dezenfekte edilen marulda bulunan toplam koliform bakteri yükünde neden olduğu ortalama azalma miktarları (log kob/g)

Calceramic, 5 dakika 50 ppm klor, 15 dakika 50 ppm klor, 5 dakika 200 ppm klor ve 15 dakika 200 ppm klor ile dezenfeksiyon işlemleri doğranmış marul örneklerine uygulandığında *Enterobacteriaceae* yükünde görülen değişim miktarları Şekil 4.3.'de gösterilmiştir. Şekilde gösterilen sonuçlara göre dezenfeksiyon uygulamaları sonucunda gerçekleşen azalma miktarları (log kob/g) sırasıyla 6.46, 5.31, 5.48, 5.69 ve 5.69 log kob/g olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.3. Farklı dezenfektanların, doğranmış halde dezenfekte edilen marulda bulunan *Enterobacteriaceae* yükünde neden olduğu ortalama azalma miktarları (log kob/g)

Doğranmış marul yaprağı örnekleri Calceramic, 5 dakika 50 ppm klor, 15 dakika 50 ppm klor, 5 dakika 200 ppm klor ve 15 dakika 200 ppm klor ile dezenfekte edildiğinde toplam koliform bakteri miktarında görülen azalma değerleri ise Şekil 4.4.'de verilmiştir. Uygulama sonucunda tespit edilen azalma miktarları (log kob/g) sırasıyla 4.83, 4.31, 4.58, 4.63 ve 4.63'dır.



Şekil 4.4. Farklı dezenfektanların, doğranmış halde dezenfekte edilen marulda bulunan toplam koliform bakteri yükünde neden olduğu ortalama azalma miktarları (log kob/g)

Doğranmış ve bütün marullarda görülen azalma miktarları incelendiğinde ise; Calceramic ile yapılan dezenfeksiyon sonrasında doğranmış ve bütün halde dezenfekte edilen marullarda görülen *Enterobactericea* ve toplam koliform bakteri yükündeki azalma arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$).

Klor ile yapılan dezenfeksiyon uygulamalarında da doğranmış ve bütün halde dezenfekte edilen marul örneklerinde görülen azalma miktarları arasında da istatistiksel açıdan anlamlı bir fark görülmemektedir ($p>0.05$).

5. TARTIŞMA

Dünya genelinde yapılan araştırmalara göre 1990-2004 yılları arasında taze sebze ve meyve tüketiminin %4.5 oranında arttığı [21], ABD'de 1997-1999 tarihleri asında tüketilen meyve-sebze tüketiminin 1977-1979 tarihleri arasındaki tüketime göre %25 arttığı görülmüştür [137]. Kanada istatistiklerine göre 1963 yılından 2010 yılına kadar meyve tüketiminde %56, sebze tüketiminde ise %26 oranında artışlar görülmüştür [138]. Tüketimi artan sebzelere bakıldığında ise özellikle salataların içinde sıklıkla kullanımı tercih edilen marul ve havuç ilk sıralarda gelmektedir [139].

Dünyada son yıllarda görülen taze sebze ve meyve tüketimindeki bu artışa paralel olarak, taze tüketilen besinlerle ilişkilendirilen gıda zehirlenmesi ve salgın vakalarında da artışlar gözlenmiştir. İnsan yaşamının devamlılığını sağlayabilmek için tüketmesi zorunlu olan besinler, hasattan tüketici önüne gelinceye kadarki geçen süreçlerden herhangi birinde gıda güvenliğinin yeterince sağlanamaması nedeniyle insan sağlığı açısında görünmez bir tehlike oluşturabilir [15].

Çiğ sebzeler üretim zincirinin herhangi bir yerinde kontamine olabilirler. Sebzenin kendisi, kaynağı mikroorganizma sayısını ve çeşidini etkilemektedir. Üretim aşamasının farklı proseslerinde yapılan analizler genellikle son ürünün hammaddeden daha az miktarlarda mikroorganizma içerdiğini ortaya koymaktadır [140]. Özellikle toplu beslenme sistemlerinde sıklıkla çiğ olarak ısıl işlem görmeden servis edilen sebzeler için patojen kontaminasyonu her zaman büyük bir risk teşkil etmektedir [141]. Toplu beslenme sistemlerinde gıdalara ilişkin olası risklerin önlenmesinde gıda güvenliği yönetim sistemlerinin kurulumu önemli bir faktördür. Mevzuat gereği ülkemizde HACCP sisteminin uygulanması gıda güvenliğinin sağlanmasında toplu tüketim yerleri için bir gerekliliktir.

HACCP, besinin çiftlikten çatala kadar geçirdiği tüm süreçlerin sistemli bir şekilde tanımlanmasını ve gerekli aşamalarda tehlike noktalarını belirleyerek, bu kritik kontrol noktalarında önleyici tedbirlerin alınmasını sağlayan bir sistemdir [15]. Sebzeler toplu beslenme sistemlerinde genellikle çiğ olarak tüketime sunulduğu için kritik kontrol noktalarında gelişebilecek patojen mikroorganizma riskini bertaraf edebilmek son derece önemlidir. Bu noktada pişirilerek servis edilen yiyeceklerde patojen mikroorganizma riskinin büyük oranda bertaraf edildiği aşama olan pişirme aşamasının rolünü, sebzelerde dezenfeksiyon aşaması almaktadır [142].

Amerika'da 1998-2007 yılları arasında çiğ salata, sebze ve meyvelerin sorumlu olduğu ve 11200 kişiden fazla insanın etkilendiği 648 zehirlenme vakası yaşandığı ve özellikle son 20 yıl içerisinde taze ürünlerin neden olduğu zehirlenme vakalarında düzenli bir artış dikkat çekmektedir [94]. Dünya'da ve Türkiye'de toplu beslenme sistemlerinde özellikle çiğ servis edilen besinlerin dezenfeksiyonunun önemi konusunda gıda güvenliğinin sağlanmasında pek çok çalışma mevcuttur. ABD'de gerçekleşen 2006 ve 2011 yılları arasında gerçekleşen ve sadece marul kaynaklı olan toplamda 301 kişini etkilendiği 4 zehirlenme vakası yaşanmıştır. Bu zehirlenme vakalarının nedeni araştırıldığında ise tümüne de *E. coli* O157:H7'nin neden olduğu bulunmuştur [94]. Dünya'da 2005 ve 2011 yılları arasında taze tüketilen besinlerin neden olduğu zehirlenme vakaları incelendiğinde *E. coli*'nin etken olduğu 8 vaka karşılaştırılmaktadır [143-146]. Çalışma sonuçları minimal işlem görmüş sebzelerin mikrobiyal yükünün azaltılmasının önemini açıkça ortaya koymaktadır. Yapılan çalışmalarda sadece musluk suyla yıkamanın mikrobiyal yükü azaltmada etkili olmadığı belirtilirken [88], dezenfektan bir maddeye yıkamanın toplam aerobik bakteri yükünde >6 log kob/g, *E. coli* O157:H7 yükünde ise >4 log kob/g azalma sağlayabileceği bildirilmektedir [25, 147].

Yapılan bu çalışma sonucunda ise bütün marul yaprağı örneklerinde kontrol grubu ve 50 ppm klor uygulamasında kontrol grubunun *Enterobacteriaceae* ve toplam koliform bakteri miktarı (kob/g) sırasıyla $5.48 \times 10^5 \pm 2.04 \times 10^5$ ve $2.83 \times 10^4 \pm 2.72 \times 10^4$ olarak bulunmuştur. *Enterobacteriaceae* miktarı (kob/gr) 5 dk. ve 15 dk.lık 50 ppm klor ile dezenfeksiyon sonrasında $3.44 \times 10^5 \pm 4.6 \times 10^5$ ve $3.0 \times 10^5 \pm 4.18 \times 10^5$ olarak saptanmıştır. Toplam koliform bakteri miktarı 5 ve 15 dakikalık dezenfeksiyon sonrasında $1.45 \times 10^4 \pm 2.05 \times 10^4$ ve $9.65 \times 10^3 \pm 1.36 \times 10^4$ olarak bulunmuştur. 200 ppm klor uygulamasında ise bütün haldeki marul örneklerinin kontrol grubunda *Enterobacteriaceae* ve toplam koliform bakteri miktarı (kob/g) sırasıyla $4.54 \times 10^5 \pm 2.72 \times 10^5$ ve $3.16 \times 10^4 \pm 2.25 \times 10^4$ olarak bulunken, dezenfeksiyon sonrasında *Enterobacteriaceae* ve toplam koliform bakteriye rastlanmamıştır (Tablo 4.2. ve Tablo 4.3.).

Bütün halde çalışılan marul öneklerinde başlangıçta tespit edilen *Enterobacteriaceae* yükünde klorun kullanıldığı dezenfeksiyon uygulamalarında; 50 ppm klorun 5 dakika uygulanması ile 4.97 log kob/g, 15 dakika uygulanması ile 5.29 log kob/g azalma meydana gelmiştir. Marul örneklerinin 200 ppm klor dezenfeksiyonunda ise 5 ve 15 dakikada *Enterobacteriaceae* yükünde 5.61 log kob/g azalma görülmüştür (Şekil 4.1). Marul örneklerinde görülen bu azalma miktarları verilen çalışma sonuçları ile paralellik göstermektedir. Bu durum klorun dezenfektan etkinliğini destekler niteliktedir.

Huang ve arkadaşları yaptıkları bir araştırmada marullarda farklı klor konsantrasyonları ve bekletme sürelerinin *E.coli* O157:H7 yükü üzerine etkisi araştırmıştır. Çalışma sonucunda 5, 10, 20 ve 40 ppm oranlarında klor konsantrasyonunda 3, 6, 10 dakika süresince bekletilen marul örneklerindeki *E. coli* O157:H7 miktarında 2.23 ve 3.86 log kob/g arasında değişen miktarlarda azalmalar görülmüştür [75].

Bu çalışmada kesilmiş halde çalışılan marul örneklerinde başlangıçta tespit edilen *Enterobacteriaceae* yükünde klor 50 ppm'de 5 dakika dezenfeksiyon sonucunda 5.31 log kob/g, 15 dakika dezenfeksiyon sonucunda ise 5.48 log kob/g azalma belirlenmiştir. Klorun dezenfeksiyonda kullanılan miktarı 200 ppm'e çıkarıldığında ise 5 ve 15 dakikalık uygulama sonucunda 5.69 log kob/g azalma görülmüştür (Şekil 4.3). Toplu beslenme kurumlarında daha yaygın olarak dezenfeksiyon işlemi doğrama işleminden sonra yapılmaktadır ki çalışan personel de doğrama işleminden sonra yapılan dezenfeksiyon uygulamasının daha etkili olacağını düşünmektedir. Çalışmamız sonucunda kesilmiş veya bütün olarak klor ile dezenfekte edilen marul örneklerinin mikrobiyal yükünde görülen azalma miktarları arasında anlamlı bir farklılığın bulunmadığı gösterilmiştir. Bununla birlikte besin ögesi kayıplarının da olabileceği göz önünde bulundurularak dezenfeksiyon işleminin doğrama öncesi bütün haldeki ürünlere yapılmasının daha uygun olacağı önerilebilir.

Akbaş ve Ölmez'in 2007 yılında 5 cm x 2 cm boyutlarında kesilmiş taze marullar üzerinde yaptıkları bir araştırmada, marul örnekleri farklı dezenfeksiyon işlemlerine tabi tutulmuş ve mikrobiyal yükteki azalmalar tespit edilmiştir. Çalışma sonuçlarında mikroorganizma miktarında gözlenen azalma miktarı istatiksel açıdan anlamlı bir düzeyde bulunmamasına rağmen ($p>0.05$), 100 mg/L klorlu suya 2 dakika daldırılıp çıkarılan marul örneklerindeki *Enterobacteriaceae* sayısında 1.6 log kob/g azalma meydana geldiği bildirilmiştir [148].

Yapılan bir başka çalışmada klor ile dezenfekte edilen kesilmiş marul örneklerinde 10 mg/L klor uygulaması sonucunda *E. coli* O157:H7 miktarlarında 5 dakika sonucunda 1.2 log kob/g azalma tespit edilmiştir [149]. Klorun gaz formunda kullanıldığı bir başka çalışmada ise 1 mg/L oranında klor ile dezenfekte edilen marul örneklerindeki *E. coli*

O157:H7 yükünde 15 dakikanın sonunda 2.31 log kob/g azalma belirlenmiştir [73].

Mahmoud ve Linton'un [150] kesilmiş marul örnekleri üzerinde yaptığı bir çalışmada, 5 mg/L klor ile dezenfeksiyonu sonucunda örneklerdeki *E. coli* O157:H7 miktarında, 10 dakikalık sürenin sonunda 3.9 log kob/g azalma olduğu saptanmıştır.

Keskinen ve ark. [151] tarafından yapılan bir başka çalışmada da klor ve çeşitli klor formlarının, doğranmış yapraklarına 8 log kob/mL oranında inoküle edilen ve 5 dakika boyunca salata kurutma makinasında kurutulan *E. coli* O157:H7'yı dekontamine etme yetenekleri araştırılmıştır. Çalışmada örnek olarak kullanılan marul yaprakları inokülasyon işlemi sonucunda 2 dakika dezenfekte edilerek 24 saat süresinde 4°C'de depolanmış ve sonucalar daha sonra alınmıştır. Araştırmanın sonucunda 20 ppm klor konsantrasyonu ile dekontaminasyon sonucunda 1.37 log kob/g, 200 ppm klor ile dezenfeksiyon sonucunda marul yapraklarındaki ise 1.58 log kob/g azalma tespit edilmiştir. Tekrarlanan ölçümlerde 20 ppm klorla dezenfeksiyonda 0.79 log kob/g, 200 ppm'de de 0.96 log kob/g azalma belirlenmiştir. Çalışma sonucunda klor ile yüzey dekontaminasyonun etkinliğine rağmen 200 ppm klor ile dekontaminasyonun marul yapraklarının dokusuna zarar verdiği de belirtilmiştir.

Benzer şekilde yapılan bir başka araştırmada da çürümüş marullardan elde edilen doğal mikrobiyal flora 8 log kob/g miktarında, 2 x 3 cm boyutlarında kesilmiş iceberg marula inoküle edilmiştir. Çalışma sonucunda 100 ve 200 mg/L oranında kullanılan ve 10 dakiak süreisnce uygulanan klor dezenfeksiyonu ile aerobik bakteri sayısında 0.9 ve 1.2 log kob/g azalma gözlenmiştir ve klor dozunun aerobik bakteri miktarındaki azalma ile ilişkili olmadığı belirtilmiştir [152].

Yapılan bu çalışmada, doğranmış halde dezenfeksiyona tabi tutulan marul örneklerindeki toplam koliform bakteri yükü incelendiğinde; 50 ppm klora 5 dakika maruziyet sonucunda 4.31 log kob/g ve 50 ppm klora 15 dakika maruziyet sonucunda da 4.58 log kob/g azalma belirlenmiştir. Doğranmış marul örnekleri 200 ppm klorla muamele edildiğinde ise 5 ve 15 dakikalık sürelerin sonunda toplam koliform bakteri yükünde 4.63 log kob/g azalma görülmüştür (Şekil 4.4).

Temiz ve arkadaşlarının [71] yaptıkları bir çalışmada doğranmış marul örnekleri 10 dakika süresinde 200 ppm klor çözeltisinde dezenfekte edildikten sonra mezofilik aerobik ve toplam koliform bakteri sayıları incelenmiştir. Çalışma sonucunda bizim çalışmamızda bulunan sonuçlara benzer olarak mezofilik aerobik bakteri ve toplam koliform bakteri sayısında logaritmik bir azalma meydana gelmiştir. Temiz ve arkadaşlarının çalışmasında mezofilik aerobik bakteri sayısında 5.22 log, toplam koliform bakteri sayısında ise 2.29 log kob/g azalma tespit edilmiştir. Çalışma sonuçlarında klor, asetik asit, musluk suyu ve klor+asetik asit ile yapılan dezenfeksiyon işlemleri arasından en fazla azalmaya neden olan dezenfektanın klor ve asetik asit olduğu belirtilmiştir.

Asetik asit, sirke, klor gibi dezenfeksiyon yöntemlerinin marullarda bulunan toplam mezofilik aerobik bakteri ve toplam koliform bakteri sayısı üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla yapılan bir çalışmada 5 cm genişliğinde kesilen atom marul örneklerinin 50 ppm klor 10 dakika süresince dezenfeksiyonunda 4 deneme sonucunda koliform bakteri sayısında 0.34, 0.51, 0.62 ve 0.88 log kob/g azalma, toplam mezofilik aerobik bakteri sayısında ise 0.82, 2.02, 0.97 ve 1.21 log kob/g azalma olduğu saptanmıştır [1].

Nou ve Luo [88] tarafından 2010 yılında yapılan bir çalışmada dezenfeksiyonun doğranmış/kesilmiş şekli ile dekontaminasyonunun daha etkili olup olmadığı araştırılmıştır. Araştırmada örnek olarak kullanılacak

paprika marullarına dezenfeksiyon öncesinde 5-7 log kob/ml *E. coli* O157:H7 inoküle edilmiştir. İnokülasyondan sonra marul yapraklarının bakteriyi daha iyi absorbe edebilmesi amacıyla yaprakların üzeri biyolojik açıdan güvenli bir kapakla örtülüp 30-60 dakika bekletildikten sonra 20 saat boyunca da 4°C'de muhafaza edilmiştir. İnokülasyon ve absorpsiyon aşamalarından sonra doğranmış ve bütün haldeki marul örnekleri 1:40 oranında 70 ppm klor içeren suda 30-60 saniye süresince dezenfekte edilmiştir. Dezenfeksiyon işleminde sonra marul örnekleri 30 saniye süresince bir durulama işlemine tabi tutulduktan sonra mikroorganizma sayımına geçilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen verilere göre, bütün halde dezenfekte edilen marullardaki *E. coli* O157:H7 miktarında görülen azalma, doğranmış haldeki marullara göre yaklaşık 1 log kob/mL daha fazla bulunmuştur.

Bizim çalışmamızda ise gerek Calceramic ve gerekse klor ile yapılan dezenfeksiyon sonrasında *Enterobactericea* ve toplam koliform bakteri yükündeki azalma doğranmış ve bütün marullar arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık göstermemiştir ($p>0.05$). Bununla birlikte doğranmış marulların doğranmamış marullara nazaran daha yüksek kros kontaminasyon riski taşıdığı, patojenlerin iç kısımlara daha kolay penetre olarak dezenfeksiyon işleminin etkinliğinin azalabileceği, dezenfeksiyon işlemi sonrası besin değeri kayıplarının ve renk değişimlerinin daha fazla olacağı göz önünde bulundurulmalıdır Toplu beslenme sistemlerinde kimyasallar ile dezenfeksiyon işlemlerinin sebze/meyvelerin doğranmadan bütün halde iken yapılmasına özen gösterilmelidir. Bu konuda mutlaka bir prosedür oluşturulmalı ve ilgili personele eğitimler verilerek etkinliği izlenmelidir.

Geniş öldürme spekturumuna sahip olması, ucuz ve kullanım kolaylığı nedeniyle toplu beslenme sistemlerinde en sık tercih edilen sebze/meyve dezenfektanının başında klor gelmektedir. Fakat özellikle

son yıllarda çiğ olarak tüketilen ürünlerin kaynak olduğu zehirlenme vakalarının artışı klorun yeterli dezenfeksiyonu sağlayıp sağlayamadığı konusunda endişelere yol açmıştır. Klorun besinin içeriğinde bulunan doğal organik maddelerle reaksiyona girerek dezenfeksiyon yan ürünleri olan trihalometanlar ve haloasetik asitler oluşturduğu ve bu maddelerin kanserojenik etkili olduğu belirtilmektedir [153]. Klorun, biyolojik oksijen gereksinimi çok fazla olan, yüksek miktarda atık su oluşumu ile de ilişkili oluşu dezenfeksiyon amacıyla klor kullanımı konusundaki endişeleri daha da arttırmıştır. Çeşitli çevresel ve sağlık riskleri teşkil eden klorun kullanımı Avrupa ülkelerinde tamamen yasaklanmıştır ve Dünya çapında da klorun dezenfeksiyon maddesi olarak kullanımı yavaş yavaş tamamen kaldırılmaya başlanmıştır. Bu nedenle de klora alternatif olarak kullanılabilecek, güvenli, besin kalitesini etkilemeyen, besine en azından klorun sağladığı raf ömrünü sağlayabilecek ve ayrıca su kullanımını azaltacak bir dezenfektana ihtiyaç duyulmaktadır [154].

Bu nedenlerle bu çalışmada; etken maddesi (kalsiyum oksit) Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı onayı ile E529 kodu ile gıda katkı maddesi kapsamına alınan ve henüz toplu beslenme sistemlerinde kullanımı yaygınlaşmamış olan “Calceramic” adlı bir ticari dezenfektan kullanılmıştır.

Analizler sonucunda Calceramic ile yüzey dekontaminasyonu öncesinde bütün ve doğranmış marul yaprakları örneklerinde kontrol grubunda *Enterobacteriaceae* ve toplam koliform bakteri miktarı (kob/g) sırasıyla 1.85 x 106 ± 1.15 x 106, 6.62 x 104 ± 2.48 x 104 ve 2.91 x 106 x 2.89 x 105, 6.96 x 104 ± 1.87 x 104 olarak bulunurken, dezenfeksiyon işlemi sonrasında örnekte *Enterobacteriaceae* ve toplam koliform bakteriye rastlanmamıştır (Tablo 4.1).

Bu çalışma, toplu beslenme sistemleri alanında besinlerdeki kimyasal dezenfeksiyon uygulamalarının daha doğal ürünler ile

yapılmasına katkı sağlayabilecek bir araştırma niteliği taşımakta olup konu ile ilgili yapılan araştırmalar son derece sınırlı sayıdadır.

T.C. Genelkurmay Başkanlığı Gülhane Askeri Tıp Akademisi tarafından 2008 yılında Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Veteriner Kontrol ve Araştırma Enstitüsüne yapılan analiz sonuç raporlarına göre, başlangıçta $2.5x10^4$ kob/ml *E. coli* ATCC 25922 bakteri suşu inoküle edilen örnekler sonrasında %0.1'lik Calceramic 10 dakika süresince dezenfekte edilmiştir. Dezenfeksiyon işlemi sonrasında örnek olarak kullanılan maydanozlardaki *E. coli* miktarında 3 log azalma görülmüştür [155]. Veteriner Kontrol ve Araştırma Enstitüsünde yapılan bir başka çalışmada ise %0.15 oranında Calceramic solüsyonu ile 10 dakika süresince muamele edilen örneklerdeki koliform bakteri sayısında %99.04'lük bir azalma olduğu bildirilmiştir [156]. Benzer şekilde çalışmamızda Calceramic ile dezenfeksiyon sonrasında *Enterobacteriaceae* ve toplam koliform bakteriye rastlanmamıştır.

Japonya Gıda Araştırma Laboratuarlarında 1999 yılında yapılmış olan bir çalışmada, %0.1 oranında Calceramic solüsyonunda 10 dakika bekletilmiş olan doğranmış marul örneklerinde canlı bakteri sayısındaki azalma tespit edilmiştir. Analiz sonucunda, marul örneklerindeki canlı bakteri sayısı $6.6x10^5$ kob/g olan iken olan başlangıç miktarından dezenfeksiyon sonrasındaki miktar $2.7x10^4$ kob/g olarak saptanmıştır [157].

Araştırmamızda %0.1 oranında 5 dakika süreyle yapılan dezenfeksiyon sonrasında bütün halde ve doğranmış marul örneklerinde başlangıçta tespit edilen *Enterobacteriaceae* ve toplam koliform bakteri yükündeki azalma miktarları (log kob/g) incelendiğinde sırasıyla 6.22, 4.81 ve 6.46, 4.83 olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.1, Şekil 4.2, Şekil 4.3 ve Şekil 4.4).

Bu çalışma ile diğer araştırma sonuçları arasındaki farklılıklar, alınan numune kaynağına, numune kaynağındaki örneğin satış şekline göre değişiklik gösterebilir. Ayrıca çalışmaların yapıldığı bölgelerin farklılığı ve iklim değişiklikleri besinlerin bakteri yüklerinde değişimleri etkileyebilmektedir. Bütün bunlara ek olarak çalışma yöntemleri arasındaki farklıklara ve örneklerin çalışılmadan önce değişik sürelerde depolanması da çalışma sonuçları arasında görülen farklılıklara neden olabilir. Bununla birlikte diğer çalışmalara benzer olarak kalsiyum oksit ile yüzey dekontaminasyonu sonucunda başlangıç mikroorganizma sayısında önemli bir azalma olduğu saptanmıştır. Çiğ olarak servis edilen ve ısıl işlem görmemiş sebzelerde kalsiyum oksit ile dezenfeksiyon uygulamasının toplu beslenme sistemlerinde yaygın olarak kullanılabileceği düşünülmektedir.

6. SONUÇ

Bu çalışma, toplu beslenme kurumlarında ısıl işlem görmeden çiğ olarak servis edilen sebzelerin dezenfeksiyonunda kullanılan çeşitli dezenfektan maddelerin sebzelerdeki mikrobiyal yüke etkisini incelemek amacıyla planlanıp yürütülmüştür. Araştırma sonucunda elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir:

1- Çalışma sonunda bütün halde %0.1 oranında Calceramic çözeltisi ile 5 dakika dezenfekte edilen marul örneklerinin kontrol grubundaki *Enterobacteriaceae* yükü $1.85 \times 10^6 \pm 1.15 \times 10^6$ kob/g olarak belirlenmiştir. Dezenfeksiyon uygulaması sonrasında ise marul örneklerinde *Enterobacteriaceae* üremesi görülmemiştir.

2- Bütün halde bulanan ve Calceramic ile dezenfeksiyon işlemi uygulanan marul örneklerinin kontrol grubundaki toplam koliform bakteri miktarı $6.62 \times 10^4 \pm 2.48 \times 10^4$ kob/g olarak belirlenirken, dezenfeksiyon sonrasında toplam koliform bakteri tespit edilememiştir.

3- 50 ppm klor ile dezenfekte edilecek olan bütün marul yaprağı örneklerinin kontrol grubundaki *Enterobacteriaceae* yükü $5.48 \times 10^5 \pm 2.04 \times 10^5$ kob/g bulunmuştur. Marul örnekleri klor ile 5 dakika dezenfekte edildikten sonra *Enterobacteriaceae* yükü $3.44 \times 10^5 \pm 4.6 \times 10^5$ kob/g'a düşerken, 15 dakikalık dezenfeksiyon sonrasında $3.0 \times 10^5 \pm 4.18 \times 10^5$ kob/g'a düşmüştür.

4- Klor ile 50 ppm dezenfeksiyon işlemine tabi tutulan ütün haldeki marul örneklerinin kontrol grubunda toplam koliform bakteri yükü $2.83 \times 10^4 \pm 2.72 \times 10^4$ kob/g bulunmuştur. 50 ppm klor ile 5 dakika dezenfeksiyon sonrasında ise toplam koliform bakteri yükü $1.45 \times 10^4 \pm 2.05 \times 10^4$ kob/g olarak tespit edilmiştir. Dezenfeksiyon süresi 15 dakika

olduğunda ise toplam koliform bakteri yükü $9.65 \times 10^3 \pm 1.36 \times 10^4$ kob/g bulunmuştur.

5- Bütün haldeki marul örneklerinin 200 ppm klor ile dezenfeksiyon işleminde kontrol grubunun *Enterobacteriaceae* yükü $4.54 \times 10^5 \pm 2.72 \times 10^5$ kob/g bulunurken, 5 ve 15 dakikalık dezenfeksiyon sonunda örneklerde *Enterobacteriaceae*'ya rastlanılmamıştır.

6- 200 ppm klor ile dekontaminasyona tabi tutulan bütün haldeki marul yaprağı örneklerinde kontrol grubunda toplam kolifrom bakteri yükü $3.16 \times 10^4 \pm 2.25 \times 10^4$ kob/g iken, 5 ve 15 dakikalık dezenfeksiyon sonunda örneklerde toplam koliform bakteriye rastlanılmamıştır.

7- Çalışma sonunda doğranmış durumda %0.1 oranında Calceramic çözeltisi ile 5 dakika dezenfekte edilen marul örneklerinin kontrol grubundaki *Enterobacteriaceae* yükü $2.91 \times 10^6 \pm 2.89 \times 10^5$ kob/g olarak belirlenmiştir. Dezenfeksiyon uygulaması sonrasında ise marul örneklerinde *Enterobacteriaceae* üremesi görülmemiştir.

8- Doğranmış halde bulanan ve Calceramic ile dezenfeksiyon işlemi uygulanan marul örneklerinin kontrol grubundaki toplam koliform bakteri miktarı $6.96 \times 10^4 \pm 1.87 \times 10^4$ kob/g olarak belirlenirken, dezenfeksiyon sonrasında toplam koliform bakteri tespit edilememiştir.

9- 50 ppm klor ile dezenfekte edilecek olan doğranmış marul yaprağı örneklerinin kontrol grubundaki *Enterobacteriaceae* yükü $3.54 \times 10^5 \pm 1.54 \times 10^5$ kob/g bulunmuştur. Marul örnekleri klor ile 5 dakika dezenfekte edildikten sonra *Enterobacteriaceae* yükü $1.42 \times 10^5 \pm 7.18 \times 10^4$ kob/g'a düşerken, 15 dakikalık dezenfeksiyon sonrasında $3.14 \times 10^4 \pm 1.48 \times 10^4$ kob/g'a düşmüştür.

10- Klor ile 50 ppm dezenfeksiyon işlemine tabi tutulan doğranmış durumdaki marul örneklerinin kontrol grubunda toplam koliform bakteri yükü $1.03 \times 10^5 \pm 4.01 \times 10^4$ kob/g bulunmuştur. 50 ppm klor ile 5 dakika dezenfeksiyon sonrasında ise toplam koliform bakteri yükü $8.26 \times 10^4 \pm 4.57 \times 10^4$ olarak tespit edilmiştir. Dezenfeksiyon süresi 15 dakika olduğunda ise toplam koliform bakteri yükü $6.51 \times 10^4 \pm 3.82 \times 10^4$ kob/g bulunmuştur.

11- Doğranmış haldeki marul örneklerinin 200 ppm klor ile dezenfeksiyon işleminde kontrol grubunun *Enterobacteriaceae* yükü $4.39 \times 10^6 \pm 5.82 \times 10^6$ kob/g bulunurken, 5 ve 15 dakikalık dezenfeksiyon sonunda örneklerde *Enterobacteriaceae*'ya rastlanılmamıştır.

12- 200 ppm klor ile dekontaminasyona tabi tutulan bütün haldeki marul yaprağı örneklerinde kontrol grubunda toplam kolifrom bakteri yükü $4.24 \times 10^4 \pm 7.07 \times 10^2$ kob/g iken, 5 ve 15 dakikalık dezenfeksiyon sonunda örneklerde toplam koliform bakteriye rastlanılmamıştır.

13- Bütün halde çalışılan marul öneklerinde başlangıçta tespit edilen *Enterobacteriaceae* yükünde klorun kullanıldığı dezenfeksiyon uygulamalarında; 50 ppm klorun 5 dakika uygulanması ile 4.97 log kob/g, 15 dakika uygulanması ile 5.29 log kob/g azalma meydana gelmiştir.

14- 200 ppm klor dezenfeksiyonunda ise 5 ve 15 dakikada *Enterobacteriaceae* yükünde 5.61 log kob/g azalma görülmüştür.

15- Bütün halde çalışılan marul örneklerindeki toplam koliform bakteri yükündeki azalma miktarlarına bakıldığında 50 ppm klorun 5 dakika uygulanması ile 4.11 log kob/g, 15 dakika uygulanmasıyla 4.2 log kob/g bulunmuştur.

16- 200 ppm klorun ise 5 ve 15 dakika uygulanması ile 4.44 log kob/g azalma görülmüştür.

17- Çalışma sonucunda kesilmiş halde çalışılan marul örneklerinde başlangıçta tespit edilen *Enterobacteriaceae* yükünde klor 50 ppm'de 5 dakika dezenfeksiyon sonucunda 5.31 log kob/g, 15 dakika dezenfeksiyon sonucunda ise 5.48 log kob/g azalma belirlenmiştir.

18- Klorun dezenfeksiyonda kullanılan miktarı 200 ppm'e çıkarıldığında ise 5 ve 15 dakikalık uygulama sonucunda 5.69 log kob/g azalma görülmüştür.

19- Doğranmış halde dezenfeksiyona tabi tutulan marul örneklerindeki toplam koliform bakteri yükü incelendiğinde; 50 ppm klora 5 dakika maruziyet sonucunda 4.31 log kob/g ve 50 ppm klora 15 dakika maruziyet sonucunda da 4.58 log kob/g azalma belirlenmiştir.

20- Doğranmış marul örnekleri 200 ppm klorla muamele edildiğinde ise 5 ve 15 dakikalık sürelerin sonunda toplam koliform bakteri yükünde 4.63 log kob/g azalma görülmüştür.

21- Bütün halde çalışılan marul öneklerinde başlangıçta tespit edilen *Enterobacteriaceae* yükünde Calceramic ile %0.1 oranında ve 5 dakika süresince uygulanan dezenfeksiyon sonucunda 6.22 log kob/g azalma meydana gelmiştir.

22- Bütün halde çalışılan marul örneklerindeki toplam koliform bakteri yükündeki azalma miktarlarına bakıldığında Calceramic ile dezenfeksiyonda 4.81 log kob/g azalma görülmüştür.

23- Kesilmiş halde çalışılan marul örneklerinde başlangıçta tespit edilen *Enterobacteriaceae* yükünde Calceramic ile dezenfeksiyon sonucunda 6.46 log kob/g azalma görülmüştür.

24- Doğranmış halde dezenfeksiyona tabi tutulan marul örneklerindeki toplam koliform bakteri yükü incelendiğinde Calceramic uygulamasında 4.83 log kob/g azalma görülmüştür.

Bu sonuçlar ışığında şu öneriler geliştirilebilir;

Klor, dezenfeksiyon amacıyla pek çok alanda kullanımı olan bir maddedir ve toplu beslenme sistemlerinde özellikle sebzelerde yüzey dekontaminasyonu amacıyla sıklıkla tercih edilmektedir. Araştırma sonuçlarımız klorun, bütün ve doğranmış marul yaprağı örneklerinde iyi bir yüzey dekontaminasyonu sağladığını ortaya koymaktadır. Bununla birlikte son yıllarda dezenfeksiyon işlemi sırasında klorun reaksiyona girerek oluşturduğu bileşikler, klorun dekontaminasyon işleminde kullanımı konusunda soru işaretlerinin oluşmasına neden olmuştur. Ayrıca klor besinlerde kalıntı bırakan bir maddedir ve ne yazık ki toplu beslenme hizmeti veren kurumlarda sebze/meyvelerin klor ile dezenfeksiyon işlemleri sonrasında durulama suyunda olası kalıntı miktarının varlığının çok basit bir yöntemle klor kiti kullanılarak değerlendirilmesi işlemi genellikle ihmal edilen bir konudur. Klor ile benzer ölçüde antimikrobiyal etki gösterecek bunun yanında daha doğal bir dezenfektan madde /maddeler konusunda arayışların ilerleyen günlerde daha da hız kazanmasında fayda vardır.

Besinlere eklenen E kodlu gıda katkı maddeleri arasında E529 koduyla anılan kalsiyum oksit, asitlik düzenleyici, stabilizatör ve mayalar için besin kaynağı sağlamak amacıyla besin sanayinde uzun yıllardır kullanılmaktadır. Ancak kalsiyum oksitin dezenfektan olarak toplu beslenme sistemlerinde kullanımı henüz yaygın değildir. Ana maddesi kalsiyum oksit olan ve henüz yeni piyasaya sürülmüş Calceramic adlı ticari dezenfektan ile yürütülen bu çalışmada elde edilen veriler, çiğ tüketilen sebzelerden marullardaki mikrobiyal yükün azaltılmasında son derece olumlu sonuçlar ortaya koymuştur.

Klor toplu beslenme sistemlerinde özellikle pişirilmeden çiğ servis edilecek olan sebzelerin dezenfeksiyonu amacıyla sıklıkla tercih edilen etkin bir dezenfektandır. Ancak klorun gerek kullanan kişi üzerinde görülebilen, gerekse de besinler üzerinde kalıntı bırakması nedeniyle yaşanılan olumsuz etkileri nedeniyle, doğal bir ürün olan ve E529 kodu ile gıda katkı maddesi olarak anılan kalsiyum oksit etken maddesini içeren dezenfektanların toplu beslenme sistemlerinde sebzelerin yüzey dekontaminasyonu amacıyla daha iyi bir alternatif oluşturacağı düşünülmektedir.

Deniz kabuğunun fırınlanması ile elde edildiği için doğal bir madde olan kalsiyum oksitin dezenfeksiyon sonrasında durulama işlemi gerektirmemesi çapraz bulaşı riskinin azaltılmasında önemlidir. Henüz uzun vadeli sağlık etki araştırmaları bulunmamakla birlikte kalıntı bırakmaması ve klor gibi sağlık riskleri taşımaması da iyi bir alternatif dezenfektan olduğunu düşündürmektedir. Bununla birlikte, doz aşımında ürünün organoleptik özellikleri üzerine olumsuz etkileri ve olası besin değeri kayıplarına yönelik daha çok araştırmaya ihtiyaç olduğu düşünülmektedir. Gerek toplu beslenme yapan kurumlarda, gerekse de ev ortamında doğal dezenfektan olarak sirke ve limon suyu gibi ürünlerde kullanılmaktadır. Çalışmamızda kullandığımız ve doğal bir dezenfektan olan Calceramic'in sirke, limon suyu gibi diğer doğal dezenfektan maddelerle karşılaştırılmasının yapılabileceği başka araştırmaların da planlanması Calceramic'in etkinliğini görme açısından faydalı olacaktır.

Bundan sonra yapılacak olan çalışmaların, daha çok sebze örneğinin kullanıldığı, daha fazla dezenfektan çeşidi, konsantrasyonu ve süresinin uygulandığı çalışmalar olarak planlanması dezenfektanların birbirleri arasında karşılaştırılmasını kolaylaştıracağı da düşünülmektedir. Ayrıca çalışmaların güvenilirliğini artırmak açısından laboratuvar

uygulamalarının farklı zamanlarda en az 3 kez tekrarının daha yararlı olacağı düşünülmektedir.

7. ÖZET

TOPLU BESLENME SİSTEMLERİNDE KULLANILAN FARKLI DEZENFEKTANLARIN ÇİĞ SERVİS EDİLEN SEBZELERİN MİKROBİYAL YÜKÜNE ETKİSİ

Bu araştırma, toplu beslenme sistemlerinde çiğ servis edilen sebzelerin dezenfeksiyonunda kullanılan çeşitli dezenfektanların sebzelerdeki *Enterobacteriaceae* ve toplam koliform bakteri yüküne etkisini incelemek amacıyla planlanıp yürütülmüştür. Bu amaçla, "Ankara Sebze Meyve Toptancı Hali" nden alınan ve bütün ya da 2 cm eninde ince şeritler halinde doğranmış marul örnekleri %0.1 lik kalsiyum oksit ile 5 dakika, 50 ve 200 ppm konsantrasyonlarındaki klor solüsyonları ile 5 ve 15 dakika süresince dezenfekte edilmiştir. Çalışma sonucunda bütün ve doğranmış haldeki marul örnekleri 50 ppm klorda 5 dakika dezenfekte edildiğinde sırasıyla *Enterobacteriaceae* yükünde (log kob/g) 4.97 ve 5.31, toplam koliform bakteri yükünde (log kob/g) ise 4.11 ve 4.31 azalma görülmüştür. Bütün ve doğranmış haldeki marul örnekleri 50 ppm klorda 15 dakika dezenfekte edildiğinde ise sırasıyla *Enterobacteriaceae* yükünde (log kob/g) 5.29 ve 5.48, toplam koliform bakteri yükünde (log kob/g) ise 4.20 ve 4.58 azalma görülmüştür. Kalsiyum oksit ve 200 ppm klorda 5 ve 15 dakika dezenfeksiyon işlemleri sonucunda bütün ve doğranmış haldeki marul örneklerinde *Enterobacteriaceae* ve toplam koliform bakteri üremesine rastlanılmamıştır. Doğranmış veya bütün haldeki marul örneklerinin dezenfeksiyonu sonunda görülen mikrobiyal azalmalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$).

Toplu beslenme sistemlerinde sıklıkla kullanımına karşın klorun bilinen olumsuz etkileri nedeniyle, doğal bir ürün olan E529 kodlu gıda katkı maddesi kalsiyum oksit içerikli dezenfektanların sebzelerin yüzey dekontaminasyonu amacıyla daha iyi bir alternatif oluşturacağı

düşünülmektedir. Bununla birlikte, kalsiyum oksit ile ilgili daha çok araştırmaya ihtiyaç bulunmaktadır.

Anahtar kelimeler: Dezenfektan, klor, kalsiyum oksit, toplu beslenme, *Enterobacteriaceae*, total koliform

8. SUMMARY

THE EFFECT OF A DIFFERENT DISINFECTANTS THAT USED IN FOOD SERVICE SYSTEMS ON THE MICROBIAL LOAD OF RAW VEGETABLES SERVED

This research conducted in order to examine the effect of various disinfectants that used for raw vegetable served in institutional food services vegetables microbial load. For this aim, lettuce samples were collected in Ankara wholesalers. Whole or sliced into thin strips 2 cm thick samples of lettuce have been disinfected with 50 or 200 ppm chlorine solutions at 5 and 15 minutes and 0.1% calcium oxide of 5 minutes. As a result, whole or sliced lettuce samples that have been disinfected with 50 ppm chlorine at 5 minutes solutions determinated a reduction *Enterobacteriaceae* (log kob/g) respectively are 4.97, 5.31 and total coliform bacteria (log kob/g) respectively are 4.11, 4.31. Whole or sliced lettuce samples that have been disinfected with 50 ppm chlorine at 15 minutes solutions determinated a reduction *Enterobacteriaceae* (log kob/g) respectively are 5.29, 5.48 and total coliform bacteria (log kob/g) respectively are 4.20, 4.58. As a result of 200 ppm chlorine disinfection and calcium oxide disinfection, whole or sliced lettuce leaf samples was found any growth of *Enterobacteriaceae* and total coliform bacteria. At the end of disinfection procedures microbial reductions weren't statistically significant between whole and sliced lettuce samples.

Chlorine are an effective disinfectant in institutional food services. Calcium oxide that is a natural product and a food additive known as code E529 may constitute a better alternative for surface decontamination of vegetables in institutional food service because of possible health risk of chlorin. Much research is needed about calcium oxide.

Key Words: Disinfectant, chlorine, calcium oxide, institutional food services, Enterobacteriaceae, total coliforms

KAYNAKLAR

1. Yiğit S. *Çeşitli Dezenfektanların Atom Marulun Mikrobiyolojik Kalitesi Üzerine Etkileri*. Yüksek Lisans. Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Namık Kemal Üniversitesi; 2008.

2. World Health Organisation (WHO). Surface Decontamination of Fruits and Vegetables Eaten Raw: A Review. In: WHO/FSF/FOS/98.2, ed; 1998 [cited 2013 Aug 05]. Available from: URL: http://www.who.int/foodsafety/publications/fs_management/surfac_decon/en/

3. Çopur U, Yonak S, Şenkoyuncu A. Gıda GÜvenliği ve Denetim Sistemi Paper presented at: Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, 2010.

4. Taylor S, Shewfelt RL, Prussia SE. *Postharvest handling: a systems approach*. 2 ed. The United State of America: Access Online via Elsevier; 1993.

5. Acımış D. *Adana'da Toplu Beslenme Yapılan Kurumlarda Uygulanmakta Olan Menülerin Değerlendirilmesi*. Ankara: Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Toplu Beslenme Sistemleri Programı, Hacettepe Üniversitesi 1996.

6. Çakır B. *Ankara'da Yemek Fabrikalarının Sorumlu Yöneticilerinin Beslenme Bilgi Düzeylerinin ve Yönetimsel Bilgi/Yaklaşımlarının Belirlenmesi.* Doktora Tezi. Ankara: Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beslenme ve Diyetetik Pogramı, Hacettepe Üniversitesi; 2007.

7. Beyhan Y, Ciğerim N. *Toplu beslenme sistemlerinde menü yönetimi ve denetimi*. Ankara: Kök Yayıncılık; 1995.

8. Gıda Güvenliği ve Kalitesinin Denetimi ve Kontrolüne Dair Yönetmelik Yetki Kanunu: 5179, Yayımlandığı Resmi Gazete: 09.12.2007-26725; 2007 [cited 2013 Aug 05]. Available from: URL: http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2008/09/20080926-4.htm

9. Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanunu: 5996 Yayımlandığı R. Gazete 13/06/2010-27610 2010. [cited 2013 Aug 05]. Available from: URL: http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/06/20100613-12.htm

10. Demirözü B. Küçük ve Orta Boy Gıda İşletmeleri ve Gıda Güvenliği. *Gıda Mühendisliği Dergisi.* 2010;31:34-38.

11. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı. Gıda Güvenliği Komisyon Çalışması. In: Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarım Şurası, ed. Ankara; 2004.

12. Buzbaş N. Türkiye ve AB'de Gıda Güvenliği: Ortaklığın Sinerjisi. . In: 28. Türkiye-AB Karma İstişare KomitesiToplantısı, Edinburg, İskoçya; 2010 [cited 2013 Aug 05]. Available from: URL: http://www.tobb.org.tr/AvrupaBirligiDairesi/Dokumanlar/Faaliyetler/kik/(13)%20synergy-food-safety-cooperation-tr.pdf

13. Giray H, Soysal A. Türkiye'de gıda güvenliği ve mevzuatı. *TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni.* 2007;6(6):485-490.

14. Tayfur M. *Gıda Hijyeni, Gıda Kaynaklı Enfeksiyonlar ve Zehirlenmeler*. Ankara: Kuban Matbaacılık Yayıncılık; 2009.

15. Erkmen O. Gıda Kaynaklı Tehlikeler ve Güvenli Gıda Üretimi. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi.* 2010;53:220-235.

16. Uygun U, Köksel H. Gıda Güvenliğini Tehdit Eden Kimyasallar. Ankara; 2010 [cited 2013 Aug 05]. Available from: URL: http://yunus.hacettepe.edu.tr/~gdhszr09/odevler/word1.pdf

17. Tayar M. Gıda Güvenliği. In: Yılmaz M, ed. İstanbul: Marmara Belediyeler Birliği; 2010.

18. Özkaya FD, Cömert M. Gıda zehirlenmelerinde etken faktörler. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi.* 2008;65(3):149-158.

19. Käferstein F, Abdussalam M. Food safety in the 21st century. *Bulletin of the World Health Organization.* 1999;77(4):347.

20. Schröder MJ, McEachern MG. ISO 9001 as an audit frame for integrated quality management in meat supply chains: the example of Scottish beef. *Managerial Auditing Journal.* 2002;17(1/2):79-85.

21. European Commission. Agricultural Commodity Markets Past Developments Fruits And Vegetables, An Analysis Of Consumption, Production and Trade Based On Statistics From The Food And Agriculture Organisation (FAO). In: Analysis European Commission Directorate-General For Agriculture And Rural Development, ed; 17 July 2007 [cited 2013 Aug 05]. Available from: URL: http://ec.europa.eu/agriculture/analysis/tradepol/worldmarkets/fruitveg/072007_en.pdf

22. Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması (TBSA). In: Hacettepe Üniversitesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü, ed. Ankara; 2010.

23. Lynch M, Tauxe R, Hedberg C. The growing burden of foodborne outbreaks due to contaminated fresh produce: risks and opportunities. *Epidemiology and infection.* 2009;137(3):307.

24. Varzakas TH, Arvanitoyannis IS. Application of ISO22000 and comparison to HACCP for processing of ready to eat vegetables: Part I. *International Journal of Food Science & Technology.* 2008;43(10):1729-1741.

25. Oliveira MAd, Maciel de Souza V, Morato Bergamini AM, De Martinis ECP. Microbiological quality of ready-to-eat minimally processed vegetables consumed in Brazil. *Food Control.* 2011;22(8):1400-1403.

26. Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği. Yayımlandığı Resmi Gazete: 29.12.2011-28157: T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı 2011 [cited 2013 Aug 17]. Available from: URL: http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/12/20111229M3-6.htm

27. Microbiological Guidelines for Ready-to-eat Food (Revised): Hong Kong, Centre for Food Safety, Food and Environmental Hygiene Department; 2007 [cited 2013 Aug 17]. Available from: URL: http://www.cfs.gov.hk/english/whatsnew/whatsnew_act/files/MBGL_RTE%20food_e.pdf

28. Food and Drug Administration (FDA). *Analysis and Evaluation of Preventive Control Measures for the Control and Reduction/Elimination of Microbial Hazards on Fresh and Fresh-Cut Produce*: Center for Food Safety and Applied Nutrition; September 30, 2001 [cited 2013 Aug 17]. Available from: URL: http://thefogtunnel.com/wp-content/uploads/downloads/2011/12/USDA-Methods-to-Reduce-Eliminate-Pathogens-from-Fresh-and-Fresh-Cut-Produce.pdf

29. Johannessen GS, Loncarevic S, Kruse H. Bacteriological analysis of fresh produce in Norway. *International journal of food microbiology.* 2002;77(3):199-204.

30. Beuchat LR. Ecological factors influencing survival and growth of human pathogens on raw fruits and vegetables. *Microbes and Infection.* 2002;4(4):413-423.

31. Burnett SL, Chen J, Beuchat LR. Attachment of *Escherichia coli* O157: H7 to the surfaces and internal structures of apples as detected by confocal scanning laser microscopy. *Applied and environmental microbiology.* 2000;66(11):4679-4687.

32. Erkmen O. *Gıda Mkirobiyolojisi*. Ankara: Efil Yayınevi; 2011.

33. Pichhardt K. *Gıda Mikrobiyolojisi*. 4 ed. İstanbul: Literatür Yayıncılık; 2006.

34. Yıldırım M. Enterokoklar ve Enterokoklarla Gelişen Infeksiyonlar. *Düzce Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi* 2007;2:46-52.

35. Halkman K. *Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları* Ankara: Başak Matbaacılık ve Tanıtım Hizmetleri Ltd. Şti.; 2005.

36. Bilici S. Toplu Beslenme Sistemleri Çalışanları İçin Hijyen El Kitabı. In: T.C. Sağlık Bakanlığı, ed. *Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü Beslenme Bilgi Serisi*. Ankara: Yayın No: 726; 2008.

37. Bilici S., Irmak H., T. B. Sağlık Personeline Yönelik El Yıkama ve El Dezenfeksiyonu Rehberi, Beslenme Bilgi Serisi T.C. Sağlık Bakanlığı Yayın no:732; 2008:297-316.

38. Ünlütürk A, Turantaş F. *Gıda Mikrobiyolojisi*. İzmir: META Basım Matbaacılık Hizmetleri; 2003.

39. Erol İ. *Gıda Hijyeni ve Mikrobiyolojisi*. Ankara: Pozitif Matbaacılık; 2007.

40. Doyle MP. Reducing foodborne disease: what are the priorities? *Nutrition.* 2000;16(7):647-649.

41. Adak GK, Meakins SM, Yip H, Lopman BA, O'Brien SJ. Disease risks from foods, England and Wales, 1996–2000. *Emerging infectious diseases.* 2005;11(3):365.

42. Warriner K, Huber A, Namvar A, Fan W, Dunfield K. Recent advances in the microbial safety of fresh fruits and vegetables. *Advances in food and nutrition research.* 2009;57:155-208.

43. Brandl MT. Fitness of Human Enteric Pathogens on Plants and Implications for Food Safety 1. *Annu. Rev. Phytopathol.* 2006;44:367-392.

44. Ayhan K. *Gıdalarda Bulunan Mikroorganizmalar, Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları* Vol 43-44. Ankara: Sim Matbaacılık Ltd.; 2000.

45. Block SS. *Disinfection, sterilization and preservation*: Wolters Kluwer Health; 2001.

46. Schmidt RH, Rodrick GE, Wiley J. *Food Safety Handbook*: Wiley Online Library; 2003 [cited 2013 Aug 05]. Available from: URL: http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/047172159X

47. Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriter Tebliği. Vol Tebliğ No: 2009/6: T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı 2009 [cited 2013 Aug 17]. Available from: URL: http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/01/20100108-10.htm

48. Food and Drug Administration (FDA). Produce Safety From Production to Consumption: 2004 Action Plan to Minimize Foodborne Illness Associated with Fresh Produce Consumption; 2004 [cited 2013 Aug 17]. Available from: URL: http://www.fda.gov/Food/FoodborneIllnessContaminants/BuyStoreServeSafeFood/ucm129487.htm

49. Sipahi GA, Enginoğlu D. Bilgi Yönetimi ve Kalite Yönetim Sistemleri Arasindaki İlişkinin Açıklanmasina Yönelik Bir Araştırma. *Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi.*5(1):2013.

50. Yontar İG. Sürdürülebilir Çevre ve Ekonomi İçin Bir Araç: Türkiye'de ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi Standardı. *Review of Social, Economic & Business Studies.* 2008;9:10.

51. Gürcanlı E, Müngen U. OHSAS 18001 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi ve Bir Uygulama Örneği. *Yapı İşletmesi Kongresi*. İzmir; 2005.

52. Erkan N, Alakavuk DÜ, Tosun YŞ. Gıda Sanayinde Kullanılan Kalite Güvence Sistemleri. *Journal of FisheriesSciences. com.* 2008;2(1):88-99.

53. Tekerek M. Bilgi Güvenliği Yönetimi. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi.* 2008;11(1):132.

54. Alabay MN. Müşteri Şikâyetleri Yönetimi. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi.* 2012;8(16):137-157.

55. Mahmutoğlu T. *Gıda Endüstrisinde Güvenli Gıda Üretmek*. Ankara: ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık/Yayınevi; 2006.

56. Linton RH. Controlling Food Safety Using the HACCP Approach and Prerequisite Programs. *Purdue University Food Safety Issues.* 2001.

57. Ryan J. On-line real time aid to the verification of CCP compliance in beef slaughter HACCP systems. *Food control.* 2007;18(6):689-696.

58. Bilgin B, Erkan Ü. Bir Hazır Yemek İşletmesinde HACCP Sisteminin Kurulması. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 2008;5(3):267-281.

59. Karaali A. Gıda İşeltmelerinde HACCP Uygulamaları ve Denetimi. In: Sağlık Bakanlığı, Ankara; 2003 [cited 2013 Aug 17]. Available from: URL: http://ekutuphane.tusak.gov.tr/kitap.php?id=119&k=gida_isletmelerinde_haccp_uygulamalari_ve_denetimi

60. Topoyan M. *Gıda Sektöründe Kritik Kontrol Noktaları ve Tehlike Analizleri (HACCP) ve ISO 9001:2000 Kalite Yönetim Sistemi İlişkisinin İncelenmesi.* Yüksek Lisans. İzmir: Sosyal Bilimler Enstitüsü, Üretim Yönetimi ve Endüstri İşletmeciliği Anabilim Dalı, Dokuz Eylül Üniversitesi; 2003.

61. Başoğlu F. *Gıda Kalite Kontrolünün Esasları ve Gıda Güvenliği Yönetim Sistemleri*. Bursa: Dora Basım Yayın; 2011.

62. Şanlıer N, Cömert M, Durlu-Özkaya F. Hygiene perception: Condition of hotel kitchen staffs in Ankara, Turkey. *Journal of Food Safety.* 2010;30(2):415-431.

63. Ceylan H, Başhelvacı VS. Risk Değerlendirme Tablosu Yöntemi İle Risk Analizi: Bir Uygulama. *International Journal of Engineering.* 2011;3(2):25-33.

64. Şanlıer N, Konaklıoglu E. Food safety knowledge, attitude and food handling practices of students. *British Food Journal.* 2012;114(4):469-480.

65. Sapers GM, Novak J, Juneja V. Washing And Sanitizing Raw Materials For Minimally Processed Fruit And Vegetable Products. *Microbial Safety Of Minimally Processed Foods.* 2003:221-253.

66. Allende A, Selma MV, Lopez-Galvez F, Villaescusa R, Gil MI. Impact of wash water quality on sensory and microbial quality,

including *Escherichia coli* cross-contamination, of fresh-cut escarole. *Journal of Food Protection.* 2008;71(12):2514-2518.

67. Gil MI, Selma MV, López-Gálvez F, Allende A. Fresh-cut product sanitation and wash water disinfection: problems and solutions. *International journal of food microbiology.* 2009;134(1):37-45.

68. Food and Drug Administration (FDA). Food and Drug Administration Code of Federal Regulations 21 CFR Part 179: Irradiation in the Production, Processing and Handling of FoodFDA-1999-F-2405, 1999F-5522.; 2008 [cited 2013 Aug 17]. Available from: URL: http://www.fda.gov/ohrms/dockets/98fr/cf00135.pdf

69. López-Gálvez F, Allende A, Selma MV, Gil MI. Prevention of *Escherichia coli* cross-contamination by different commercial sanitizers during washing of fresh-cut lettuce. *International journal of food microbiology.* 2009;133(1):167-171.

70. İnsani tüketim amaçlı sular hakkında yönetmelik. Resmi Gazete Sayısı: 25730: Resmi Gazete: 17.02.2005; 2005 [cited 2013 Aug 17]. Available from: URL: http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.7510&sourceXmlSearch=&MevzuatIliski=0

71. ay SÖ. Efficacy of different decontamination treatments on microbial population of leafy vegetables. *GIDA-Journal of Food.* 2011;36(1):9-15.

72. Keskinen LA, Burke A, Annous BA. Efficacy of chlorine, acidic electrolyzed water and aqueous chlorine dioxide solutions to decontaminate *Escherichia coli* O157: H7 from lettuce leaves. *International Journal of Food Microbiology.* 2009;132:134-140.

73. Singh N, Singh R, Bhunia A, Stroshine R. Efficacy of Chlorine Dioxide, Ozone, and Thyme Essential Oil or a Sequential Washing in Killing *Escherichia coli* O157: H7 on Lettuce and Baby Carrots. *LWT-Food Science and Technology.* 2002b;35(8):720-729.

74. Chang JM, Fang TJ. Survival of *Escherichia coli* O157:H7 and Salmonella enterica serovars Typhimurium in iceberg lettuce and the antimicrobial effect of rice vinegar against *E. coli* O157:H7. *Food Microbiol.* Oct-Dec 2007;24(7-8):745-751.

75. Huang T-S, Xu C, Walker K, West P, Zhang S, Weese J. Decontamination efficacy of combined chlorine dioxide with ultrasonication on apples and lettuce. *Journal of food science.* 2006;71(4):134-139.

76. Akbaş M, Ölmez H. Inactivation of *Escherichia coli* and *Listeria monocytogenes* on iceberg lettuce by dip wash treatments with organic acids. *Letters in applied microbiology.* 2007;44(6):619-624.

77. Gómez-López V, Devlieghere F, Ragaert P, Debevere J. Shelf-life extension of minimally processed carrots by gaseous chlorine dioxide. *International journal of food microbiology.* 2007;116(2):221-227.

78. Sy KV, Murray MB, Harrison MD, Beuchat LR. Evaluation of gaseous chlorine dioxide as a sanitizer for killing Salmonella, *Escherichia coli* O157: H7, Listeria monocytogenes, and yeasts and molds on fresh and fresh-cut produce. *Journal of Food Protection.* 2005;68(6):1176-1187.

79. Toplu tüketim Yerleri İçin İyi Hijyen Uygulamaları Rehberi: Tarım ve Köyişleri Bakanlığı; 2011 [cited 2013 Aug 17]. Available from: URL:

http://www.tarim.gov.tr/Sayfalar///IceriklerDetay.aspx?rid=524&NodeValue=124&KonuId=123&ListName=Icerikler

80. Şenel Y, Başoğlu F. Gıda İşletmelerinde Kullanılan Bazı Dezenfektanların Mikroorganizmalar Üzerine Etkileri. *Uludağ Ünv., Zir. Fak., Derg.* 2002;16:105-115.

81. Akşit F, Akgün Y, Kiraz N. *Genel Mikrobiyoloji ve İmmünoloji*. 8 ed. Eskişehir: Aandolu Üniversitesi Yayını; 2006.

82. Food and Drug Administration (FDA). 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; 2001 [cited 2013 Aug 05]. Available from: URL: http://thefogtunnel.com/wp-content/uploads/downloads/2011/12/USDA-Methods-to-Reduce-Eliminate-Pathogens-from-Fresh-and-Fresh-Cut-Produce.pdf

83. Nascimento M, Silva N, Catanozi M, Silva K. Effects of different disinfection treatments on the natural microbiota of lettuce. *Journal of Food Protection.* 2003;66(9):1697-1700.

84. Allende A, Selma MV, López-Gálvez F, Villaescusa R, Gil MI. Role of commercial sanitizers and washing systems on epiphytic microorganisms and sensory quality of fresh-cut escarole and lettuce. *Postharvest Biology and Technology.* 2008;49(1):155-163.

85. Aruscavage D, Lee K, Miller S, LeJeune JT. Interactions affecting the proliferation and control of human pathogens on edible plants. *Journal of food science.* 2006;71(8):R89-R99.

86. Sanz S, Giménez M, Olarte C, Lomas C, Portu J. Effectiveness of chlorine washing disinfection and effects on the appearance of

artichoke and borage. *Journal of applied microbiology.* 2002;93(6):986-993.

87. Oğur R, Tekbaş ÖF, Hasde M. Klorlama Rehberi (İçme ve Kullanma Sularının Klorlanması). *Gülhane Askeri Tıp Akademisi Halk Sağlığı Anabilim Dalı.* 2004 [cited 2013 Aug 05]. Available from: URL: http://www.halksagligi.org/dokuman/arsiv/1322524264.pdf

88. Nou X, Luo Y. Whole-Leaf Wash Improves Chlorine Efficacy for Microbial Reduction and Prevents Pathogen Cross-Contamination during Fresh-Cut Lettuce Processing. *Journal of food science.* 2010;75(5):M283-M290.

89. Enomoto K, Takizawa T, Ishikawa N, Suzuki T. Hot-water treatments for disinfecting alfalfa seeds inoculated with *Escherichia coli* ATCC 25922. *Food Science and Technology Research.* 2002;8(3):247-251.

90. Donnermair MM, Blatchley III ER. Disinfection efficacy of organic chloramines. *Water research.* 2003;37(7):1557-1570.

91. Kim H, Ryu J-H, Beuchat LR. Survival of *Enterobacter sakazakii* on fresh produce as affected by temperature, and effectiveness of sanitizers for its elimination. *International journal of food microbiology.* 2006;111(2):134-143.

92. Sapers GM, Novak J. *Washing and sanitizing raw materials for minimally processed fruit and vegetable products*: CRC Press: Boca Raton, FL, London, New York, Washington, DC; 2003.

93. Beuchat LR. *Use of sanitizers in raw fruit and vegetable processing*. Maryland: An Aspen Publication; 2000.

94. Olaimat AN, Holley RA. Factors influencing the microbial safety of fresh produce: A review. *Food microbiology.* 2012;32(1):1-19.

95. Eun SA, Yong SK, Dong HS. Observation of bactericidal effect of allyl isothiocyanate on Listeria monocytogenes. *Food Science and Biotechnology.* 2001;10(1):31-35.

96. Nair B. Final report on the safety assessment of Benzyl Alcohol, Benzoic Acid, and Sodium Benzoate. *International journal of toxicology.* 2001;20:23.

97. Wibbertmann A, Kielhorn J, Koennecker G, Mangelsdorf I, Melber C. Concise International Chemical Assessment Document 26: Benzoic Acid and Sodium Benzoate. In: World Health Organization, ed. Geneva; 2000 [cited 2013 Aug 17]. Available from: URL: http://www.who.int/ipcs/publications/cicad/cicad26_rev_1.pdf

98. Denli Y, Özkan G. Yüksek performans sıvı kromatografi yöntemi ile şaraplarda sorbik asit tayini. *GIDA.* 1999;24(3):187-190.

99. Rutala WA, Weber DJ. Guideline for disinfection and sterilization in healthcare facilities, 2008: Centers for Disease Control (US); 2008 [cited 2013 Aug 17]. Available from: URL: http://www.cdc.gov/hicpac/pdf/guidelines/disinfection_nov_2008.pdf

100. Beuchat LR, Ryu J-H. Produce handling and processing practices. *Emerging infectious diseases.* 1997;3(4):459.

101. Yücel Şengün I, Karapınar M. Effectiveness of household natural sanitizers in the elimination of *Salmonella typhimurium* on rocket (Eruca sativa Miller) and spring onion (Allium cepa L.). *International journal of food microbiology.* 2005;98(3):319-323.

102. Sapers GM, Simmons GF. Hydrogen peroxide disinfection of minimally processed fruits and vegetables. *Food Technology.* 1998;52(2):48-52.

103. Giese J. Salmonella reduction process receives approval. *Food Technol.* 1993;47(1):110.

104. Lillard H. Effect of trisodium phosphate on salmonellae attached to chicken skin. *Journal of Food Protection.* 1994;57(6):465-469.

105. Dickson J, Cutter C, Siragusa G. Antimicrobial effects of trisodium phosphate against bacteria attached to beef tissue. *Journal of Food Protection.* 1994;57(11):952-955.

106. Liao C-H, Cooke PH. Response to trisodium phosphate treatment of *Salmonella* Chester attached to fresh-cut green pepper slices. *Canadian journal of microbiology.* 2001;47(1):25-32.

107. Rodgers SL, Cash JN, Siddiq M, Ryser ET. A comparison of different chemical sanitizers for inactivating *Escherichia coli* O157: H7 and *Listeria monocytogenes* in solution and on apples, lettuce, strawberries, and cantaloupe. *Journal of Food Protection.* 2004;67(4):721-731.

108. Beltrán D, Selma MV, Tudela JA, Gil MI. Effect of different sanitizers on microbial and sensory quality of fresh-cut potato strips stored under modified atmosphere or vacuum packaging. *Postharvest biology and technology.* 2005;37(1):37-46.

109. Ketteringham L, Gausseres R, James SJ, James C. Application of Aqueous Ozone for Treating Pre-cut Green Peppers (*Capsicum annuum L*.). *Journal of Food Engineering.* 2006;76:104–111.

110. Daş E, Gürakan GC, Bayındırlı A. Effect of Controlled Atmosphere Storage, Modified Atmosphere Packaging and Gaseous Ozone Treatment on the Survival of *Salmonella Enteritidis* on Cherry Tomatoes. *Food Microbiology.* 2006;23:430–438.

111. Ekici L, Sağdıç O, Kesmen Z. Gıda Endüstrisinde Alternatif Bir Dezenfektan: Ozon. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi.* 2006(1):47-57.

112. Kim J-G, Yousef AE, Chism GW. Use of ozone to inactivate microorganisms on lettuce. *Journal of Food Safety.* 1999;19(1):17-34.

113. Öztekin S, Zorlugenç B, Zorlugenç FK. Effects of ozone treatment on microflora of dried figs. *Journal of food engineering.* 2006;75(3):396-399.

114. Khadre MA, Yousef AE, Kim JG. Microbiological aspects of ozone applications in food: a review. *Journal of Food Science.* 2001;66(9):1242-1252.

115. Tan BK, Watson IA, Partonb R, Peden I. A real-time Monitoring and Detection Instrument for Analysis of the Effects of O_3 on Bioluminescent *Escherichia coli* on Agar Surfaces—Potential Applications to the Food Industry. *Innovative Food Science and Emerging Technologies.* 2005;6:183-188.

116. Seydim ZG, Jr. PIB, Greene AK. Efficacy of Ozone to Reduce Bacterial Populations in the Presence of Food Components. *Food Microbiology.* 2004;21:475–479.

117. Cabo M, Pastoriza L, Sampedro G, González M, Murado M. Joint effect of nisin, CO_2, and EDTA on the survival of *Pseudomonas*

aeruginosa and Enterococcus faecium in a food model system. *Journal of Food Protection.* 2001;64(12):1943-1948.

118. Gülmez M, Oral N, Sezer Ç, Duman B, Vatansever L. Satış Yerlerinden Alınan Maydanoz Örneklerinin Kekik Suyu ile Dekontaminasyonu. *Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi.* 2006;12(1):41-47.

119. Andreadakis AD. Treatment and disinfection of sludge using quicklime Sludge Treatment and there effect of pathogens. In: Department of Water Resources FoCE, National Technical University of Athens, ed. Greece: [cited 2013 Aug 17]. Available from: URL: http://ec.europa.eu/environment/waste/sludge/pdf/workshoppart2.pdf

120. Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi, Kimya Teknolojisi, Metaller 1. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı; 2008 [cited 2013 Aug 05]. Available from: URL: http://hbogm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/kursprogramlari/kimya/moduller/Metaller1.pdf

121. ORBİO. Calceramic: Sebze-Meyve, Et Çeşitleri ve Mutfak Ekipmanları Için Okyanustan Gelen Doğal Dezenfektan In: Sanayii Orbiyo Tarım Endüstriyel Pazarlama ve Gıda San. Dış Tic. Ltd. Şti., ed. İstanbul.

122. Alkan ÇOÇ. Nigata Yakuryo Üniversitesi (Nupal) Raporu (İktibas). Paper presented at: Japonya Gıda Kimyaları Konferansı, 1999; Japonya.

123. Bodur T, Yaldırak G, Kola O, Çağrı-Mehmetoğlu A. Inhibition of *Listeria monocytogenes* and *Escherichia coli* o157: H7 on

frankfurters using scallop-shell powder. *Journal of Food Safety.* 2010;30(3):740-752.

124. Gardner JF, Peel MM. *Introduction to sterilization, disinfection and infection control*. New York: Churchill Livingstone; 1991.

125. Bassett D, Stokes K, Thomas W. Wound infection with Pseudomonas multivorans: a water-borne contaminant of disinfectant solutions. *The Lancet.* 1970;295(7658):1188-1191.

126. Rubbo S, Stratford B, DIXSON S. " Self-Sterilization" of Chemically TreatedBlankets. *Medical Journal of Australia.* 1960;2(9):330-332.

127. Ayliffe G, Collins B, Lowbury E. Cleaning and disinfection of hospital floors. *British medical journal.* 1966;2(5511):442.

128. Prindle R. *Phenolic compounds. In: Block SS (ed) Disinfection, sterrilization and preservation, 3rd ed*. Philadelphia: Lea&Febiger; 1983.

129. Rubbo S, Gardner JF, Webb R. Biocidal activities of glutaraldehyde and related compounds. *Journal of Applied Microbiology.* 1967;30(1):78-87.

130. Lowbury E, Lilly H. Use of 4% chlorhexidine detergent solution (Hibiscrub) and other methods of skin disinfection. *British Medical Journal.* 1973;1(5852):510.

131. Gelinas P, Goulet J. Neutralization of the activity of eight disinfectants by organic matter. *Journal of Applied Microbiology.* 1983;54(2):243-247.

132. World Health Organisation (WHO). Benzoic acid and sodium benzoate: concise International chemical assessment document, 26. *World Health Organization: Genebra.* 2000 [cited 2013 Aug 05].

Available from: URL: http://www.who.int/ipcs/publications/cicad/cicad26_rev_1.pdf

133. Gottschalk C, Libra JA, Saupe A. *Ozonation of Water and Waste Water: A Practical Guide to Understanding Ozone and its Applications*. 2 ed. Germany: Wiley-VCH; 2010.

134. Güzel-Seydim Z, Bever PI, Greene AK. Efficacy of ozone to reduce bacterial populations in the presence of food components. *Food microbiology.* 2004;21(4):475-479.

135. Bağcı U, Toğay ÖS, Temiz A. Çig Tüketilen Sebzelere Uygulanan Yüzey Dekontaminasyon Yöntemleri. Paper presented at: Türkiye 10. Gıda Kongresi, 2008; Erzurum.

136. Food and Drug Administration (FDA). Bacteriological Analytical Manual. In: U.S. Food & Drug Administration CfFSAN, [cited 2013 Aug 16] 2001 Available from: URL: http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm2006949.htm

137. Food and Drug Administration (FDA). Analysis and Evaluation of Prevention Control Measures For The Control and Reduction/Elimination of Microbial Hazards On Fresh and Fresh-cut Produce In: Nutrition CFFSaA, ed; 2001 [cited 2013 Aug 17] 2001 Available from: URL: http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/SafePracticesforFoodProcesses/ucm091389.htm

138. Canada S. Food Consumption in Canada: Part II, 2001. In: Agriculture Division LaAPS, ed. Ottowa, Canada; 2002 [cited 2013 Aug 17] 2001 Available from: URL: http://www23.statcan.gc.ca/imdb/p2SV.pl?Function=getSurvey&Sur

vId=3475&SurvVer=0&InstaId=13721&InstaVer=3&SDDS=3475&lang=en&db=imdb&adm=8&dis=2

139. Rico D, Martin-Diana AB, Barat J, Barry-Ryan C. Extending and measuring the quality of fresh-cut fruit and vegetables: a review. *Trends in Food Science & Technology.* 2007;18(7):373-386.

140. Lehto M, Kuisma R, Määttä J, Kymäläinen H-R, Mäki M. Hygienic level and surface contamination in fresh-cut vegetable production plants. *Food control.* 2011;22(3):469-475.

141. Francis GA, Thomas C, O'beirne D. The microbiological safety of minimally processed vegetables. *International journal of food science & technology.* 1999;34(1):1-22.

142. De Roever C. Microbiological safety evaluations and recommendations on fresh produce. *Food control.* 1999;9(6):321-347.

143. Center for Disease and Prevention (CDC). Investigation announcement: multistate outbreak of *E. coli* O157:H7 infections linked to romaine lettuce. In: Prevention CfDCa, ed. [cited 2013 Aug 17]. Available form: URL: http://www.cdc.gov/ecoli/2011/ecoliO157/romainelettuce/120711/

144. Food and Drug Administration (FDA). Recall-state/local press release, fresh strawberries from Washington county farm implicated in *E. coli* O157 outbreak in NW Oregon. In: Administration FaD, ed. [cited 2013 Aug 14]. Available form: URL: http://www.fda.gov/safety/recalls/ucm267667.htm

145. European Food Safety Authority EFSA. Shiga toxin-producing *E. coli* (STEC) O104:H4 2011 outbreaks in Europe: taking Stock.

[cited 2013 Aug 14]. Available form: URL: http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/2390.htm

146. Warriner K, Namvar A. The tricks learnt by human enteric pathogens from phytopathogens to persist within the plant environment. *Current opinion in biotechnology.* 2010;21(2):131-136.

147. Abadias M, Alegre I, Usall J, Torres R, Viñas I. Evaluation of alternative sanitizers to chlorine disinfection for reducing foodborne pathogens in fresh-cut apple. *Postharvest Biology and Technology.* 2011;59(3):289-297.

148. Akbaş MY, Ölmez H. Effectiveness of organic acid, ozonated water and chlorine dippings on microbial reduction and storage quality of fresh-cut iceberg lettuce. *Journal of the Science of Food and Agriculture.* 2007;87(14):2609-2616.

149. Singh N, Singh R, Bhunia A, Stroshine R. Effect of inoculation and washing methods on the efficacy of different sanitizers against *Escherichia coli* O157: H7 on lettuce. *Food Microbiology.* 2002a;19(2):183-193.

150. Mahmoud B, Linton R. Inactivation kinetics of inoculated *Escherichia coli* O157: H7 and *Salmonella enterica* on lettuce by chlorine dioxide gas. *Food microbiology.* 2008;25(2):244-252.

151. Keskinen LA, Burke A, Annous BA. Efficacy of chlorine, acidic electrolyzed water and aqueous chlorine dioxide solutions to decontaminate *Escherichia coli* O157: H7 from lettuce leaves. *International journal of food microbiology.* 2009;132(2):134-140.

152. Garcia A, Mount J, Davidson P. Ozone and chlorine treatment of minimally processed lettuce. *Journal of food science.* 2003;68(9):2747-2751.

153. Hua G, Reckhow DA. Comparison of disinfection byproduct formation from chlorine and alternative disinfectants. *Water Research.* 2007;41(8):1667-1678.

154. Ölmez H, Kretzschmar U. Potential alternative disinfection methods for organic fresh-cut industry for minimizing water consumption and environmental impact. *LWT-Food Science and Technology.* 2009;42(3):686-693.

155. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı. *Bakteriolojik Numune Test Raporu.* Rapor No: 250 V 06 00 23/GID/0199/0976-00. Ankara 2008a.

156. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı. *Toplam Koliform Bakteri Sayısı Analizi Test Raporu.* Rapor No: B.12.5.KKG.0.06.00.23/GID/2144/12240-00. Ankara 2008b.

157. Japonya Gıda Araştırma Merkezi. *Canlı Bakteri Sayısı Ölçümü Deney Raporu.* Sayı: 199101763-001. 1999.

EKLER

EK-1

TÜRK STANDARDI

TURKISH STANDARD

Bu standard metni 27 Şubat 2007 tarihli TSE Teknik Kurul toplantısında kabul edilerek yürürlüğe girmiş olup metin üzerindeki redaksiyonel düzeltmeler devam etmektedir.

TS ISO 874

ICS 67.080

YAŞ MEYVE VE SEBZELER - NUMUNE ALMA

Fresh fruits and vegetables - Sampling

TÜRK STANDARDLARI ENSTİTÜSÜ
Necatibey Caddesi No.112 Bakanlıklar/ANKARA

Ön söz

- Bu tasarı; ISO tarafından kabul edilen ISO 874 (1980) standardı esas alınarak, TSE Ziraat İhtisas Grubu'nca hazırlanmıştır.

- Bu standardda kullanılan bazı kelime ve/veya ifadeler patent haklarına konu olabilir. Böyle bir patent hakkının belirlenmesi durumunda TSE sorumlu tutulamaz.

Yaş meyve ve sebzeler - Numune alma

0 Giriş

Doğru numune alma, çok dikkat gerektiren zor bir süreçtir. Ürünü temsil edecek bir numune alınması çok büyük önem arz eder. Dikkatsizce ve yanlış bir şekilde yapılan numune alma işlemi yanlış anlamaya ve haksız mali ayarlamalar yapılmasına yol açar.

Bu standarda verilen işlem, iyi bir uygulama olarak kabul edilir ve uygulanabilir olduğu durumlarda takip edilmesi özellikle tavsiye edilir. Uygulama zorluğu olan durumlarda kısmî şartlar arzu edilen şekilde değiştirilebilir.

Bu standardda belirtilen metot özellikle iki partinin uyuşmadığı durumlarda kullanılır.

1 Konu ve kapsam

Bu standard, uluslararası piyasalara arz olunan yaş meyve ve sebzelerin, satış sözleşmelerinde yer alacak özeliklerini tayin için taraflar arasında varılacak anlaşma gereğince veya taraflar arasında herhangi bir anlaşmazlık olması halinde başvurulacak numune alma metodunu kapsar.

2 Tarifler

2.1 Sevkıyat (Mal)

Belirli bir anlaşma veya bir irsaliye belgesine göre bir seferde sevk edilen veya teslim alınan meyve ve sebze miktarı.

2.2 Partl

Sevkıyattan alınan, özeliğini tayine imkân verecek olan çeşit, olgunluk derecesi, ambalâj vb. gibi özeliklerinin aynı olduğu kabul olunan miktar.

2.3 İlk numune

Partinin bir yerinden alınan az miktardaki numune. Partinin çeşitli yerlerinden yaklaşık olarak aynı miktarda ilk numuneler alınır.

2.4 Paçal numune

İlk numunelerin bir araya getirilmesi ve ürün elverişli ise bunların karıştırılması suretiyle elde olunan numune.

2.5 TemsllI numune

Gerekirse paçal numune içinden alınan ve partiyi temsil eden az miktardaki numune.

2.6 Laboratuvar numunesl

Paçal veya temsili numunenin, analiz veya diğer deneyler için kullanılacak olan belirli miktar numune.

3 Genel

3.1 Numune, ürünün bulunduğu yerde düzenli muayenesi veya özeliklerini tespit amacıyla laboratuvar muayenesi için alınır. Her iki halde de numuneler rastgele alınmalıdır. Bununla beraber bazı hallerde, örneğin değişik bir çeşidin varlığını veya herhangi bir kusuru tespit amacına yönelik seçme suretiyle de numune alınabilir. Bu durumda numune rastgele alınmaz. Bu bakımdan numune almadan önce amacın saptanması, yani muayene edilecek niteliklerin belirtilmesi gerekir.

3.2 Numune alma; numunelerin partinin bütün özeliklerini temsil edecek şekilde yapılmalıdır. Partinin zarar görmüş kısımları (sandık, çuval vb.) ayrıldıktan sonra, hem sağlam hem de zarara uğramış kısımlardan ayrı ayrı numuneler alınmalıdır.

3.3 Numune alma işlemi tamamlandığında bir rapor hazırlanmalıdır (Madde 6).

4 Numune alma metodu

4.1 Numune alma için partinin hazırlanması

Parti, numune almayı geciktirmeyecek ve engellemeyecek biçimde hazırlanmalıdır. Numuneler, ilgili taraflar veya resmi yetkililer tarafından alınmalıdır. Numune alma işlemi, her parti için ayrı ayrı uygulanmalıdır. Ancak, parti taşıma esnasında hasar görmüşse, partinin bu kısımları (sandık, çuval vb.) ayrılmalı ve sağlam kısımlardan numune ayrı ayrı alınmalıdır.

Aynı şekilde sevkıyatın, teslim alan tarafından bir örnek olduğu kabul edilmezse, bu husus sevkıyatı gönderen tarafından belirtilmemiş olsa dahi, gönderilen ürün bir örnek partilere bölünmeli ve aksine bir karar yoksa anlaşmaya uygun şekilde her partiden ayrı ayrı numuneler alınmalıdır.

4.2 İlk numuneler

ilk numuneler, partinin değişik sıralarından ve çeşitli yerlerinden rastgele alınmalıdır.

4.2.1 Ambalâjlı ürünler

Ürünler, tahta sandıklar, karton kutular, çuvallar vb. gibi ambalâjlar içindeyse numuneler Çizelge 1'e göre rastgele alınır.

Çizelge 1 - Ambalâjlı ürünlerden numune alma

Partideki benzer ambalâj sayısı	İçinden ilk numune alınmak üzere ayrılacak ambalâj sayısı
100'e kadar	5
101 – 300	7
301 – 500	9
501 – 1000	10
1000'den çok	15 (en az)

4.2.2 Dökme ürünler

Dökme ürünlerden numuneler, toplam dökme ürün kütlesi veya toplam demet sayısı göz önünde tutularak her partiden en az 5 ilk numune olacak şekilde Çizelge 2'ye göre alınır.

Çizelge 2 - Dökme ürünlerden numune

Partideki dökme ürün kütlesi (kg) veya partideki toplam demet sayısı	Partiden ayrılacak toplam ilk numune kütlesi (kg) veya toplam demet sayısı
200'e kadar	10
200 — 500	20
501 — 1000	30
1001 — 5000	60
5000'den çok	100 (en az)

Her biri 2 kg'dan fazla olan meyve ve sebzelerden alınacak ilk numunelerin sayısı 5'den az olmamalıdır

4.3 Paçal numune veya temsilî numunenin hazırlanması

Paçal numune, ilk numunelerden, gerekirse bir araya getirilerek ve mümkünse karıştırılarak meydana getirilir. Temsilî numune gerekirse paçal numunenin azaltılması ile elde edilir. Yerinde yapılacak muayene, paçal veya temsilî numune üzerinde ve muayene edilecek özelliklerde herhangi bir değişikliğe meydan vermemek için numune alınır alınmaz yapılmalıdır.

4.4 Laboratuvar numunelerinin miktarı

Laboratuvar numunelerinin miktarı, anlaşmada kayıtlı laboratuvar deneylerinin sayısına bağlıdır. Çizelge 3'te bunların en az miktarı gösterilmiştir

Çizelge 3 - Laboratuvar numunelerinin miktarı

Ürünler	Laboratuvar numunesi miktarı
Küçük meyveler, muşmula, ceviz, fındık, badem, kestane ve aşağıda belirtilenlerin dışında kalan sebzeler	1 kg
Kiraz, vişne, erik	2 kg
Kayısı, muz, ayva, narenciye, şeftali, elma, armut, üzüm, avokado, sarımsak, patlıcan, kök pancar, hıyar, şalgam, lahana, köklü sebzeler, soğan, biber, turp, domates	3 kg
Balkabağı, kavun, karpuz, ananas	5 tane
Lahana, karnabahar, kırmızı lahana, marul	10 baş
Tatlı mısır	10 koçan
Demet halindeki sebzeler	10 demet

5 Laboratuvar numunelerinin ambalâjlanması ve yollanması

5.1 Ambalâjlama

Yerinde muayene edilmeyen laboratuvar numuneleri bozulmamalarının sağlanması amacıyla iyi bir şekilde ambalâjlanmalı ve içlerine konuldukları kaplar sızdırmaz yapılmalıdır.

5.2 İşaretleme

Yollanacak numuneler değiştirilemeyecek biçimde işaretlenmeli (etiketlenmeli)'dir.

Etiket üzerine aşağıdaki bilgiler okunaklı ve silinmeyecek şekilde yazılmalı veya basılmalıdır;
a) Ürünün adı, çeşidi, sınıfı,
b) İhracatçının adı,
c) Numunenin alındığı yer,
d) Numune alma tarihi ve bozulabilir ürünler için numunenin alındığı saat,
e) Partinin ve numunenin işareti veya numarası (yollama notu, taşıtın numarası, depolama yeri),
f) Numune alma raporunun numarası,
g) Numune alanın adı ve imzası,
h) Gerekirse yapılacak laboratuvar muayenelerinin listesi.

5.3 Taşıma ve muhafaza

Laboratuvar numunesi hazırlanır hazırlanmaz gideceği yere derhal ve en seri taşıtla gönderilmelidir. Laboratuvar numunesi, üründe herhangi bir değişiklik yapmayacak koşullar altında muhafaza edilmeli ve taşınmalı ve bu nedenle muayene, numune alındıktan hemen sonra yapılmalıdır.

6 Numune alma raporu

Numaralanmış ve bir laboratuvar numunesi iliştirilmiş olan numune alma raporunda, yerine göre, aşağıdaki bilgiler bulunmalıdır:

a) Ürünün adı ve gerekirse çeşidi ve sınıfı,
b) Alıcının adı,
c) Yollama ve alma tarihi ve yeri,
d) İhracatçının adı ve adresi,
e) Partinin bulunduğu yer, depolama süresi ve koşulları ulaştırma aracının çeşidi ve taşıt numarası,

f) Numunenin istendiği tarih ve saat,
g) Numunenin alındığı tarih ve saat,
h) Numune alınma sırasındaki ortam koşulları (sıcaklık vb.),
i) Partinin büyüklüğü ve ambalâj sayısı,
j) Numune ile birlikte partiyi tanıtıcı işaret (ambalâj cinsi, etiket vb.),
k) Numune almanın amacı ve normal koşullarda numune alma ile muayene arasında geçecek zaman,
l) Taşıtın veya deponun durumu (temizlik, yabancı koku ve taşıt hakkında mekanik koşullar, hava geçirmezliği vb.),
m) Partinin birörnekliği, ıslanmış veya diğer şekillerde zarara uğramış kısımlar,
n) Partinin temizliği,
o) Ambalâj tipi ve kalitesi ve ürünün ambalâj içindeki durumu,
p) Ürünün iç sıcaklığı (veya taşıtın veya deponun sıcaklığı),
q) Buz miktarı (veya kuru buz miktarı) ve frigorifik araç içindeki vantilatörlerin mekanik durumu,
r) Soğuğa karşı ambalâjlamanın durumu ve özelliği,
s) Partideki ambalâjın darası,
t) Numune almada bulunan ilgililerin ad ve soyadları,
u) Laboratuvar numunesi sayısı,
v) Numune alanların ad ve soyadları.

Raporda aynı zamanda bu standardda belirtilmiş olandan farklı bir tekniğin uygulanıp uygulanmadığı da gösterilmelidir.

EK-2

CİHAZ ADI:	TAŞINABİLİR TİP TERMOMETRE VE NEM ÖLÇERLER
KULLANIM YERİ:	ANKARA CBK.RESEPSİYON MUTFAĞI
REFERANS STANDART:	KİMO TM 200 REFERANS TERMOMETRE SERİ NO: 10.03.5561
İZLENEBİLİRLİK:	TSE: 12S0669 / 04.12
REFERANS STANDART:	KİMO HD100S REFERANS SICAKLIK VE NEM ÖLÇER SERİ NO: 2530
İZLENEBİLİRLİK:	TSE: 12S0734 / 04.12
VALİDASYON YAPAN:	BÜLENT ÖZER

REF °C	11.04.2013 BATIRMA UCU 1	SAPMA
-20,08	-20,2	-0,12
-0,13	0,0	0,13
14,72	14,8	0,08
89,75	89,5	-0,25

REF °C	11.04.2013 İNFRARED 1	SAPMA
-18,5	-20,0	-1,5
3,2	2,0	-1,2
15,1	14,5	-0,6
90,0	90,5	0,5

REF °C	11.04.2013 BATIRMA UCU 2	SAPMA
-20,08	-20,4	-0,32
-0,13	-0,2	-0,07
14,74	14,7	-0,04
89,75	89,5	-0,25

REF °C	11.04.2013 İNFRARED 2	SAPMA
-18,5	-19,0	-0,5
3,0	1,5	-1,5
15,2	14,0	-1,2
90,0	91,5	1,5

REF °C	11.04.2013 TFA 3	SAPMA
-20,15	-20,7	-0,55
-0,13	0,2	0,33
14,75	14,7	-0,05
89,82	89,8	-0,02

REF RH	24.04.2013 NEM 4	SAPMA
41,3	43	1,7
86,7	83	-3,7

REF °C	24.04.2013 İÇ SICAKLIK 4	SAPMA
20,6	20,1	-0,5
30,4	29,8	-0,6

REF °C	24.04.2013 DIŞ SICAKLIK 4	SAPMA
19,8	20,3	0,5
29,6	29,9	0,3

REF RH	24.04.2013 NEM 6	SAPMA
41,4	43	1,6
86,4	82	-4,4

REF °C	24.04.2013 İÇ SICAKLIK 6	SAPMA
20,4	20,7	0,3
30,5	30,5	0,0

REF °C	24.04.2013 DIŞ SICAKLIK 6	SAPMA
19,9	20,2	0,3
29,6	29,8	0,2

REF RH	24.04.2013 NEM 7	SAPMA
41,5	43	1,5
86,8	84	-2,8

REF °C	24.04.2013 İÇ SICAKLIK 7	SAPMA
20,9	20,6	-0,3
30,4	30,1	-0,3

REF °C	24.04.2013 DIŞ SICAKLIK 7	SAPMA
19,6	20,3	0,7
29,7	29,9	0,2

REF RH	24.04.2013 NEM 8	SAPMA
41,9	38	-3,9
86,5	85	-1,5

REF °C	24.04.2013 İÇ SICAKLIK 8	SAPMA
20,7	20,6	-0,1
30,6	30,1	-0,5

REF °C	24.04.2013 DIŞ SICAKLIK 8	SAPMA
19,8	19,6	-0,2
29,6	29,4	-0,2

REF RH	24.04.2013 NEM 9	SAPMA
41,5	42,2	0,7
86,2	83,6	-2,6

REF °C	24.04.2013 9	SAPMA
21,6	20,9	-0,7
29,7	29,2	-0,5

EK-3

3

T.C.

İSTANBUL VALİLİĞİ

İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdü

İTHALAT
GIDA VE YEM SUBE MUDURLUGU >
> ORBIYO ARITMA SIS INS ENJ TAR GIDA I
SAYI: 97406 / 31.05.2013

Sayı : 97834074/305.04.01.02/97406

Konu : İTHALAT

ORBİYO ARITMA SİSTEMLERİ İNŞAAT ENERJİ TARIM GIDA İÇ VE DIŞ TİCARET LTD. ŞTİ.

Merkez Mah. Eyüp Sultan Caddesi Myy İş Merkezi No:8 K:4 Merkez Kağıthane - İstanbul / Türkiye

İlgi : 28.05.2013 tarih ve 97406 sayılı dilekçeniz,

İthali/Geçici ithali yapılmak üzere **Orbiyo Arıtma Sistemleri İnşaat Enerji Tarım Gıda İç ve Dış Ticaret** firmasınca beyan edilen ve aşağıda bilgileri yer alan ürünün/ürünlerin, ilgili mevzuata göre yapılan denetimlerde Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'nın Kontrolüne Tabi Ürünlerin İthalat Denetimi Tebliği (Ürün Güvenliği ve 2013/5) çerçevesinde ithali/geçici ithali uygundur.

Zekai UYANIK
İl Müdürü a.
Gıda ve Yem Şube Müdürü

Bu uygunluk yazısı 45 gün süre için geçerlidir.(3)

Bilgilerini ve gereğini rica ederim.

Belge Cinsi	Belge Tarihi	Belge No	Ürün Adı	GTİP
İthalat Belgesi	28/05/2013	13-34-EK2-030396	Kalsiyum Oksit E529	282749901000

Ürün Miktarı	Fatura Tarihi	Fatura No	Şarj No(4)	Son Kullanım Tarihi
20 kg				

TEŞEKKÜR

Çalışmamda bana gerek engin bilgi ve tecrübeleriyle olsun, gerekse manevi açıdan olsun her daim desteğini veren değerli danışman hocam Doç. Dr. Saniye BİLİCİ'ye teşekkürlerimi sunarım. Aynı zamanda tez çalışmam süresince benden yardımını hiç esirgemeyen sayın hocam Prof. Dr. Kamuran AYHAN'a da teşekkürlerimi sunarım.

Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü kurucusu Sayın Dekanım Prof.Dr Nevin Şanlıer'e de mesleki alanda yetişmem konusunda verdiği sonsuz destek ve anlayış için teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin laboratuvar çalışmasının her aşamasında yanımda olan, yardımını ve desteğini sürekli yanımda hissettiğim çok sevgili ve değerli arkadaşım Duygu TÜRKÖZÜ'ne sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca manevi desteklerini bende esirgemeyen değerli araştırma görevlisi arkadaşlarım Hande YILMAZ ve Semra NAVRUZ'a da tüm kalbimle teşekkür ederim.

Hayatımın her evresinde olduğu gibi tez hazırlama aşamamda da yanımda olarak bana her zaman destek veren ve her zaman yanımda olduklarını hissettiren canım ailem; annem Gülnihal AYHAN'a, babam Talip AYHAN'a ve ablam Esra AYHAN KIZILCI'ya tüm kalbimle teşekkür ederim.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler:

Adı Soyadı: Büşra Ayhan

Doğum Yeri: Çankırı

Doğum Tarihi: 12 Ocak 1989

Eğitim Durumu:

Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans 2011-

Başkent Üniversitesi, Beslenme ve Diyetetik (Burslu), 2006-2011

Çankırı Süleyman Demirel Fen Lisesi, 2003-2006

İsmet İnönü İlköğretim Okulu, 2000-2003

Gazi İlköğretim Okulu, 1994-2000

Stajlar:

06-07/2010: Başkent Üniversitesi Sağlıklı Yaşam Kampı

09-10/2010: Ankara Bayındır Hastanesi

11-12/2010: Ankara Dışkapı SSK Hematoloji ve Onkoloji hastanesi

02-03/2011: Yıldız Yemek San. ve Tic. Ltd. Şti.

04-05/2011: Başkent Üniversitesi Ankara Hastanesi