

Toplu beslenme sistemlerinde kullanılan gıda dezenfektanları

Food disinfectants which are used in general food service systems

Büşra AYHAN¹,

Saniye BİLİCİ¹

ÖZET

Toplu beslenme sistemlerinde hijyenik kalitenin en önemli göstergesi güvenilir gıda üretimi ve servisidir. Günümüzde gıda üretimi yapan ve toplu beslenme hizmeti veren işletmelerde gıda güvenliğini sağlamaya yönelik olarak kullanılan en temel yaklaşım, Kritik Kontrol Noktalarında Tehlike Analizi (HACCP) ve HACCP tabanlı ISO 22000: 2005 Gıda Güvenliği Yönetim Sistemleri standardlarıdır. Tarladan sofraya kadar geçen tüm süreçlerde kontaminasyona neden olabilecek tehlikelerin öngörülerek kontrol altına alınmasını amaçlayan HACCP yaklaşımı; toplu beslenme hizmeti veren kurumlarda güvenli gıda üretmek amacıyla besin, ekipman ve personel hijyeni için gerekli tüm şartların sağlanması ile mümkün olmaktadır. Besin, ekipman ve personel hijyeninin sağlanmasında amaca özgü dezenfektanların kullanımı önem taşır. Bu dezenfektanların seçiminde ve kullanılmasında; Sağlık Bakanlığı tarafından kullanımına izin verilmiş olması, her kullanımda aynı etkiyi gösterebilmesi, herkes tarafından kolay uygulanabilir olması, kısa zamanda ve az konsantrasyonda çabuk sonuç verebilmesi, toksik etkisinin olmaması ve ürün güvenlik formlarının bulunması, yiyecek maddelerinde kullanılan dezenfektanların besinin veya suyun renginde, tadında bir değişiklik

ABSTRACT

The most important indicator of sanitary quality in food service system is reliable food production and service. Nowadays, the most basic approach for ensuring food security are Hazard Analysis & Critical Control Points (HACCP) and the ISO 22000: 2005 HACCP based food safety standard in food establishments and food service system. HACCP approach that aimed at foreseeing and controlling of hazards which can cause contamination in the whole process from farm to fork; to produce safety food, it is possible to provide all the necessary conditions for equipment and personnel hygiene in food service system. The use of purpose-specific disinfectant is important in providing food, equipment and personnel hygiene. The crucial topics in choosing the proper disinfectants are as follows: should be permitted for use by The Ministry of Health, must show same effects for all use, being easily applied by everybody, being able to give quick results in a little concentration and a short time, shouldn't have toxic effect and having Material Safety Data Sheet (MSDS). Disinfectants that are used for food or water hygiene, shouldn't change the taste and color of food or water, should deactivate pathogenic bacteria in the substrate. Disinfectants that use for food hygiene in food service system commonly

¹ Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, ANKARA



İletişim / Corresponding Author : Büşra Ayhan

Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, ANKARA

Tel : +90 544 297 79 62

E-posta / E-mail : busraayhan989@gmail.com

Geliş Tarihi / Received : 07.08.2014

Kabul Tarihi / Accepted : 05.04.2015

DOI ID : 10.5505/TurkHijyen.2015.82542

Ayhan B, Bilici S. Toplu beslenme sistemlerinde kullanılan gıda dezenfektanları. Turk Hij Den Biyol Derg, 2015; 72(4): 323-36.

oluşturmaması, besinde veya yüzey üzerinde bulunan patojen bakterileri etkisiz hale getirebilmesi uygun dezenfektanın seçiminde önem taşıyan konulardır. Toplu beslenme hizmetlerinde gıda hijyeni amaçlı yaygın olarak kullanılan dezenfektanlar klor, organik asitler ve özellikle son zamanlarda ozondur. Gıda hijyeni amaçlı kullanılan dezenfektanların kullanım doz ve süreleri ile kimyasalların içerdiği potansiyel tehlikeleri (sağlık, reaktivite, yangın ve çevresel) ve güvenli kullanımını tarifleyen belgelerin yani Malzeme Güvenlik Bilgi Formlarının (Material Safety Data Sheet, MSDS) eksiksiz bulundurulması, konu ile ilgili personelin bilgilendirilmesi gerek iş sağlığı gerekse de iş güvenliği kapsamında yer alan önemli konulardır. Toplu beslenme hizmetlerinde kullanılan dezenfektanların seçiminde, sağlık etki araştırmalarına dayalı veriler ışığında riski en az olan ancak gıda güvenliğini maksimum düzeyde sağlayan ürünlerin tercihi konularında başta gıda mühendisi ve diyetisyen olmak üzere bu konuda çalışan yöneticilerin hassasiyet göstermeleri önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Gıda, dezenfektan, klor, ozon

are chlorine, organic acids, and especially lately ozone. Thoroughly keeping of the Material Safety Data Sheets (MSDS) which describe dosage and duration of usage of the disinfectants for food hygiene purposes, the potential risks of the chemicals (health, reactivity, fire and environmental) and safety usage and also informing of the relevant staff are important issues for occupational health and safety. In selecting the disinfectants used for general food services, sensitivity shown by food engineers and dietitians being in the first place, the managers who work on this subject to the preference of products having minimum risk but providing maximum food safety in the light of health impact survey data is important.

Key Words: Food, disinfectant, chlorine, ozone

GİRİŞ

Toplu beslenme hizmetinden yararlanan kişi sayısının gün geçtikçe artması, bireylerin günde en az bir öğünü 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 her geçen gün arttırmaktadır (1).

Toplu beslenme sistemlerinde hijyenik kalitenin en önemli göstergesi güvenilir gıda üretimi ve servisedir (2). Güvenilir gıda üretimi ve servisi yani gıda güvenliğinin sağlanması; “gıdaların üretim, işleme, muhafaza ve dağıtımları sırasında gerekli kurallara uyulması ve önlemlerin alınması” olarak tanımlanmaktadır (3). Bir başka deyişle gıda güvenliği, tüketime sunulan gıdalarda oluşabilecek fiziksel,

kimyasal ve biyolojik her türlü zararlının bertaraf edilmesi için alınacak önlemlerin tümü olarak ifade edilmektedir (4). Günümüzde gıda üretimi yapan ve toplu beslenme hizmeti veren işletmelerde gıda güvenliğini sağlamaya yönelik olarak kullanılan en temel yaklaşım, Kritik Kontrol Noktalarında Tehlike Analizi (HACCP) ve HACCP tabanlı ISO 22000:2005 Gıda Güvenliği Yönetim Sistemleri standardlarıdır (5).

Tarladan sofraya kadar geçen tüm süreçlerde kontaminasyona neden olabilecek tehlikelerin öngörülerek kontrol altına alınmasını amaçlayan HACCP yaklaşımı; toplu beslenme hizmeti veren kurumlarda güvenli gıda üretmek amacıyla bütün üretim süreci boyunca, gıda, ekipman ve personel hijyenini sağlamak için gerekli olan tüm şartların yerine getirilmesini öngörmektedir. Tüm üretim hattı boyunca gıda ekipman ve personel hijyeninin

sağlanmasında ise amaca özgü dezenfektanların kullanımı önem taşır. Bu dezenfektanların seçiminde ve kullanılmasında; Sağlık Bakanlığı tarafından kullanımına izin verilmiş olması, her kullanımda aynı etkiyi gösterebilmesi, herkes tarafından kolay uygulanabilir olması, kısa zamanda ve az konsantrasyonda çabuk sonuç verebilmesi, toksik etkisinin olmaması ve ürün güvenlik formlarının (MSDS) bulunması, yiyecek maddelerinde kullanılanların gıdanın veya suyun renginde, tadında bir değişiklik oluşturmaması, gıda yüzeyinde bulunan patojen bakterileri etkisiz hale getirebilmesi önem taşıyan konulardır (6).

Toplu beslenme hizmetlerinde gıdaların dezenfeksiyonu amacıyla pek çok dezenfektan kullanılmaktadır. Farklı bileşim ve içerikteki bu dezenfektanların etki mekanizmaları ve sağlık etkileri de birbirlerine göre değişiklikler göstermektedir.

1. Klorlu Bileşikler

Klor, toplu beslenme hizmetlerinde sıklıkla kullanılan etkili bir kimyasal ajandır. Dezenfektan olarak yaygın kullanıma sahip klor bileşikleri; sodyum hipoklorit (NaOCl), kalsiyum hipoklorit (Ca(OCl)_2), klor dioksit (ClO_2), lityum hipoklorit, klorlu trisodyum fosfat ve klorlu izosiyaniürattır. Özellikle hipoklorit ekonomik olması, doğru kullanımında sağlık riski oluşturmaması, toksik kalıntı bırakmaması ve çoğu mikroorganizma üzerinde etkili olması nedeniyle gıda/hazır yemek sanayiinde geniş kullanım alanına sahiptir (7). Dezenfeksiyon olarak önerilen klor miktarı pH 8'in altında 1-2 dakikalık temas süresi içinde 50-200 ppm'dir (8).

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 sağladığı gözlemlenmiştir (9, 10). Allende ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada, 100 ml/L klor eklenmiş suda 1 dakika (pH 6,5) bekletilen ve başlangıçtaki koliform bakteri yükü $5,4 \pm 0,3$ log kob/g olan marulların, dezenfeksiyon

işlemi sonunda koliform bakteri yükünde ortalama 2 log azalma olduğu görülmüştür (11). Yine klorla yenilebilir bitkiler üzerinde yapılan bir dezenfeksiyon çalışmasında, başlangıçta 10^5 kob/g *E. coli* içeren marul yapraklarının 200 ppm klorla dezenfeksiyonu sonunda *E. coli* miktarında 2,5 log kob/g azalma olduğu belirtilmiştir (12). Klorun marullar üzerindeki antimikrobiyal etkinliğini incelemek amacıyla bizim çalışmamızda ise 200 ppm klor ile 5 ve 15 dakika dezenfekte edilen marul örneklerinde başlangıçta $4,54 \times 10^5$ kob/g olan Enterobacteriaceae ve $3,16 \times 10^4$ kob/g olan toplam koliform bakteri yükleri dezenfeksiyon sonunda sıfırlanmıştır (13).

Klorun inhibitör veya antimikrobiyal etkinliği, mikroorganizmalar ile temas eden su içindeki hipokloröz asidin miktarına (elverişli klor) bağlı olarak değişebilmektedir. Hipokloröz asit, taze meyve ve sebzelerde yaygın olarak bulunan patojen mikroorganizmalara karşı en yüksek düzeyde bakterisidal aktiviteye sahip serbest klor formudur (14). Serbest klorun bakterisidal aktivitesi kullanılan suyun pH'sına, sıcaklığına, suda organik madde bulunup bulunmadığına, gıda/alet, ekipman ile temas süresine, ortamın ışık düzeyine, havaya ve ortamda bulunan metallerin varlığına veya materyalin başlangıçtaki kirlilik durumuna bağlı olarak değişebilir (15, 16). Klorlu bileşiklerin mikroorganizmalar üzerindeki antimikrobiyal aktivitesinin nasıl gerçekleştiği birkaç farklı teori ile açıklanabilmektedir.

Serbest klorun hücre zarındaki proteinlerle birleşmesi sonucunda oluşan kloramin (N-kloro) bileşikleri hücre zarından difüzyonunun etkin olarak yapılamamasına neden olmakta ve difüzyondaki bu aksama nedeniyle hücre metabolizması bozularak antimikrobiyal etkinlik gerçekleşmektedir. Klorun, yaşamsal faaliyetlerin gerçekleşmesinde kilit rol oynayan enzimatik reaksiyonları, bu reaksiyonlarda görev yapan enzimlerin -SH gruplarını oksitleyerek engellediği belirtilmektedir. Serbest klorun bakteri sporları üzerindeki etkinliğini ise bakterinin çimlenme

mekanizmasını önleyerek gerçekleştirdiği ileri sürülmektedir (10, 17).

Suya gaz halindeki klorun ya da sodyum hipoklorit (NaOCl) ve kalsiyum hipoklorit ($\text{Ca}(\text{OCl}_2)$) gibi sıvı haldeki klorun eklenmesi sonucunda; klorun asıl antimikrobiyal etkiyi gösteren fraksiyonu olan hipokloröz asit (HOCl) oluşmaktadır. Oluşan hipokloröz asit, yıkama suyunun pH'sına bağlı olarak, suda hidrojen iyonu (H^+) ve hipoklorit iyonlarına (OCl^-) ayrışır. pH'nın 4'ün altına düşmesi halinde sağlık riski oluşturan klor gazının oranı artarken, pH 4'ün üzerine çıktığında ise HOCl '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 - 7,5 arasında olmalıdır. pH'nın 8 olduğu durumlarda ise ayrılmamış hipokloröz asit oranının %25'ten daha az olduğu görülmüştür.

Klorlu bileşiklerin dikkatsiz kullanımlarında neden oldukları korozif etkiler tehlike oluşturabilmektedir. Örneğin, dezenfektan olarak kullanımında klorinin organik bileşikler parçalamadığı ve gıdada kalıntı bıraktığı saptanmıştır (18). Özellikle klorun yüksek derişimlerde kullanıldığı dezenfeksiyon uygulamalarında personelin gözlerinde, deri ve akciğerlerinde tahrişe neden olduğu belirtilmektedir. pH'yı düşürerek antimikrobiyal etkinlik gösteren klor bileşiklerinin kullanımında ekipmanda aşınmalar ve leke oluşumlarına neden olabileceği bildirilmektedir. Dezenfeksiyon amaçlı kullanılan hipokloridin ise, 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 bildirilmiştir. Bu bileşikler Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (EPA) tarafından insanlar üzerinde kanser oluşturması muhtemel maddeler sınıfında incelenmektedir. Fakat Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı (International Agency for Research on Cancer, IARC) tarafından hipoklorid, kanser oluşumuna neden olan maddeler sınıflamasında 3. grup içerisine dahil edilmektedir.

Yani IARC'ye göre hipoklorid insanda kanser oluşumuna neden olan bir kimyasal değildir (19).

1.1. Elementer Klor (Klor Gazı)

Elementer klor, en yaygın kullanılan klor formlarından biridir ve aynı zamanda klor formları içerisinde en ucuz olanıdır. Basıncılı tanklarda sıvılaştırılmış gaz halinde taşınır ve depolanır. Bu form için şu ana kadar belirtilmiş herhangi bir raf ömrü yoktur. Klor gazının dezenfektan etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada 200 mg/L klor gazı ile muamele edilen enginar örneklerinde beş dakikalık dezenfeksiyon işleminin sonunda başlangıçta 6,8 log kob/g olan toplam mezofilik bakteri yükünde 2,4 log kob/g azalma olduğu saptanmıştır (19). Etkinliğini gösteren çalışmalara karşın klor gazının tehlikeli bir gaz olduğu ve bu nedenle kullanımı sırasında dikkatli olunması, tecrübeli kişi/kişilerce kullanılması gerekliliği unutulmamalıdır (20).

1.2. Sodyum Hipoklorür

Sodyum hipoklorür veya bilinen adıyla çamaşır suyu, sodyum hidrokside elementer klor ilave edilmesi ile üretilir. İçeriğinde genel olarak %5-15 oranında klor bulundurur. Sodyum hipoklorür elementer klorla göre daha az zararlı ve daha az tehlikeli bir klor formudur. Fakat elementer klorla kıyaslandığında sodyum hipokloridin raf ömrü sınırlıdır ve daha pahalıdır. Ayrıca suya katıldığında inorganik yan ürünler (klorat, klorür ve bromat) oluşturabilmektedir (20). Sodyum hipoklorid kullanılarak 70 ppm klorlu su ile marul yapraklarının dezenfekte edildiği bir çalışmada başlangıçta 6,3 log kob/g olan *E. coli* O157:H7 yükünde 60 saniyelik birinci yıkama sonunda 1 log kob/g, 30 saniyelik ikinci yıkama sonunda ise 0,6 log kob/g azalma olduğu görülmüştür (21). Antimikrobiyal etkinliği kanıtlanmış olmasına rağmen sodyum hipoklorür; yüksek düzeyde korozif etkiye neden olması ve kalıntı bırakma riskinin yüksek olması nedeniyle gıdaların yüzey dekontaminasyonu amacıyla önerilmemektedir (20).

1.3. Kalsiyum Hipoklorür

Kalsiyum hipoklorür, beyaz ve katı görünümde bir maddedir. Yaklaşık %65 oranında klor içerir. Sodyum hipoklorürden daha dayanıklıdır ve raf ömrü de daha uzundur. Kalsiyum hipoklorürün dezenfektan etkisinin araştırıldığı bir çalışmada yonca tohumları %3'lük kalsiyum hipoklorür ile 10 dakika muamele edildiğinde başlangıçta 4,23 log kob/g olan *E. coli* ATCC 25922 yükünde yaklaşık 1 log kob/g azalma olduğu belirlenmiştir (22).

Tüm bu olumlu özelliklerine karşın kalsiyum hipoklorürün kullanmadan önceki hazırlık aşaması fazla işlem gerektirir. Hazırlık aşaması ile kullanımı sırasında da yangın ve patlama oluşma riski yüksektir. Ayrıca, elementer kloru göre daha pahalı bir dezenfektandır ve suyla karıştırıldığında inorganik yan ürünler (klorat, klorür ve bromat) oluşabilir (20).

1.4. Kloraminler

Kloraminler, belirli miktarlardaki klor ve amonyakın sulu ortamda birleştirilmesi ile elde edilirler. Kloru kıyasla daha zayıf dezenfektanlar oldukları için genellikle tek başına kullanımları tercih edilmez. Kloraminler ortamda uzun süre etkinliklerini kaybetmezler ve kimyasal yapıları bozulmadan kalabilirler. Ayrıca kullanımları sırasında trihalometan, haloasetik asit gibi yan ürünlerin oluşumu daha az görülürken, bromürü de bromine okside etmediği için sonuçta brominatlı yan ürünleri de meydana getirmezler. Tat ile koku giderici özelliği de bulunan kloraminlerin, dezenfektan olarak kullanıldığı bir çalışmada başlangıçta 10⁸ kob/ml olan *E. coli* kolonilerinin 2 mg/L monokloramin ile dezenfekte edilmesiyle 20 dakika sonunda ortamda hiç bulunmadığı tespit edilmiştir (23).

Kloraminlerin okside etme yeteneğinin kloru göre daha düşük bir etkinlik gösterdiği söylenebilir. Ayrıca yüksek dozlarında kloru gözlenen iritasyonlar kloraminlerde de oluşabilir ve etkinliğini gösterebilmesi için gereken süre de uzundur (20).

1.5. Klor Dioksit

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 çözülmüş gaz şeklindedir ve uçucu bir bileşik olduğu için çözüldüğü sıvıdan kolayca ayrılabilir. Çözünürlüğü çözücünün pH'sından çok fazla etkilenmez (17).

Klor dioksit, güçlü bir dezenfektan olduğundan dolayı en çok tercih edilen oksidandır. Singh ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada 10 mg/L klor dioksit ile 10 dakika boyunca muamele edildiğinde marul örneklerinde başlangıçta 10⁸ kob/g olan *E. coli* O157:H7 yükünde 1,48-1,97 log kob/g azalma meydana geldiği belirlenmiştir (24). Yine sebzeler üzerinde yapılan bir başka çalışmada ise 0,62-1,24 g/L düzeyinde klor dioksit ile dezenfekte edilen örneklerinde başlangıçta 10⁶ kob/g olan *E. coli* O157:H7 yükünde 3-6 log kob/g azalma olduğu tespit edilmiştir (25). Yapılan bir başka çalışmada ise 100 mg/L klor dioksit ile 1 dakika işlem gören marul örneklerinde *Enterobacter sakazakii*'nin başlangıçta 9 log kob/g olan yükünde 4,05 log kob/g azalma belirlenmiştir (26). Fakat tüm bu olumlu etkilerinin yanı sıra klor dioksitin suya ilave edildiğinde oksidasyon özelliğine sahip bir yan ürün oluşumuna neden olduğu unutulmamalıdır.

2. Organik Asitler ve Tuzları

Meyve ve sebzelerde doğal olarak bulunabilen veya fermantasyon sonucunda birikerek oluşan organik asitler, kimi mikroorganizmaların üremesini yavaşlatırken, kimi mikroorganizmaların üremesini ise engellemektedir (27). Meyve ve sebzelerde doğal olarak bulunan ya da dışarıdan ilave edilen organik asitlerin bazıları ilk olarak küflere etki ederken, çoğu organik asitler bakteriyel gelişmeyi engellemede daha etkindir. Asetik asit, sitrik asit, süksinik asit, malik asit, tartarik asit, benzoik asit ve sorbik asit

gibi asitler birçok meyve ve sebze de doğal olarak bulunabilen temel organik asitlerdir (14).

Organik asitlerin, özellikle de laktik asidin yıkama ve sprey şeklinde sığır eti, koyun eti, domuz eti ve kanatlı etlerin karkaslarına uygulaması ile dekontaminasyonunda başarılı sonuçlar alınmıştır. Yapılan çalışmalarda, meyve ve sebzelerin yüzeylerinde bulunan mikroorganizmaların sayısının azaltılması amacıyla organik asitlerle yıkanması uygulamasının da iyi sonuçlar verdiği belirtilmektedir (7).

Toplu beslenme kurumlarında dezenfeksiyon amacıyla genellikle asetik asit, laktik asit, propiyonik asit, sorbik asit veya askorbik asit daldırma ya da püskürtme yöntemiyle kullanılabilir (28).

Organik asitlerin antimikrobiyal etkinlik mekanizması direkt olarak pH'yı düşürmeleridir. Çözünmemiş asit molekülünün hücre membranında iyonizasyonu ile mikrobiyal hücrelerin hücre içi pH dengesi bozulur ya da hücre membranının geçirgenliği değişerek substrat transferi engellenmiş olur. Organik asitler substrat transferini engellemelerinin yanı sıra, NADH'nin okside olmasını da engelleyebilmektedir. Bu şekilde de elektron transfer sistemindeki indirgeme ajanlarının kaynaklarını saf dışı bırakmış olurlar (29).

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.

Bilinen olumlu etkilerinin yanı sıra organik asitlerin olumsuz özellikleri de bulunabilmektedir. Örneğin; 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 ile östrojen hormonundaki artış sonucunda hormon dengesinin bozulması ve tümör oluşumu şeklinde sıralanabilir (30).

2.1. Asetik Asit ve Tuzları

Sirke adıyla bilinen ve antimikrobiyal etkisi sebebiyle çok eski yıllardan beri kullanılan asetik asit, gıdalarda özellikle mayalara ve bakterilere karşı koruyucu etki gösterir. Generally Recognized As Safe (GRAS) listesinde de yer alan asetik asitin antimikrobiyal etkinliği asit iyonlaşma sabiti (Ka) 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 gıdalarda 0,1-1 oranlarında ilave edilir (29). Marul yaprakları üzerinde yapılan bir çalışmada, %0,25 oranında kullanılan asetik aside 10 dakika sürecince bırakılan maruldaki mezofilik aerobik bakteri sayısının 6,40 log kob/g'dan 5,08 log kob/g'a, toplam koliform bakteri sayısının ise 3,74 log kob/g'dan 2,69 log kob/g'a düştüğü belirlenmiştir (9).

Asetik asit özellikle *Bacillus* spp., *Clostridium* spp., *L. monocytogenes*, *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *E. coli*, *Campylobacter jejuni* ve *Pseudomonas* türlerine karşı antimikrobiyal etki göstermektedir (31). 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 (32).

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 ($p < 0,05$) (33). Bu konuda yapılan başka bir çalışmada ise %0,5'lik asetik asit ile iki 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 (34).

2.2. Benzoik Asit ve Tuzları

Benzoik asit; gıdalarda özellikle mayalara karşı antimikrobiyal ajan olarak kullanılmaktadır. Bakteriler ve küfler üzerine olan etkisi ise değişkenlik gösterebilir. Antimikrobiyal etkisi benzoik asitin parçalanma miktarına ve gıdanın pH'sına bağlı olarak değişebilmektedir. En yüksek antimikrobiyal etkinlik parçalanmamış iyon formunda ve pH 2,4-4 arasında sağlanır. Endüstride suda daha iyi çözüldüğünden 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 gıdalarda ve sinerjistik etkili diğer antimikrobiyallerle kullanıldığında bakteriyostatik, hatta bakterisidal ve fungusidal etki gösterebilir. Kullanım miktarının %0,1'i geçmemesi gerektiği bildirilmektedir (35, 36).

2.3. Sorbik Asit ve Tuzları

Sorbik asidin sudaki çözünürlüğü az olduğundan 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 gıdaların farklılıklarına göre değişir. Bakteriler üzerinde seçici bir antimikrobiyal etkiye sahip olan sorbatlar özellikle katalaz negatif bakteriler üzerine etkisizlerdir (37).

2.4. Propiyonik Asit ve Tuzları

Propiyonik asit daha çok küfler üzerine etkili iken, 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 (38).

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 ayrılan bir kimyasaldır ve GRAS statüsünde berraklaştırıcı, oksitleyici ve indirgeyici antimikrobiyal madde olarak sınıflandırılmaktadır (39).

Hidrojen peroksit pH, sıcaklık ve diğer çevresel faktörlere bağlı olarak mikroorganizmalar üzerinde öldürücü ya da inhibitör etki gösterebilir. Hidrojen peroksit; bakteriler, mayalar, küfler, virüsler ve bakteri sporları üzerinde etkilidir. Anaerob mikroorganizmalar katalaz oluşturmamaları nedeniyle hidrojen perokside karşı daha duyarlı iken, küfler diğer organizmalara göre hidrojen perokside daha dirençlidirler. 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 (7).

Hidrojen peroksit, gıdaların korunmasında kullanılan güçlü bir oksidan olması nedeniyle uygulanmasından sonra iyi bir durulama yapılarak, iyice giderilmesi sağlanmalıdır. Hidrojen peroksit özellikle antosiyojinlerce zengin gıdalarda kullanıldığında gıdanın renginde açılmaya neden olmaktadır (38).

Hidrojen peroksidin antimikrobiyal etkinliği güçlü bir oksitleyici ajan olmasından ileri gelir. Hidrojen

peroksit 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 lipid peroksidasyonuna neden olarak antimikrobiyal aktivite oluşturmaktadır. Ayrıca bakteri sporları üzerinde de etkinliği olan hidrojen peroksidin bu etkinliği yüzey proteinlerini etkilemesi nedeniyle olmaktadır.

Hidrojen peroksidin antimikrobiyal etkisi; gıdalarda 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 (7).

4. Trisodyum Fosfat

Trisodyum fosfatın (TSP); kümes hayvanlarının etlerindeki salmonella ve diğer mikroorganizmaların sayılarını azaltmak amacıyla kullanımı FDA tarafından kabul edilmiş bir görüştür (40). Alkali karakterde olan TSP'nin kümes hayvanlarının etlerinde (41, 31) ve kırmızı etlerde bulunan salmonellayı öldürmede etkili olduğu bilinmektedir. TSP'nin antimikrobiyal etkisini göstermesi için karkaslara soğutulmuş şekilde uygulanması ya da gıdanın işlenmesi sırasında yıkama suyuna eklenmesi gerekmektedir. Biberler üzerinde yapılan bir çalışmada %3-12'lik trisodyum fosfat ile dezenfeksiyon sonrasında biberlerde bulunan *Salmonella chester* miktarında 10-100 kat azalma görüldüğü bildirilmiştir (33). Elma, marul, çilek ve kavun üstünde yapılan başka bir çalışmada ise 25-27 saniyede gerçekleştirilen dezenfeksiyon işlemi sonucunda başlangıçta ikisi de 106 kob/ml olan *E. coli* O157:H7 ve *L. monocytogenes* yükünde yaklaşık 5,6 log kob/g azalma tespit edilmiştir (42).

5. Ozon

Dezenfeksiyon amacıyla kullanılan ve GRAS listesinde bulunan bir diğer madde olan ozon, gıda endüstrisinde pek çok uygulama alanı bulunan güçlü bir antimikrobiyal ajandır. *Y. enterocolitica*, *Salmonella typhimurium*, *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 (43). Ozon ile dezenfeksiyonun kullanıldığı bir çalışmada doğranmış ve 104 kob/g mezofilik bakteri inoküle edilen marullar, suya 1,3 mM ozon uygulayarak akış hızı 0,5 L/dk olacak şekilde yıkamış ve ozonlu su ile 3 dakika sürecince yıkama ile toplam mezofilik aerobik bakteri sayısında 2 log kob/g azalma olduğu saptanmıştır (44). Doğranmış yeşil biberlerin ozonlu su ile dezenfekte edildiği bir başka çalışmada ise mikrobiyal yükte bir azalma olmadığı ve ozonlu suyun doğranmamış ürünlerde daha iyi sonuçlar verebileceği belirtilmiştir (45). Sebze ve meyveleri dezenfekte etme amaçlı kullanılan ozonun yüksek dozlarda kullanımı sonucunda sebze ve meyvelerin renk, lezzet gibi duyuşal özelliklerini olumsuz yönde etkilediği gösterilmiştir (43).

Kuru incirlerin dezenfeksiyonu amacıyla yapılan bir çalışmada, 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 (46). Ozon uygulamasının koliform bakteriler üzerindeki etkisinin incelendiği bir çalışmada başlangıçta 1,46 log kob/g koliform bakteri içeren kuru incir örneklerine 1 ppm ozon içeren dezenfeksiyon uygulanması ile 3 saatin sonunda 0,39 log kob/g, 5 saatin sonunda ise 0,23 log kob/g azalma görülmüştür. Çalışmada ozon konsantrasyonu 5 ve 10 ppm'e çıkarıldığında ise koliform bakteriye rastlanılmadığı belirtilmiştir (47).

Ozon uygulamasının bir başka etkinlik sağladığı alan ise ortak kullanımda olan su sebilleridir. Klor ile yapılan su dezenfeksiyonlarında suyun renginde

ve tadında değişikliklerin meydana gelmesi, kalıntı bırakma olasılığının olması, dezenfeksiyon sonrasında arıtmaya ihtiyaç duyulması gibi nedenlerle son zamanlarda suyun dezenfeksiyonu amacı ile ozon daha sıklıkla tercih edilmektedir. Ozonun tercih edilme nedeni, su sebillerinin temizliğinde özellikle koku, tat, mekanik atık ve kalıntı bırakmamasıdır (3).

Ozon; suda kolayca ayrışırken, ayrılan oksijen kalıntı olarak suda kalabilir. Özellikle içme sularında ve gıdalarda ozon reaksiyonundan arta kalan organik ve inorganik ürünlerin etkisi kronik toksisiteye neden olur (48).

Molekül ozon veya hidroksil radikali gibi parçalanma ürünleri nükleik materyali, enzimleri, hücre zarını, sporları ve virüs kapsüllerini okside ederek etkili olmaktadır (45). 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 (49).

Yüksek reaktivitesi ve kendiliğinden parçalanarak ortamda zararlı bileşik bırakmaması ozonun gıdalarda kullanımını güvenilir hale getirmektedir. Molekül halinde bulunan ozon herhangi bir kalıntı bırakmaksızın mikroorganizmaları hızlı bir şekilde inaktive edebilmektedir (50).

Fakat ozonun okside olan diğer tüm gazlar gibi yüksek konsantrasyonlarda uzun süre kullanıldığında potansiyel bir risk oluşturduğu belirtilmektedir. Düşük konsantrasyonlarda zehirli olmamasına rağmen, ozonun yüksek konsantrasyonlarının zehirlenmelere neden olduğu, hatta bu vakaların ölümle sonuçlanabileceği bildirilmektedir. Ozon zehirlenmelerinde ilk etkilenen sistem solunum sistemidir. Daha sonra, baş ağrısı, halsizlik, gözde

ve boğazda yanma hissi, ağızda keskin bir tat ve koku ile öksürük görülmektedir. Araştırmalarda $\geq 0,2$ ppm seviyelerine maruz kalındığında, etkileşim 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 (43, 48).

6. Kekik Suyu

Kekik genellikle aroma verici olarak yemeklerde kullanılan bir baharattır. Fakat aynı zamanda kekikteki esansiyel yağların ve yağ haricindeki özütlerin güçlü antimikrobiyal etkiye sahip olduğu bildirilmiştir. Kekikte bulunan ve kekiğe kendine has kokusunu veren thymol güçlü bir antimikrobiyal ajandır. Bu nedenle gıdaların muhafazasında ve dezenfeksiyonunda kekiğin kullanılabilmesi ifade edilmektedir. Antimikrobiyal ajan olarak kekiğin kullanıldığı bir çalışmada başlangıçta ortalama $4,03 \log \text{ kob/g}$ koliform bakteri, $0,42 \log \text{ kob/g}$ *E. coli* olduğu tespit edilen ve kekik suyu ile muamele edilen 10 tane maydanoz örneğinden 8'inde koliform bakteriye rastlanırken, hiçbir örnekte *E. coli*'ye rastlanmamıştır (51). Fakat özellikle kekiğe kokusunu veren thymol maddesinin antimikrobiyal etkinlik göstermesi nedeniyle, kekiğin gıdalarda dezenfeksiyon amacıyla kullanımı, gıdanın kokusunda ve tadında değişikliğe neden olabilir.

7. Kalsiyum Oksit

Sönmemiş kireç denilen kalsiyum oksit (CaO), kalsiyum karbonatın 900-1000°C dolayında ısıtılması ile elde edilir. 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 (52). Çok yüksek sıcaklıklarda (Ark sıcaklığı hariç) bile CaO erimez ve buharlaşmaz. Gaz hâlindeki

ametal oksitleri ile birleşerek tuzları oluşturur (53).

Gıdalara E koduyla eklenen gıda katkı maddeleri arasında E529 koduyla anılan kalsiyum oksit, asitlik düzenleyici, stabilizatör ve mayalar için besin kaynağı sağlamak amacıyla gıdalara 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 gıdaların dezenfeksiyonu amacıyla da kullanılmaya başlanmıştır (52).

Kireç taşından elde edilebilen kalsiyum oksitin özellikle dezenfektan amaçla kullanımı için istiridyе kabuğundan da eldesi sağlanabilmektedir. Temel içerik olarak CaO'ı içeren dezenfektan madde olarak son dönemde piyasada Calceramic® adıyla pazarlanan ürün yer almaktadır. Calceramic®, istiridyе kabuğunun fırınlanması ile elde edilen bir üründür. İstiridyе kabuğunda %90'dan fazla kalsiyum ve bunun kristal yapısı kalsiyum bikarbonat (CaCO₃) olduğu belirtilmekte ve bu CaCO₃'ün fırınlamaya bağlı olarak CaO şekline geçtiği bildirilmektedir (54).

Fırınlanmış deniz tarağı 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 deniz tarağı kabuğunun kullanıldığı bir çalışmada, %0,005-0,1 oranında kullanılan deniz tarağında 10-30 dakika bekletilen sosislerde başlangıçta 8 log kob/g olan *E. coli* O157:H7 ve *L. monocytogenes* yüklerinin 3,6-5 log kob/g azaldığı belirtilmiştir (55), (56). Calceramic®'in marullarda mikrobiyal yükü azaltma üzerine etkisini incelediğimiz çalışmamızda Calceramic® ile %0,1 konsantrasyonda 5 dakika dezenfekte edilen marullarda başlangıçta

ortalama 6,96 x 10⁴ olan toplam koliform bakteri yükü ve başlangıçta ortalama 2,91x10⁶ olan Enterobacteriaceae yüküne dezenfeksiyon sonucunda rastlanmamıştır (4).

Etken maddesi kalsiyum oksit olan dezenfektan ürünlerin antimikrobiyal özelliklerinin yanı sıra zaten E529 koduyla gıda katkı maddesi olarak da kullanılması nedeniyle dezenfeksiyon sırasında gıdalarda olumsuz bir değişime neden olmayacağı ve kalıntı bırakmadığı belirtilmektedir. Fakat dezenfeksiyon sırasında gıdaların suda bekletilmesine bağlı olarak vitamin kayıplarının yaşanabileceği bildirilmiştir. Yapılan bir çalışmada 5 dakika %0,1'lik kalsiyum oksit ile dezenfekte edilen marul örneklerinde %35,41-39,76 oranında C vitamini kaybı belirlenirken, aynı konsantrasyonda kalsiyum oksit ile dezenfekte edilen roka örneklerinde ise %19,54 - 25,84 oranında C vitamini kaybı tespit edilmiştir (57).

SONUÇ

Toplu beslenme sistemlerinde, gıda güvenliğinin mevzuata uygun ve standartlar çerçevesinde sağlanması bir zorunluluktur. Kaliteli ve güvenli bir ürün eldesinde, iyi hijyen uygulamalarının (GHP) yanı sıra kritik kontrol noktalarında uygun dezenfeksiyon programları ile gıda, personel ve ekipman hijyeninin sağlanması önem taşır. Toplu beslenme hizmetlerinde gıda hijyeni amacı ile yaygın olarak kullanılan dezenfektanlar; klor, organik asitler ve özellikle son zamanlarda ozondur. Gıda hijyeni amacı ile kullanılan dezenfektanların kullanım doz ve süreleri ile kimyasalların içerdiği potansiyel tehlikeleri (sağlık, reaktivite, yangın ve çevresel) ve güvenli kullanımını tarifleyen belgelerin yani Malzeme Güvenlik Bilgi Formlarının eksiksiz bulundurulması, konu ile ilgili personelin bilgilendirilmesi gerek iş sağlığı gerekse iş güvenliği kapsamında yer alan önemli bir konudur. Toplu beslenme sistemlerinde genellikle ihmal edilen bu konu ile ilgili olarak, özellikle MSDS'lerin tüm çalışan personelin görebileceği ulaşılabilir yerlere

asılması ve konuya ilişkin hizmet içi eğitimlerin verilmesi gerekmektedir. MSDS'lerin Aralık 2008'de, 27092 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan "Tehlikeli Maddeler ve Müstahzarlara İlişkin Güvenlik ve Bilgi Formlarının Hazırlanması ve Dağıtılması Hakkında Yönetmelik"de belirtildiği şekilde hazırlanması gerekmektedir.

Toplu beslenme hizmetlerinde kullanılan dezenfektanların seçiminde, sağlık etki araştırmalarına dayalı veriler ışığında riski en az olan ancak gıda güvenliğini maksimum düzeyde sağlayan ürünlerin tercihi konularında başta gıda mühendisi ve diyetisyen olmak üzere bu konuda çalışan yöneticilerin hassasiyet göstermeleri önemlidir.

KAYNAKLAR

1. Beyhan Y, Çiğirim N. Toplu beslenme sistemlerinde menü yönetimi ve denetimi. Ankara: Kök Yayıncılık, 1995.
2. Gıda Güvenliği ve Kalitesinin Denetimi ve Kontrolüne Dair Yönetmelik Yetki Kanunu: 5179, Yayımlandığı R. Gazete: 09.12.2007-26725. 2007.
3. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı. Gıda güvenliği komisyon çalışması. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarım Şurası. Ankara; 2004.
4. Buzbaş N. Türkiye ve AB'de gıda güvenliği: ortaklığın sinerjisi. 28. Türkiye-AB Karma İstişare Komitesi Toplantısı. Edinburg, İskoçya, 2010.
5. Sipahi GA, Enginoğlu D. Bilgi yönetimi ve kalite yönetim sistemleri arasındaki ilişkinin açıklanmasına yönelik bir araştırma. III. Sosyal Bilimler Araştırmaları Konferansı. Nisan, 27, İzmir-Türkiye. 2013.
6. Demiröz B. Küçük ve orta boy gıda işletmeleri ve gıda güvenliği. Gıda Mühendisliği Dergisi, 2010; 31: 34-8.
7. Yiğit S. Çeşitli dezenfektanların atom marulun mikrobiyolojik kalitesi üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 2008.
8. 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.
9. Temiz A, Bağcı U, Toğay SÖ. Efficacy of different decontamination treatments on microbial population of leafy vegetables. GIDA-J Food, 2011; 36(1): 9-15.
10. Nascimento M, Silva N, Catanozi M, Silva K. Effects of different disinfection treatments on the natural microbiota of lettuce. J Food Protect, 2003; 66(9): 1697-700.

11. 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 Biol Technol*, 2008; 49(1): 155-63.
12. Aruscavage D, Lee K, Miller S, LeJeune JT. Interactions affecting the proliferation and control of human pathogens on edible plants. *J Food Sci*, 2006; 71(8): 89-99.
13. Ayhan B, Bilici S. Effect of Chlorine on Microbial Load of Whole and Fresh-Cut Lettuce. IX. International Nutrition and Dietetics Congress. April, 2-5, Ankara-Turkey. 2014.
14. Beuchat LR. Use of sanitizers in raw fruit and vegetable processing. In: Maryland. An Aspen Publication, 2000.
15. Schmidt RH, Rodrick GE, Wiley J. *Food Safety Handbook*: Wiley Online Library, 2003.
16. Kaçmaz B, Sultan N. Dezenfektanların mikroorganizmalara karşı etkinliğinin temiz ve kirliliği yüzeylerde değerlendirilmesi. *Türk Hij Den Biyol Derg*, 2005; 62(1,2,3): 27-34.
17. Akbas 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): 619-24.
18. Bağcı U, Toğay ÖS, Temiz A. Çiğ tüketilen sebzelere uygulanan yüzey dekontaminasyon yöntemleri. Türkiye 10. Gıda Kongresi; Mayıs, 21-23, Erzurum-Türkiye, 2008.
19. Sanz S, Giménez M, Olarte C, Lomas C, Portu J. Effectiveness of chlorine washing disinfection and effects on the appearance of artichoke and borage. *J Applied Microbiol*, 2002; 93(6): 986-93.
20. Oğur R, Tekbaş ÖF, Hasde M. Klorlama rehberi (içme ve kullanma sularının klorlanması). Gülhane Askeri Tıp Akademisi Halk Sağlığı Anabilim Dalı. 2004.
21. 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): 283-90.
22. Enomoto K, Takizawa T, Ishikawa N, Suzuki T. Hot-water treatments for disinfecting alfalfa seeds inoculated with *Escherichia coli* ATCC 25922. *Food Sci Technol Res*, 2002; 8(3): 247-51.
23. Donnermair MM, Blatchley III ER. Disinfection efficacy of organic chloramines. *Water Research*, 2003; 37(7): 1557-70.
24. 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 Sci Technol*, 2002; 35(8): 720-9.
25. 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*, 2007 Oct-Dec; 24(7-8): 745-51.
26. 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. *Int J Food Microbiol*, 2006; 111(2): 134-43.
27. Olaimat AN, Holley RA. Factors influencing the microbial safety of fresh produce: A review. *Food Microbiol*, 2012; 32(1): 1-19.
28. Schmidt RH, Rodrick GE. *Food Safety Handbook*: Wiley Online Library <http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/047172159X> (Erişim: 07.08.2014, DOI: 10.1002/047172159X); 2003.
29. Eun SA, Yong SK, Dong HS. Observation of bactericidal effect of allyl isothiocyanate on *Listeria monocytogenes*. *Food Sci Biotechnol*, 2001; 10(1): 31-5.
30. World Health Organization (WHO). Benzoic acid and sodium benzoate: concise International chemical assessment document, 26. World Health Organization: Geneva, 2000.
31. Dickson J, Cutter C, Siragusa G. Antimicrobial effects of trisodium phosphate against bacteria attached to beef tissue. *J Food Protect*, 1994; 57(11): 952-5.

32. Erkmen O. Gıda kaynaklı tehlikeler ve güvenli gıda üretimi. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi, 2010; 53: 220-35.
33. Uygun U, Köksel H. Gıda Güvenliğini Tehdit Eden Kimyasallar. Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Yayını. Ankara, 2010.
34. Käferstein F, Abdussalam M. Food safety in the 21st century. Bulletin of the World Health Organization, 1999; 77(4): 347.
35. Nair B. Final report on the safety assessment of benzyl alcohol, benzoic acid, and sodium benzoate. Int J Toxicol, 2001; 20: 23.
36. 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. Geneva, 2000.
37. Denli Y, Özkan G. Yüksek performans sıvı kromatografi yöntemi ile şaraplarda sorbik asit tayini. GIDA-J Food, 1999; 24(3): 187-90.
38. Erkmen O. Gıda Mikrobiyolojisi. Ankara: Efil Yayınevi, 2011.
39. Sapers GM, Simmons GF. Hydrogen peroxide disinfection of minimally processed fruits and vegetables. Food Technol, 1998; 52(2): 48-52.
40. Giese J. Salmonella reduction process receives approval. Food Technol, 1993; 47(1): 110.
41. Lillard H. Effect of trisodium phosphate on Salmonella attached to chicken skin. J Food Protect, 1994; 57(6): 465-9.
42. 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. J Food Protect, 2004; 67(4): 721-31.
43. Ekici L, Sağdıç O, Kesmen Z. Gıda endüstrisinde alternatif bir dezenfektan: ozon. Gıda Teknolojileri Elektronik Derg, 2006(1): 47-57.
44. Kim J-G, Yousef AE, Chism GW. Use of ozone to inactivate microorganisms on lettuce. J Food Safety, 1999; 19(1): 17-34.
45. Ketteringham L, Gausseres R, James SJ, James C. Application of aqueous ozone for treating pre-cut green peppers (*Capsicum annum* L.). J Food Engineering, 2006; 76: 104-11.
46. Öztekin S, Zorlugenç B, Zorlugenç FK. Effects of ozone treatment on microflora of dried figs. J Food Engineering, 2006; 75(3): 396-9.
47. Öztekin S, Zorlugenç B, Zorlugenç FK. Effects of ozone treatment on microflora of dried figs. J Food Engineering. 2006;75:396-9.
48. 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.
49. 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 Microbiol, 2006; 23: 430-8.
50. 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 Biol Technol, 2005; 37(1): 37-46.
51. Gülmez M, Oral N, Sezer Ç, Duman B, Vatanserver L. Satış yerlerinden alınan maydanoz örneklerinin kekik suyu ile dekontaminasyonu. Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 2006; 12(1): 41-7.
52. 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, editor. Greece, 2000. <http://ec.europa.eu/environment/waste/sludge/pdf/workshoppart2.pdf> (Erişim: 13.08.2013).
53. Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi, Kimya Teknolojisi, Metaller 1. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı, 2008.

54. ORBİO. Calceramic: sebze-meyve, et çeşitleri ve mutfak ekipmanları için okyanustan gelen doğal dezenfektan In: Orbio Tarım Endüstriyel Pazarlama ve Gıda Sanayii.
55. Alkan ÇOÇ. Nigata Yakuryo Üniversitesi (Nupal) Raporu (İktibas). Japonya Gıda Kimyaları Konferansı. Japonya, 1999.

56. Bodur T, Yaldirak G, Kola O, Çağrı-Mehmetoğlu A. Inhibition of *Listeria monocytogenes* and *Escherichia coli* o157: H7 on frankfurters using scallop-shell powder. J Food Safety, 2010; 30(3): 740-52.
57. Türközü D. Marul ve roka sebzelerine uygulanan bazı dezenfektanların sebzelerin C vitamini içerikleri üzerine etkisinin değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2014.