

# Toplu Beslenme Sistemlerinde Kullanılan Farklı Dezenfektanların Çiğ Servis Edilen Marul'un Mikrobiyal Yüküne Etkisi

## *The Effect of Different Disinfectants on the Microbial Load of Lettuce*

Büşra Ayhan<sup>1</sup>, Saniye Bilici<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ankara, Türkiye

### ÖZET

**Amaç:** Bu araştırma, toplu beslenme sistemlerinde çiğ servis edilen sebze dezenfeksiyonunda kullanılan çeşitli dezenfektanların maruldaki Enterobacteriaceae ve toplam koliform bakteri yüküne etkisini incelemek amacıyla planlanıp yürütülmüştür. **Gereç ve Yöntem:** "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. **Bulgular:** 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 rastlanmamıştır. Doğranmış veya bütün haldeki marul örneklerinin dezenfeksiyonu sonunda görülen mikrobiyal azalmalar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). **Sonuç:** Toplu beslenme sistemlerinde sıklıkla kullanımına karşın klorun bilinen olumsuz etkileri nedeniyle, doğal bir ürün olan ve gıda katkı maddesi (E529) olarak bilinen kalsiyum oksitin sebze dezenfeksiyonunda amacıyla daha iyi bir alternatif oluşturacağı düşünülmektedir. Bununla birlikte, kalsiyum oksit ile ilgili daha çok araştırmaya gereksinim vardır.

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

### ABSTRACT

**Aim:** This research was planned to examine the effects of various disinfectants used for raw vegetable disinfection in institutional food services on Enterobacteriaceae and total coliform bacterial load. **Material and Methods:** Lettuce samples were collected in Ankara wholesalers. Whole or sliced into thin strips 2 cm thick samples of lettuce were disinfected with 50 or 200 ppm chlorine solutions at 5 minutes and 15 minutes and 0.1% calcium oxide for 5 minutes. **Results:** A reduction of 4.97 and 5.31 (log kob/g) in the Enterobacteriaceae load was determined respectively when both whole and sliced lettuce samples were disinfected with 50 ppm chlorine at 5 minutes solutions while the reduction of total coliform bacteria load (log kob/g) was determined as 4.11 and 4.31 respectively. Whole or sliced lettuce samples that disinfected with 50 ppm chlorine solutions for 15 minutes determined a reduction in Enterobacteriaceae (log kob/g) as 5.29, 5.48 and total coliform bacteria (log kob/g) as 4.20, 4.58 respectively. No Enterobacteriaceae and total coliform were detected with 200 ppm chlorine and calcium oxide disinfection practices. At the end of disinfection procedures microbial reductions were not found statistically significant between whole and sliced lettuce samples. **Conclusion:** Chlorine is commonly used effective disinfectant in institutional food services. However because of its possible health risks, a natural product known as a food additive (E529), called calcium oxide, may consider as a better alternative for vegetables disinfections. Further research is needed in this field.

**Keywords:** Disinfectant, chlorine, calcium oxide, institutional food services, total coliforms

### GİRİŞ

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 (1). Kaliteli bir toplu beslenme hizmetinde tarladan çatala gıda güvenliğinin

sağlanmasının yanı sıra besin çeşitliliği ve besin değerinin korunumunun da sağlanması bir gerekliliktir (2-4).

Güvenilir gıda ya da güvenli gıda, amaçlandığı biçimde hazırlandığında fiziksel kimyasal ve mikrobiyolojik özellikler itibarıyla tüketime

#### İletişim/Correspondence:

Araş. Gör. Büşra Ayhan  
Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü,  
Beşevler, Ankara, Türkiye

E-posta: busraayhan989@gmail.com

Geliş tarihi/Received: 05.01.2017

Kabul tarihi/Accepted: 28.08.2017

uygun ve besin değerini kaybetmemiş gıda olarak tanımlanmaktadır (5). Güvenilir gıda üretiminde en önemli kritik kontrol noktalarından birisi ısıtma işlemi görmeden çiğ olarak servis edilen besinlerin hazırlanması ve servisidir (6). Yapılan çalışmalarda tüketime hazır, ısıtma işlemi görmeden çiğ olarak servise sunulan salataların hijyenik kalitelerinin uygun olmadığı, diğer gıdalardan daha riskli olabileceği ve bu tür gıdalarda ön hazırlık, hazırlık süreçlerinin kritik kontrol noktası olarak belirlenmesi gerekliliği vurgulanmaktadır (1,7).

Çiğ tüketime sunulan gıdalarda kritik kontrol noktası olan ön hazırlık aşamasında önemli bir kontrol kriteri dezenfeksiyon uygulamaları özellikle de sebzelerin yüzey dekontaminasyonu işlemleridir ki, bu aşamada insan sağlığını tehdit eden mikroorganizmaların en düşük düzeye getirilebilmesi için en sık uygulanan dekontaminasyon yöntemi kimyasal yöntemlerdir (4). Fiziksel yöntemlerin uygulanabilirliği çiğ tüketilen sebzelerde sınırlı olması nedeniyle yaygın olarak kimyasal uygulamalar kullanılmaktadır (7).

Özellikle çiğ tüketime sunulan sebzelerde en önemli hijyen göstergeleri arasında toplam mezofilik aerobik bakteri, toplam koliform bakteri ve Enterobacteriaceae gelmektedir. Bu bakteriler üzerindeki etkinliği nedeniyle klor, sebzeleri dezenfekte etmek amacıyla toplu beslenme kurumlarında çok sık kullanılan etkili bir kimyasal ajandır. Klorlu bileşikler, geniş öldürme spektrumuna sahip ekonomik ve kullanım alanı yaygın dezenfektanlardır. Yapılan çeşitli çalışmalarda klorun 200 mL/L kullanımında ortalama 1-5 dakikalık dezenfeksiyon işlemi sonucunda toplam koliform bakteri ve mezofilik aerobik bakteri sayısında belirgin bir azalma olduğu gösterilmiştir (8,9).

Bununla birlikte klor, koroziftir ve toksik etkilidir. Organik maddelerce kolay bozular. Ayrıca klorinin organik bileşiklerinin parçalanmadığı ve besin üzerinde kalıntı bıraktığı da bilinmektedir. Klorun yüksek konsantrasyonda kullanıldığı dezenfeksiyon uygulamalarında çalışanların gözlerinde, deri ve akciğerlerinde tahrişe, ayrıca araç gereçlerde aşınmalara ve lekelerle neden

olabileceği bildirilmektedir. Bu nedenlerle özellikle son yıllarda klor alternatif doğal dezenfektanların kullanımı yaygınlaşmaktadır. Kalsiyum oksit, doğal bitki ekstraktları ve meyve asitleri bu doğal dezenfektanlar arasında ilk sırada yer almaktadır (10,11).

Bu çalışma, toplu beslenme sistemlerinde ısıtma işlemi görmeden çiğ olarak servis edilen sebzelerin dezenfeksiyonunda kullanılan çeşitli dezenfektan maddelerin bu sebzelerin mikrobiyal yüküne etkisini incelemek amacıyla planlanıp yürütülmüştür. Çalışma sonucunda mikrobiyal yükte etkin azaltma yapabilme kapasitesine göre klor alternatif oluşturabilecek bir dezenfektan madde önerisi getirebilmek amaçlanmıştır.

## GEREÇ ve YÖNTEM

Araştırma kapsamında analizi yapılan marul örnekleri "Ankara Sebze Meyve Toptancı Hali"nden Şubat-Nisan 2013 tarihleri arasında bizzat araştırmacı tarafından toplanmıştır. Numune alınımında ISO 874'de belirtilen kriterler dikkate alınmıştır (12). Numuneler herhangi bir ayırma gözetmeksizin rastgele seçimle satın alınarak toplanmıştır. Analizler Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü araştırma laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Alınan marul örnekleri analiz yapılmadan önce bütün halde veya 2 cm eninde ince şeritler halinde kesilmiş şekli ile analiz edilmiştir. Kesim işlemleri steril bıçak yardımıyla cam kesim kabı kullanılarak yapılmıştır. Her analiz öncesinde örneklerden 10 g tartılarak incelemeye alınmıştır. Çalışma kapsamında klor ve etken maddesi kalsiyum oksit olan iki farklı dezenfektan kullanılmıştır. Tüm analiz uygulamaları öncesinde dezenfeksiyon işlemi uygulanmamış olan boş bir örneğin ekimi de yapılmış ve çalışma sonuçlarında kontrol grubu olarak adlandırılarak bu ekimin sonuçları verilmiştir.

Çalışmada farklı sürelerde ve dozlarda olmak üzere toplam 10 çalışma grubu hazırlanmıştır (Şekil 1). Ayrıca, tüm çalışma gruplarına özgü olarak toplam 10 kontrol grubu hazırlanmıştır. Doğranmış halde 50 ppm klorida 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 kalsiyum oksit çözeltisinde 5 dakika muamele edilen örnekler için de çalışma grubu örnekleri ile aynı marul örneğinden alınarak ayrı ayrı kontrol grubu hazırlanmıştır. Dezenfeksiyon işlemi sonrasında herhangi bir kontaminasyona mahal vermemek amacıyla durulama işlemi gerçekleştirilmemiştir. Tüm örnekler Stomacher'da 2 dakika süre ile homojenize edildikten sonra ekim işlemine geçilmiştir. Ekim işlemleri sırasında tek bir uygulama için 3 tekrar yapılmıştır. Dezenfektanların uygulama sürelerinin seçimi ise o dezenfektana özgü kullanım süreleri dikkate alınarak belirlenmiştir.

Çalışmada tüm numunelerde özellikle gıda indikatörü olarak en sıklıkla kullanılan Enterobacteriaceae ve toplam koliform bakteri incelenmiş, ekimler Violet Red Bile (VRB) Agar ile yapılmıştır. Çalışmanın güvenilirliğini sağlamak için aynı dilüsyondan 3 farklı petri kutusuna da ekim yapılarak tüm dilüsyonların ekim işlemi tamamlanmıştır. Yapılan ekim işleminden sonra besiyerleri 37°C'de 24 saat süresince inkübasyona bırakılmıştır. Bu süre sonunda oluşan koloniler

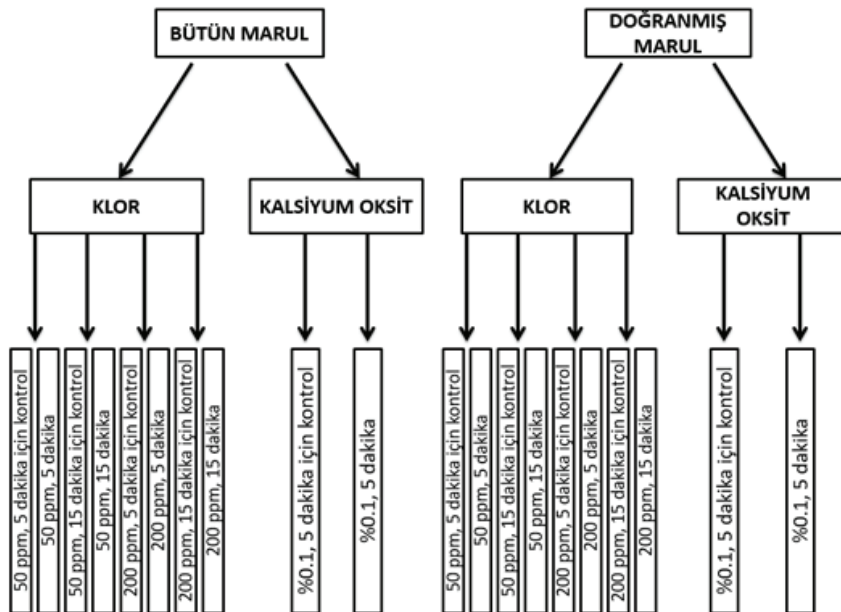
sayılarak dilüsyon katsayısı ile çarpılarak örneklerdeki toplam koloni sayısı bulunmuştur. Yapılan çalışma sonuçları farklı zamanlarda yürütülen iki laboratuvar çalışması sonunda elde edilen verilerin ortalama ve standart sapma değerleri şeklinde verilmiştir.

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 Wilcoxon Signed Rank Testi uygulanmış ve  $p < 0.05$ 'lik anlamlılık düzeyi kullanılmıştır (13).

## BULGULAR

Bütün ve doğranmış marul örneklerinde kontrol grubu ve kalsiyum oksit ile yapılan yüzey dekontaminasyonuna ilişkin sonuçlar Tablo 1'de verilmiştir. Kalsiyum oksit ile %0.1 oranında 5 dakika süreyle dezenfeksiyon uygulaması sonucunda bütün marul ve doğranmış marul yaprağı örneklerinde Enterobacteriaceae ve toplam koliform bakteriye rastlanmamıştır.

Kontrol grubu ve 50 ppm klor uygulaması sonucunda marul örneklerinin Enterobacteriaceae ve toplam koliform bakteri yükü ortalama ve standart sapma değerlerinin kob/g cinsinden



Şekil 1. Uygulanan dezenfeksiyon çözeltilerinin konsantrasyonları ve uygulanma süreleri

**Tablo 1.** Kontrol grubu ve kalsiyum oksit uygulamasında marul örneklerinin *Enterobacteriaceae* ve toplam koliform bakteri yükü ortalama ve standart sapma değerleri

		<i>Enterobacteriaceae</i> (kob/g)	Toplam koliform (kob/g)
Bütün marul	Kontrol	$1.85 \times 10^6 \pm 1.15 \times 10^6$	$6.62 \times 10^4 \pm 2.48 \times 10^4$
	Kalsiyum oksit	0	0
Doğranmış marul	Kontrol	$2.91 \times 10^6 \pm 2.89 \times 10^5$	$6.96 \times 10^4 \pm 1.87 \times 10^4$
	Kalsiyum oksit	0	0

değerleri Tablo 2’de verilmiştir. Bütün veya doğranmış haldeki marullarda kontrol grubu ile yapılan dezenfeksiyon uygulamaları sonrası bulunan değerler (kob/g) karşılaştırıldığında azalma miktarları (%) hesaplanmıştır. Buna göre, bütün marullarda 50 ppm’lik 5 ve 15 dakika klor uygulamalarında *Enterobacteriaceae* yükünde sırasıyla %37.2 ve %45.2’lik azalma, total koliform yükünde ise sırasıyla %48.7 ve %65.9 luk bir azalma saptanmıştır. Doğranmış marul örneklerinde ise, 50 ppm’lik 5 ve 15 dakika klor uygulamalarında *Enterobacteriaceae* yükünde sırasıyla %59.8 ve %91.1’lik azalma, total koliform yükünde ise sırasıyla %19.8 ve %36.8’luk bir azalma saptanmıştır.

Dezenfeksiyon uygulamasına klor ile devam ederken uygulama dozu 200 ppm’e çıkarıldığında ise Tablo 2’de görüldüğü gibi 5 dakika ve 15 dakikalık muamele sonucunda marul örneklerinde toplam koliform bakteriye veya *Enterobacteriaceae*’ya rastlanmamıştır.

Bütün olarak ya da doğranmış halde klor veya kalsiyum oksit ile dezenfekte edilen marul örneklerinde kontrol grubuna göre dezenfeksiyon işlemi sonrasında görülen azalma miktarları Şekil 2’de gösterilmiştir. Şekil 2’de gösterilen değerler güncel çalışmalar ile benzerlik ya da farklılıkların daha iyi vurgulanabilmesi amacıyla log kob/g

cinsine çevrilerek verilmiştir. Doğranmış ve bütün marullarda kontrol grubuna göre dezenfeksiyon işlemi sonrasında görülen azalma miktarları incelendiğinde, kalsiyum oksit veya klor ile yapılan dezenfeksiyon sonrasında doğranmış ve bütün halde dezenfekte edilen marullarda görülen *Enterobacteriaceae* ve toplam koliform bakteri yükündeki azalma arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ( $p>0.05$ ).

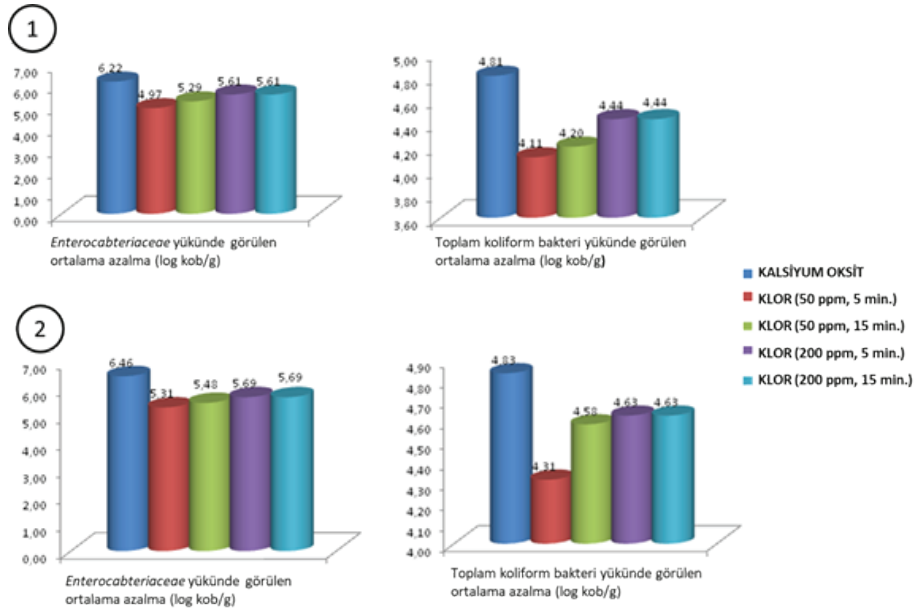
## TARTIŞMA

Son yıllarda tüm dünya genelinde sağlıklı beslenmenin teşvikine yönelik uygulamalar çerçevesinde taze sebze ve meyve tüketiminde önemli bir artış olduğu bildirilmektedir (14-16). Bununla birlikte taze tüketilen besinlerle ilişkilendirilen gıda zehirlenmesi ve salgın vakalarında da artışlar olduğu gözlenmektedir (17).

Amerika’da 1998-2007 yılları arasında çiğ salata, sebze ve meyvelerin sorumlu olduğu ve 11.200 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 (18). Dünya’da ve Türkiye’de toplu beslenme sistemlerinde özellikle çiğ servis edilen besinlerin gıda güvenliğinin sağlanmasında dezenfeksiyonunun

**Tablo 2.** Kontrol grubu, 50 ve 200 ppm klor uygulamasında marul örneklerinin *Enterobacteriaceae* ve toplam koliform bakteri yükü ortalama ve standart sapma değerleri

		Bekleme süresi	<i>Enterobacteriaceae</i> (kob/g)	Toplam koliform (kob/g)	
50 ppm	Bütün marul yaprağı	Kontrol	$5.48 \times 10^5 \pm 2.04 \times 10^5$	$2.83 \times 10^4 \pm 2.72 \times 10^4$	
		Klor	$3.44 \times 10^5 \pm 4.6 \times 10^5$	$1.45 \times 10^4 \pm 2.05 \times 10^4$	
	Doğranmış marul yaprağı		5 dk.	$3.0 \times 10^5 \pm 4.18 \times 10^5$	$9.65 \times 10^3 \pm 1.36 \times 10^4$
		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.	$1.42 \times 10^5 \pm 7.18 \times 10^4$	$8.26 \times 10^4 \pm 4.57 \times 10^4$
		Klor	15 dk.	$3.14 \times 10^4 \pm 1.48 \times 10^4$	$6.51 \times 10^4 \pm 3.82 \times 10^4$
200 ppm	Bütün marul yaprağı	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
	Doğranmış marul yaprağı		15 dk.	0	0
		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
		Klor	15 dk.	0	0



**Şekil 2.** Farklı dezenfektanların, bütün (1) ya da doğranmış (2) halde dezenfekte edilen marulda bulunan toplam koliform bakteri ve Enterobacteriaceae yüküne etkisi (log kob/g)

önemi sıklıkla vurgulanmaktadır. ABD’de 2006 ve 2011 yılları arasında gerçekleşen ve sadece marul kaynaklı olan toplamda 301 kişinin etkilendiği 4 zehirlenme vakası yaşanmıştır. Bu zehirlenme vakalarının nedeni araştırıldığında ise tümünde E. coli O157:H7’nin neden olduğu saptanmıştır (18). Çalışma sonuçları minimal işlem görmüş sebzelerin mikrobiyal yükünün azaltılmasının önemini açıkça ortaya koymaktadır. Yapılan bir çalışmada da belirtildiği üzere sadece musluk suyuyla yıkamanın mikrobiyal yükü azaltmada etkili olmadığı (19), dezenfektan bir maddeyle yıkamanın toplam aerobik bakteri yükünde >6 log kob/g, E. coli O157:H7 yükünde ise >4 log kob/g azalma sağlayabileceği bildirilmektedir (20,21).

Yapılan çalışmada, bütün halde çalışılan marul örneklerinde başlangıçta saptanan 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 örneklerine hem 5 hem de 15 dakika boyunca uygulanan 200 ppm klor dezenfeksiyonunda Enterobacteriaceae yükünde 5.61 log kob/g azalma görülmüştür. Huang ve arkadaşları (22) da yaptıkları bir çalışmada marullarda farklı klor konsantrasyonları ve

bekletme sürelerinin E.coli O157:H7 yükü üzerine etkisini araştırmış ve 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 log kob/g ve 3.86 log kob/g arasında değişen miktarlarda azalma olduğunu saptamışlardır.

Araştırmada marul örneklerinde başlangıçta saptanan Enterobacteriaceae yükünde 50 ppm klor ile 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. Akbaş ve Ölmez’in (23) 2007 yılında 5 cm × 2 cm boyutlarında kesilmiş taze marullar üzerinde yaptıkları bir çalışmada, marul örnekleri farklı dezenfeksiyon işlemlerine tabi tutulmuş ve mikrobiyal yükteki azalmalar saptanmıştır. Çalışma sonuçlarında mikroorganizma miktarında gözlenen azalma miktarı istatistiksel 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. Mahmoud ve Linton’un (24)

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. Yapılan çalışmalar incelendiğinde klorun 2 dakikaya kadar inen sürelerde dahi mikrobiyal yükte bir azalmaya neden olduğu gözlenmiştir. Ancak etkin bir dezenfeksiyon işlemi için gerekli olan 6 log kob/g'lık azalmaya (4) en fazla yaklaşılacak sürenin 15 dakika olduğu görülmektedir.

Benzer şekilde yapılan bir başka çalışmada da çürümüş marullardan elde edilen doğal mikrobiyal flora 8 log kob/g miktarında, 2×3 cm boyutlarında kesilmiş iceberg marula inoküle edilmiştir. Çalışma sonucunda 100 mg/L ve 200 mg/L oranında kullanılan ve 10 dakika süresince 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 (25). Keskinen ve arkadaşları (26) 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 makinesinde kurutulan *E. coli* O157:H7'yı dekontamine etme yetenekleri araştırılmış ve 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 saptanmıştır. Çalışmada klor ile yüzey dekontaminasyonunun etkinliğine rağmen 200 ppm klor ile dekontaminasyonun marul yapraklarının dokusuna zarar verdiği de belirtilmiştir. Yapılan bu çalışmada da gösterildiği gibi 50 ppm klor ile dezenfeksiyon uygulaması toplam bakteri ve Enterobacteriaceae yükünde belirli bir düzeye kadar azalma sağlarken kullanılan klor miktarı 200 ppm düzeyine çıkarıldığında mevcut patojenler 0 kob/g düzeyinde saptanmıştır. Bu doğrultuda klor miktarı 200 ppm'e kadar çıkıldığında istenilen mikroorganizma azalma düzeyine erişildiği ancak artan dozlarla ve sürelerle yapılan dezenfeksiyon işlemlerinin ürünün organoleptik özelliklerinde istenmeyen değişimlere de neden olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Gerek personelin yanlış inanışları gerekse de bilgi eksikliği nedeniyle toplu beslenme kurumlarında yaygın olarak dezenfeksiyon işleminin doğrama işleminden sonra yapıldığı görülmektedir. Bununla birlikte bu çalışmada kesilmiş veya bütün olarak klor ile dezenfekte edilen marul örneklerinin mikrobiyal yükünde görülen azalma miktarları arasında anlamlı bir farklılığın bulunmadığı gösterilmiştir ( $p>0.05$ ). Nou ve Luo (19) tarafından yapılan bir çalışmada dezenfeksiyonun doğranmış/kesilmiş şekli ile dekontaminasyonunun daha etkili olup olmadığı araştırılmış ve doğranmış ve bütün haldeki marul örnekleri 1:40 oranında 70 ppm klor içeren suda 30-60 saniye süresince dezenfekte edilmiştir. 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. Mikrobiyal yükte görülen azalmanın yanı sıra doğranmış marulların doğranmamış marullara nazaran daha yüksek çapraz bulaş 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 plan oluşturulmalı ve ilgili personele eğitimler verilerek etkinliği izlenmelidir.

Geniş öldürme spektrumuna sahip olması, ucuz ve kullanım kolaylığı nedeniyle toplu beslenme sistemlerinde en sık tercih edilen sebze/meyve dezenfektanının başında klor gelmektedir. Ancak özellikle son yıllarda klorun besinin içeriğinde bulunan doğal organik maddelerle reaksiyona girerek dezenfeksiyon yan ürünleri olan trihalometanlar ve haloasetik asitler oluşturduğu bildirilmektedir (27). Çeşitli çevresel ve sağlık riskleri teşkil eden klorun kullanımı Avrupa ülkelerinde yasaklanmış dünya genelinde klora alternatif olarak kullanılabilir, güvenli ve besin kalitesini etkilemeyen dezenfektan arayışı başlamıştır (28). Bu çalışmada, etken maddesi (kalsiyum oksit) Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı onayı ve E529 kodu ile gıda katkı

maddesi kapsamına alınan, ancak henüz toplu beslenme sistemlerinde kullanımı yaygınlaşmamış olan bir ticari dezenfektan kullanılmıştır. Araştırmada %0.1 oranında 5 dakika süreyle yapılan dezenfeksiyon sonrasında bütün halde ve doğranmış marul örneklerinde başlangıçta saptanan Enterobacteriaceae ve toplam koliform bakteri yükündeki azalma miktarları (log kob/g) incelendiğinde sırasıyla 6.22, 4.81 ve 6.46, 4.83 olarak saptanmıştır. Yapılan bir çalışmada başlangıçta  $2.5 \times 10^4$  kob/ml E. coli ATCC 25922 bakteri suşu inoküle edilen maydanoz örnekler sonrasında %0.1'lik kalsiyum oksit ile 10 dakika süresince dezenfekte edilmiş ve sonuçta başlangıçtaki E. coli miktarında 3 log azalma görülmüştür (29). Başka bir çalışmada ise %0.15 oranında kalsiyum oksit solüsyonu ile 10 dakika süresince muamele edilen örneklerdeki koliform bakteri sayısında %99.04'lük bir azalma olduğu bildirilmiştir (30). Benzer şekilde bu araştırmada, kalsiyum oksit ile dezenfeksiyon sonrasında Enterobacteriaceae ve toplam koliform bakteriye rastlanmamıştır. Japonya Gıda Araştırma Laboratuvarlarında 1999 yılında yapılmış olan bir çalışmada da, %0.1 oranında kalsiyum oksit solüsyonunda 10 dakika bekletilmiş olan doğranmış marul örneklerinde canlı bakteri sayısındaki azalma saptanmıştır. Analiz sonucunda, marul örneklerinde başlangıçtaki canlı bakteri sayısı  $6.6 \times 10^5$  kob/g iken dezenfeksiyon sonrasındaki miktar  $2.7 \times 10^4$  kob/g olarak saptanmıştır (31).

Araştırmalar arası farklı sonuçlar bölgesel farklılıklar ve iklim değişiklikleri nedeniyle besinlerin bakteri yüklerindeki değişimler, metodoloji farklılıkları ve örneklerin çalışılmadan önce değişik sürelerde depolanmasından kaynaklanabilir. Toplu beslenme sistemlerinde mikroorganizmalar üzerinde etkinliği kanıtlanmış klor ile klora alternatif oluşturabileceği düşünülen kalsiyum oksitin etkinliğinin incelendiği bu çalışma sonucunda, kalsiyum oksitin çiğ tüketilen sebzelerden maruldaki mikrobiyal yükün azaltılmasında olumlu sonuçlar ortaya konduğu saptanmıştır. Çiğ olarak servis edilen ve ısıtılmış sebzelerde kalsiyum oksit gibi doğal dezenfektanların kullanımlarını yaygınlaştırılmalıdır. Bunun yanı sıra bu çalışmanın en büyük kısıtlılığı her uygulananın kendine özgü bir kontrol grubu

bulunması nedeniyle klor ile kalsiyum oksidin etkinlik derecelerinin karşılaştırılmamış olmasıdır. Bu nedenle, mutlaka bu karşılaştırmayı sağlayacak araştırmaların yapılmasına gereksinim duyulmalıdır. Yine bu çalışmanın kısıtlılıklarından biri de dezenfektanların besin ögesi üzerine etkilerinin incelenmemesidir. Yapılacak yeni çalışmalarda dezenfektanların besin ögesi içeriğine etkilerine de yer verilmesi gerekliliği düşünülmektedir.

**Çıkar çatışması/Conflict of interest:** Yazarlar ya da yazı ile bildirilen herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

**Teşekkür/Acknowledgement:** Yazarlar, Büşra Ayhan'ın yüksek lisans tezi sırasında mikrobiyolojik analizlerdeki yardımlarından dolayı, Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Kamuran Ayhan'a teşekkür ederler.

## KAYNAKLAR

1. Acımuş D, Beyhan Y: Ankara'da Toplu Beslenme Yapılan Kurumlarda Uygulanmakta Olan Menülerin Değerlendirilmesi. VI. Ulusal Halk Sağlığı Kongresi Kitabı, Adana, 1998; 277-279.
2. European Commission (EC). 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), European Commission Directorate-General for Agriculture and Rural Development, 2007. Available at: [http://ec.europa.eu/agriculture/publi/reports/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/agriculture/publi/reports/index_en.htm) Accessed July 28, 2015.
3. Yiğit S. Çeşitli Dezenfektanların Atom Marulun Mikrobiyolojik Kalitesi Üzerine Etkileri. Bilim Uzmanlığı Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ, 2008. Available at: <http://acikerisim.nku.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/20.500.11776/308/0003296.pdf?sequence=1> Accessed July 19, 2017
4. World Health Organisation (WHO). Surface decontamination of fruits and vegetables eaten raw: a review. WHO/FSF/FOS/982, 1998. Available at: <http://apps.who.int/iris/handle/10665/64435> Accessed May 22, 2015.
5. T.C. Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanunu: 5996 Yayımlandığı R. Gazete 13/06/2010-27610 2010. Available at: <http://www.tarim.gov.tr/Sayfalar/EN/Mevzuat.aspx?OgId=14> Accessed July 28, 2015.
6. Sapers GM. Washing and sanitizing raw materials for minimally processed fruit and vegetable products. In: Juneja VK, Sapers GM, Novak JS. Microbial Safety of Minimally Processed Foods. London, New York, Washington, DC: CRC Press: Boca Raton; 2003.
7. Taylor S, Shewfelt RL, Prussia SE. Postharvest handling: a systems approach. 2nd ed. The United State of America, Access Online via Elsevier; 1993.
8. Temiz A, Bağcı U, Toğay SÖ. Efficacy of different decontamination treatments on microbial population of leafy vegetables. GIDA-Journal of Food 2011;36(1):9-15.

9. Nascimento M, Silva N, Catanozi M, Silva K. Effects of different disinfection treatments on the natural microbiota of lettuce. *J Food Prot* 2003;66(9):1697-700.
10. Committee on Toxicity (COT). COT statement on a commercial survey investigating the occurrence of disinfectants and disinfection by-products in prepared salads, 2007 Available at: <http://cotfoodgovuk/committee/committee-on-toxicity/cotstatements/cotstatementsyrs/cotstatements2006/cot200614#sthashIK7CXD66dpuf> Accessed August 3, 2015.
11. Gil MI, Selma MV, López-Gálvez F, Allende A. Fresh-cut product sanitation and wash water disinfection: problems and solutions, *Int J Food Microbiol* 2009;134(1):37-45.
12. TS ISO 874 Yaş Meyve ve Sebzeler - Numune Alma (Fresh fruits and vegetables – Sampling) Standardı. Türk Standardları Enstitüsü, ICS 67.080.
13. SPSS version 16.0, SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA
14. 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. Available at: <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/SafePracticesforFoodProcesses/ucm091016.htm> Accessed January 13, 2017.
15. Statistics Canada Food Consumption in Canada: Part II. Available at: <http://publications.gc.ca/Collection-R/Statcan/32-230-XIB/0000132-230-XIB.pdf> Accessed January 13, 2017.
16. Rico D, Martin-Diana AB, Barat J, Barry-Ryan C. Extending and measuring the quality of fresh-cut fruit and vegetables: a review. *Trends Food Sci Technol* 2007;18(7):373-86.
17. Erkmen O. Gıda kaynaklı tehlikeler ve güvenli gıda üretimi. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi 2010;53:220-235.
18. Olaimat AN, Holley RA. Factors influencing the microbial safety of fresh produce: a review. *Food Microbiol* 2012;32(1):1-19.
19. Nou X, Luo Y. Whole-leaf wash improves chlorine efficacy for microbial reduction and prevents pathogen cross-contamination during fresh-cut lettuce processing. *J Food Sci* 2010;75(5):M283-M90.
20. De Oliveira MA, De Souza VM, Bergamini AMM, De Martinis ECP. Microbiological quality of ready-to-eat minimally processed vegetables consumed in Brazil. *Food Control* 2011;22(8):1400-1403.
21. 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 Biol Technol* 2011;59(3):289-297.
22. 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. *J Food Sci* 2006;71(4):134-139.
23. Akbaş MY, Ölmez H. Effectiveness of organic acid, ozonated water and chlorine dippings on microbial reduction and storage quality of fresh-cut iceberg lettuce. *J Sci Food Agric* 2007;87(14):2609-2616.
24. Mahmoud B, Linton R. Inactivation kinetics of inoculated *Escherichia coli* O157: H7 and *Salmonella enterica* on lettuce by chlorine dioxide gas. *Food Microbiol* 2008;25(2):244-252.
25. Garcia A, Mount J, Davidson P. Ozone and chlorine treatment of minimally processed lettuce. *J Food Sci* 2003;68(9):2747-2751.
26. 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. *Int J Food Microbiol* 2009;132:134-140.
27. Hua G, Reckhow DA. Comparison of disinfection byproduct formation from chlorine and alternative disinfectants. *Water Res* 2007;41(8):1667-1678.
28. Ölmez H, Kretzschmar U. Potential alternative disinfection methods for organic fresh-cut industry for minimizing water consumption and environmental impact. *LWT-Food Sci Technol* 2009;42(3):686-693.
29. T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Etlik Veteriner Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü. Bakteriyel Örnek Test Raporu. 30 Ocak 2008, Ankara, 2-326.
30. T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Etlik Veteriner Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü. Toplam Koliform Bakteri Sayısı Analizi Test Raporu. 16 Eylül 2008, 1-2.
31. Japonya Gıda Analiz Merkezi. Canlı Bakteri Sayısı Ölçümü Deney Raporu. 6 Aralık 1999, 8-17.