

Gıda Sanayinde Temizlik ve Dezenfeksiyon

[Cleansing and Disinfection in the Food Industry]

ÖZET

Endüstriyel hijyen uygulamalarında işletmedeki olası tehlike faktörlerinin tanımlanması, bunlara gerekli önemin verilmesi, kontrolleri ve giderilmeleri yönünde yeterli çabanın gösterilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu noktada esas, temizlik ve dezenfeksiyon uygulamaları oluşturur. Gıda hijyeni, sağlıklı gıda üretimi amacıyla çiftlikten sofraya kadar her aşamada uygun koşulların temini için yapılan tüm çalışmaları içermektedir. Temizlik, gıda ile temas eden alet-ekipmanlarda bulunan kir veya gıda artıklarının uzaklaştırılması ve bunların mikroorganizmalar için gelişme ortamına dönüşmesinin engellenmesidir. Temizlik işlemi ile gözle görülen kir ve artıkların yanı sıra, gözle görülemeyen mikroorganizmaların önemli bir kısmının da uzaklaştırılması söz konusudur. Dezenfeksiyon, temizlik aşamasını takiben yapılan, ortamda bulunan kontaminasyon kaynağı olabilecek mikroorganizmaların yıkılmasını ya da zararlı etki meydana getirmeyecek en düşük düzeye indirilmesi işlemidir.

SUMMARY

In the applications of industrial hygiene, it is of utmost importance to define the potential risk factors in the business enterprise in question, to pay sufficient consideration to those factors, and to spend every effort for their checking and elimination. In that sense, cleansing and disinfection applications have a basic importance. Food hygiene covers all the efforts spent in order to ensure the proper conditions for the production of healthy food at every stage of the production process, extending from the farm to the table. Cleansing is the removal of the dirt or food leftovers found on the tools and equipment contacting food, and preventing their conversion into a convenient milieu for the reproduction of microorganisms. Cleansing is the process of removing not only the visible dirt and leftovers, but also a large part of the visible microorganisms. Disinfection is applied after cleansing; it is the process of disintegration of microorganisms which can cause contamination, or reduction of those microorganisms to minimum levels so that they can not create any harmful effects.

**Ruhtan Başkaya¹,
Alper Karagöz²,
Yaşar Keskin³**

¹İkmal Maliye Okulu ve Eğitim Merkezi Komutanlığı, Küçükyalı, İstanbul. ²Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi AD, Dışkapı, Ankara. ³Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı AD, Haydarpaşa, İstanbul.

Anahtar Kelimeler: Temizlik, Dezenfeksiyon, Dezenfektan, Hijyen, Gıda Endüstrisi

Key words: Cleansing, disinfection, disinfectant, hygiene, food industry

**Sorumlu yazar/
Corresponding author:**

Ruhtan Başkaya
İkmal Maliye Okulu ve Eğitim Merkezi Komutanlığı, Küçükyalı, İstanbul
ruhtanbaskaya@hotmail.com

GİRİŞ

Güvenli ve sağlıklı bir üretim için çevre ve çalışanların temiz ve sağlıklı olmasının yanısıra, işletmelerde sistemik temizlik ve dezenfeksiyon işlemlerinin uygulanmasının da kaliteli bir üretim için etkili faktörlerden olduğu belirtilmiştir (1). İşletmelerde farklı yüzeylerde bulunabilen mikroorganizmalar, eğer sadece su vasıtasıyla yapılan temizlikle uzaklaştırılmaya çalışılırsa, bu uygulamanın yeterli olmayacağı bildirilmektedir. Yapılan bu işlem mikroorganizmaların daha geniş alanlara yayılmasına, sonraki üretimde sağlık ve ciddi üretim sorunlarına neden olabilmektedir. Bu nedenle yardımcı kimyasal maddelerle temizliği destekleyici uygulamalar yapılmalı ve bunuda mutlaka uygun bir dezenfeksiyon işlemi izlemelidir (2).

Bir işletmede temizlik işleminin başarılı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi açısından yapılan temizliğin

periyodu ve uygulama tekniğinin büyük önem taşıdığı bildirilmiştir. Temizlik periyodu, işletme ve ürünün özelliklerine göre değişebilmekle birlikte, gıda üretimi yapan herhangi bir işletmede günde en az bir kere genel temizliğin yapılması gerektiği vurgulanmaktadır (3).

Bir temizleme işlemi özel gereksinimler doğrultusunda değişmekle birlikte; bu işlemin aşağıda sıralanan temel basamaklardan oluştuğu bildirilmiştir.

1. Ürün kalıntılarının tümünü uzaklaştırmak için mekanik ön temizleme.
2. Kirlerin büyük bölümünü uzaklaştırmak için su ile ön durulama.
3. Deterjan çözeltileri ile temizlik uygulaması.
4. Çoğunlukla, bir kemo-termik uygulama ile dezenfeksiyon (Genellikle temizlik işleminde ikisi bir arada uygulanabilmektedir).

5. Kimyasalları uzaklaştırmak için içme suyu kalitesinde temiz su ile bir veya daha fazla sayıda durulama işlemi.

6. Alet ve ekipmanların yüzeyinden suyun süzülmesi (4,5,6).

Temizlik öncesi yapılan ön hazırlık işlemleri, işletmedeki bütün parçaların sökölüp temizliğe hazırlanması ve temizlik çözeltilisinin amaca uygun olacak şekilde hazırlanıp, kullanılacak hale getirilmesi aşamalarını içermektedir (7).

Genel olarak temizlik aşaması, değişik kimyasalların ilave edildiği farklı sıcaklıklardaki su ile yıkama ve bunu takiben gerçekleştirilen basınçlı temiz su yardımı ile durulama şeklinde veya ortamda bulunan malzeme ve kirin yapısına da bağlı olarak tek başına tazyikli su uygulamaları tarzında gerçekleştirilebileceği bildirilmiştir. Çünkü iyi bir dezenfeksiyon işleminin gerçekleşmesi için daha önceden iyi bir temizlik işleminin gerçekleştirilmiş olması gerekir (5).

Tablo 1. Temizlik aşamasını etkileyen bazı faktörler (8).

Etkileyen Faktörler	Çeşitleri
1. Temizlik çözeltilisinin aktivitesini etkileyen faktörler	a. Temizlik maddesinin bileşimi b. Temizlik maddesinin konsantrasyonu c. Temizlik çözeltilisinin ısı derecesi d. Suyun sertlik derecesi e. Çözelti içine alınan kir partikülünün büyüklüğü f. Uygulanan mekanik yöntemler
2. Kir maddelerine ait faktörler	a. Kir maddelerinin cinsi (yağ,protein,kan v.s) b. Kir maddelerinin miktarı c. Kir maddelerinin durumu (kalın veya ince tabaka halinde, kuru veya yaş)
3. Temizliğin uygulanacağı yüzeylerin özelliğine bağlı faktörler	a. Materyelin cinsi b. Yüzeylerin durumu

Kaba temizlik, yüzeyde bulunan kir ve benzeri maddelerin mekanik olarak o yüzeyden uzaklaştırılması işlemlerini kapsamaktadır. Su, tek başına bir temizlik maddesi olmasının yanında deterjan ve dezenfektanların çözüldürüldüğü bir ortam olması açısından da önem taşımaktadır ki, bu

öneminden dolayı temizlikte kullanılan suyun en basit ifade ile içme suyu kalitesinde olması gerektiği belirtilmektedir. Yalnız başına su uygulamalarının yetersiz olduğu durumlarda başvurulacak temizlik maddelerinin kirleri çözme, gevşetme, emülsiyon haline getirme ve kir parçalarını uzaklaştırma gibi görevleri vardır (9).

Deterjanın kelime anlamı kir sökücüdür. Temizlik işlemlerinde kir sökücü özelliğinden dolayı kullanılan, içinde yardımcı kimyasal maddeler de bulunduran karışıma deterjan denilmektedir (10). Temizlik işleminde kullanılan deterjan maddelerinin alkaliler, kostik soda, trisodyum fosfat, kompleks fosfatlar, sodyumtetrafosfat, sodyumtripolifosfat, tetrasodyumpirofosfat, organik bileşikler, şelatör maddeler, ıslatıcı maddeler, organik asitler ve mineral maddeler olarak sınıflandırıldığı belirtilmiştir. Deterjan maddelerinin, emülsiyonlama, sabunlaşma, ıslatma, dağılma, süspansiyon oluşturma, mineral birikiminin kontrolü, durulama yeteneği, korozif ve toksik olmaması gibi özelliklerinin bulunması gerekmektedir (3).

Dezenfeksiyon

Gıda işletmelerinde uygulanan dezenfeksiyonun amacı, mikroorganizma sayısının gıdayı bozabilecek veya tüketicinin sağlığını olumsuz yönde etkileyecek düzeyin altına indirilmesidir. Bu amaçla yapılan işlemlere de dezenfeksiyon denilmektedir. Bir gıda işletmesinde, temizleme işlemi yapıldıktan sonra dezenfeksiyon yapılmıyorsa, o temizliğin faydadan çok zararının olabileceği, temizleme ile diğer alanlara bulaşan mikroorganizmaların, daha geniş bir yüzeye yayılabileceği bildirilmektedir (12).

Günümüzde gıda işletmelerinde yaygın olarak kullanılan dezenfeksiyon işlemlerinin genellikle yüksek sıcaklık, ultraviyole ışınlar ve kimyasal madde kullanımları ile yapılan uygulamalar olduğu belirtilmiştir (7).

Dezenfektanların mikroorganizmaların üremesine karşı olan etkilerinin logaritmik dönemde daha fazla olduğu belirtilmektedir. Bu nedenle dezenfeksiyon işlemlerinin mümkün olduğu kadar kısa periyotlarda uygulanmaları etkinlikleri açısından önem taşımaktadır. Dezenfektanların etkinliklerinin ortamda bulunan mikroorganizma sayısına bağlı olarakta değişebildiği ve ortamdaki canlı mikroorganizma sayısı arttıkça dezenfektanın etki süresinde uzadığı bildirilmektedir (13).

Tablo 2. Kirlerin çözülme özellikleri (2,9).

Kir tipi	Çözücü	Giderilme şekli	Isı ile yüzeyde oluşan değişiklikler
Şeker	Suda erir	Kolay	Karamelleşme ve sökülmesinde güçlük
Yağ	Alkalide erir, suda erimez	Zor	Polimerleşme ve sökülmesinde güçlük
Protein	Alkali veya zayıf asitte erir, suda erimez	Çok zor	Denatüre olma ve sökülmesi çok güç
Monovalan tuzlar	Su veya asitte erir	Kolay-zor	Diğer maddelerle etkileşme sonucu sökülmesinde güçlük

Tablo 3. Gıda işletmelerinde yaygın olarak kullanılan bazı temizlik maddeleri (11).

Temizlik Maddeleri	
Sodyum ortosilikat	Sodyum karbonat
Sodyum seskiselikat	Sodyum tetraborat
Sodyum heksametafosfat	Sodyum seskuikarbonat
Sodyum pirofosfat	Islatıcı maddeler
Sodyum bikarbonat	Alkil aril sülfonat
Sodyum tetrasilikat	Kostik soda
Disodyum fosfat	Şelatör maddeler

Dezenfeksiyonda etkili olan faktörler üç şekilde değerlendirilmektedir.

1. Dezenfeksiyonda dezenfektanların yapısına bağlı etkiler (Yoğunluk, kimyasal yapı),
2. Dezenfeksiyonda mikroorganizmaların etkisi
3. Dezenfeksiyona etki eden diğer faktörler (Zaman, sıcaklık, pH, kimyasal maddeler, ozmotik basınç, yüzey gerilimi, uygulama şekli ve yeri) (1,4,6,14,15,16).

Dezenfektanlara karşı vejetatif formların, kapsüllü olanlardan ve sporlardan çok daha duyarlı oldukları, mantar ve mantar sporlarında daha dirençli oldukları bildirilmiştir (4).

Gelişme dönemindeki mikroorganizmaların hassas oldukları ve dezenfektanlar tarafından kolaylıkla tahrip edilebildikleri belirtilmiştir (17). Gıda kaynaklı mikroorganizmalara karşı, dezenfektanların etkilerini incelemeye yönelik yapılan bir çalışmada, dezenfektanların mikroorganizmalara karşı etkisi araştırılmıştır. Yapılan süspansiyon testleri sonucu, hipoklorit ve isopropanol'ün *Saccharomyces cerevisiae*, *S. aureus* ve *Bacillus sporlarına* karşı etkisiz olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, hipoklorit'in *L. monocytogenes* ve *P. aeruginosa*'ya karşı etkili olduğu bildirilmiştir (18).

Yapılan bir çalışmada paslanmaz çelik yüzeylere bağlanan *Enterococcus faecium* üzerine sodyum hipoklorit, perasetik asit, perasetik asit ile organik asit kompozisyonu, KAB, organik asit ve anyonik asitin etkinlikleri denenmiştir.

Tablo 4. Kimyasal yapılarına göre dezenfektanların mikroorganizmalar üzerine etkileri (3).

M.o	Asit	Alkol	Aldehit	Alkali	Halojenler Cl ₂	I ₂	Oksitleyici maddeler	Fenol bileşikleri	Kuarterner Amonyum bileşikleri
Mikoplazma	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Gram (+) bakteriler	++	++	++	+	++	++	++	++	++
Gram (-) bakteriler	++	++	++	+	++	+	+	++	+
Riketsiyalar	+	+	+	+	+	+	+	+	+-
Zarflı viruslar	+	+	++	+	++	+	+	+-	+-
Klamidya	+-	+-	+	+	+	+	+	+-	-
Fungal sporlar	+-	+-	+	+	+	+	+-	+-	+-
Zarfsız viruslar	+-	-	+	+-	+	+-	+-	-	-
Aside dirençli bakteriler	-	+	+	+-	+	+	+-	+-	-
Bakteri sporları	+-	-	+	+-	+	+	+	-	-
Protozoonosistler	-	-	-	+-	-	+-	-	+-	-

M.o: mikroorganizma, ++: Kuvvetli derecede etkili, +: Etkili, +-: Orta derecede etkili, -: Etkisiz

Dezenfektanların tümünün yüzeydeki bakteri düzeyini azaltmada etkili olduğu görülmüş, perasetik asit ve perasetik asit ile organik asit kombinasyonu en etkili dezenfektanlar olarak belirlenmiştir (19).

Dezenfektanlar uygun seçilmez, yeterli yoğunlukta ve etki süresince kullanılmazlarsa, etkileri istenilen düzeylere ulaşamayacağı gibi dezenfektana karşı direnç geliştirebilmektedir. Bu nedenle işletmelerde uygun dezenfektan seçimi ve kullanımına özen gösterilmelidir (20).

Gıda işletmelerinde kullanılan dezenfektanların yanı sıra, bu dezenfektanların uygulandığı yüzeylerin yapısında önemli olduğu belirtilmektedir.

Dezenfektan maddelerin sınıflandırılması

Dezenfektanlar içerdikleri maddelere göre şu şekilde sınıflandırılmaktadırlar (15).

1. Halojenler (Klorlu ve iyotlu bileşikler)
2. Yüzey aktif bileşikler (Kuarterner Amonyum Bileşikleri (KAB), Amfoterik Bileşikler, Biguaninler)
3. Oksidan maddeler
4. Alkali ve asit bileşikler
5. Alkoller
6. Aldehitler
7. Kükürtlü bileşikler
8. Fenol derivatları ve formaldehit

Tablo 5. Gıda üretim yerlerinde çeşitli yüzeylerin özellikleri (21).

Materyal	Özellikler	Önlemler
Ahşap materyal	Rutubeti ve yağları emer, dayanıksızdır. Alkaliler tarafından yumuşatılır. Kostiklerle tahrip edilir.	Olumsuz sanitizer özellikleri nedeniyle kullanılmamalıdır.
Demir	Asitli ve klorlu dezenfektanlar tarafından pas oluşumu artırılır.	Böyle metaller pas oluşumuna karşı kalaylanır. Bu yüzeylerin temizliğinde dezenfektan kullanılır.
Teneke	Kuvvetli alkali ve asit temizleyiciler tarafından aşınır.	Teneke yüzeyler gıdalarla temas etmemelidir
Beton	Asit gıdalar ve temizlik malzemelerince aşınır.	Beton sızıntı yapmamalı, aside dayanıklı olmalı ve toz tutmamalıdır. Beton yerine asit tuğla kullanılabilir.
Cam	Düzgün ve su geçirmez yapıdadır. Kuvvetli alkali temizlik maddelerince aşındırılır.	Cam orta düzeyde alkali veya nötral dezenfektanlar ile temizlenmelidir.
Boya	Kuvvetli alkali temizlik maddelerince aşınır.	Gıdalar ile temasında ürüne zararlı olmayan belirli boyalar kullanılabilir.
Lastik	Gözenekli, süngerimsi olmamalıdır. Alkali dezenfektanlardan etkilenmez. Organik eriticiler ve kuvvetli asitlerden etkilenir.	Lastik kesim tablaları deforme olur ve yüzeylerde aşınmalar meydana gelir.
Paslanmaz çelik	Genellikle aşınmaya dayanıklıdır. Düzgün yüzeylidir ve aşınma olmadıkça su geçirmez. Yüksek ısılarda oksidasyona dayanıklıdır. Kolayca temizlenir. Manyetik değildir.	Paslanmaz çelik pahalıdır ve halojenlerden (klor, iyot, brom, flor) etkilenir.

Dezenfektanların Etki Mekanizmaları

Bakteri membranı üzerine etkili olanlar

Dezenfektanlar, genellikle yüzey gerilimini düşüren ve ozmotik basıncı yükselten bir karakterde olduklarından, hücre membranlarının yarı geçirgen özelliğinin bozulmasına, beslenmesinin aksamasına, metabolizmanın durmasına ve hücre ölümlerine neden oldukları bildirilmiştir (22). Bazı dezenfektanların, aktif ve pasif transport sistemlerin aksaması sonucu hücre duvarını parçalayarak protoplastların meydana gelmesine neden oldukları ve sonra da bunları tahrip ettikleri bildirilmiştir. Bu tarzda etkiyen dezenfektanlar arasında fenol ve fenol bileşikleriyle organik solventlerin bulunduğu belirtilmektedir (14,23).

Klorun bakterisit etkisinin anyonik özelliklerinden dolayı hücreyi oluşturan maddeleri okside etmeleri sonucunda olduğu belirtilmiştir. Bakterisit etkiyi, iyodoforlarda çözelti içerisindeki serbest iyotun yarattığı, serbest iyot miktarı arttıkça etkinliklerinin arttığı bildirilmiştir. Formaldehid, biguanid, alkali ve asit bileşiklerinin mikroorganizmalar üzerindeki etkilerini hücre duvarını ve zarını bozarak gösterdikleri belirtilmektedir.

Tablo 6. Bazı dezenfektanların kullanıldığı yerler ve düzeyleri (1).

Kullanım yeri	Dezenfektan	Konsantrasyon (ppm)
Alüminyum ekipman	İyodofor	25
	KAB	200
Bakteriyostatik film	Asit quarterner	100
	Asit anyonik	100
CIP (cleaning in place) temizlik ve dezenfeksiyon	Asit sanitizer	100
	Aktif klor	130
	İyodofor	100
Beton zeminler	Aktif klor	1000–2000
	KAB	500–800
Film oluşumunu önleme	Asit sanitizer	130
	İyodofor	120
EI solüsyonu (üretim)	İyodofor	25
EI sanitizer (yıkama odası)	İyodofor	25
	Kuarterner	25
Yüksek oranda organik madde içeren yerler için	Kuarterner	200
Plastik taşıyıcılar ve ambalaj kutuları	İyodofor	25
Gözenekli yüzey	Aktif klor	200
İşlem ekipmanı (alüminyum)	İyodofor	200
	Kuarterner	25
İşlem ekipmanı (paslanmaz çelik)	Asit-sanitizer	130
	Asit-quarterner	100
	Aktif klor	200
	İyodofor	25
Lastik kayışlar	İyodofor	25
Tuğla duvarlar	İyodofor	25
	Aktif klor	200
Duvarlar	Kuarterner	200
	Asit-quarterner	200
	Aktif klor	20
Su hijyeni	Aktif klor	20
Ahşap ambalaj malzemesi ve diğerleri	Aktif klor	1000

Alkollerin, hücre membranındaki hidrokarbon molekülleri ile bağlantı kurmuş lipidleri ayırarak, deri üzerinde lipoidal sekretlerde bulunan mikroorganizmalara sekretleri eritmek suretiyle etki ettikleri bildirilmektedir. Ozonun bakteri hücre duvarındaki glikopeptid ve glikolipid tabakalarına etki edip hücre lizisine neden olduğu saptanmıştır (24,25).

Mikrobiyel proteinler üzerine etkili olanlar

Bazı dezenfektanların, mikroorganizmaların protein karakterinde olan yapısını koagüle veya denatüre ettikleri belirtilmiştir. Protein özelliğinde olan enzimlerin, bu tarzdaki kimyasal ajanlardan etkilendikleri ve bu enzimlerin denatüre olmasının

bakteri yıkımlanmasına neden olduğu bildirilmiştir (26).

KAB'nin bakterisit etkilerinin, hücre membranının geçirgenliğini bozarak bakteri hücreindeki proteinleri koagüle etmesinden ileri geldiği belirtilmiştir. Dezenfektanın pozitif yüklü kısmı, bakteri hücresinin membran yüzeyinde bulunan fosfolipidlerin negatif yüklü fosfat kökü ile reaksiyon vererek membranın yarı geçirgen özelliğini etkilediği ve membranda bulunan fosfor, azot, protein, lipid ve diğer önemli maddeler arasında bütünlüğü bozduğu bildirilmektedir. Dezenfektan hücre içine girdikten sonra da etkisini sürdürerek protein denatürasyonu ile enzimleri inaktive etmektedir. Amfoterik bileşiklerin bakterisit ve fungusit etkilerinin, hücre proteinlerini

koagüle edebilme özelliklerinden kaynaklandığı belirtilmektedir (27).

Mikrobiyal enzim aktivitesini bozanlar

Dezenfektanlardan bir kısmının, mikroorganizmalardaki enzimlere ve bunların katalitik etkiye sahip olan bölgelerine veya substanslarla birleşen fonksiyonel gruplara karşı affiniteleri olduğu ve bu kısımlarla bağlanarak etki ettikleri bildirilmiştir. Bu durumda enzimin kimyasal yapısının ve aktivitesinin değişikliğe uğradığı ve inaktive olduğu belirtilmektedir. Formaldehid, anyonik deterjanlar ve asit boyaların, enzimlerin amino ve imidazol grupları ile, katyonik deterjanlar ve bazik boyaların, asidik gruplar ile bağlar oluşturarak enzimlerin aktivitelerini bozdukları bildirilmiştir. Enzim aktivitesini bozan maddeler arasında da ağır metallerin, tuzların, oksidan ve alkilleyen ajanların bulunduğu belirtilmiştir (15).

H₂O₂'in dezenfektan etkisinin, bazı bakterilerin oluşturdukları katalaz enzimiyle inaktive edildiği de belirtilmektedir. Klorun mikrobisidal etkisini enzim inhibisyonuna ve aminoasitlerin nitril, aldehidlere oksidatif dekarboksilasyonuna neden olarak gösterdiği bildirilmektedir. Hipoklorik asitin (HOCl), hücre içine girip hücre metabolizmasında önemli görevleri olan enzimlerin sülfhidril gruplarını okside ederek enzim inaktivasyonuna neden olduğu belirtilmiştir. Fenol ve türevlerinin ise bakteriyostatik ve bakterisit etkiye sahip oldukları, hücre membranına bağlı olan oksidaz ve dehidrojenaz enzimlerini inaktive edip hücrenin yarı geçirgen özelliğini bozarak etkilerini gösterdikleri bildirilmiştir (28).

Mikroorganizmaların hücre çekirdeğine etki edenler

Klorlu dezenfektanlar, hücre DNA'sına sitozinin toksik N-klor bileşiklerini oluşturarak etki ederler. Dezenfektan amacıyla kullanılan bazik boyaların, asit veya nötr boyalardan daha etkili oldukları, mikroorganizmalardaki nükleik asit yapısında bulunan fosforik asit grubu ile reaksiyon verdikleri ve bunun sonucunda DNA'nın replikasyonunu ve protein sentezini durdurup, bakterileri yıkımladıkları belirtilmektedir. Boyaların mikrobisit ve fungusit etkilerinin yanında, mutajenik özelliklerinin de olduğu bildirilmektedir. Gram pozitif mikroorganizmaların, boyalara Gram negatiflerden daha duyarlı oldukları saptanmıştır. Akridin boyalarının (akriflavin, tripaflavin) bakterisit ve bakteriyostatik etkileri yanında mutajenik etkiye de sahip oldukları, bakteri ve memeli hücrelerinde nükleik asit sentezini bozdukları bildirilmiştir (1,4).

Dezenfektanların kontrolleri

Dezenfektanların etkinlik testleri

Süspansiyon testleri ve yüzey etkinlik testlerinin, dezenfektan etkinliğinin değerlendirilmesinde en sık başvurulan test yöntemleri olduğu belirtilmiştir (19).

Dezenfektanların biyofilm üzerine etkileri Mikroorganizmaların biyofilm oluşumlarının engellenebilmesi için öncelikle işletmelerde biyofilm oluşturabilecek mikroorganizmalarla yüzeylerin temasının kesilmesi gerekmektedir. Bu amaçlarda yüzeye tutunmanın minimum olabileceği materyaller gıda endüstrisinde kullanılmalıdır. Gıda endüstrisinde kullanılan yüzey materyalleri arasında paslanmaz çelik, cam, polimerler, alüminyum, bakır, kauçuğun sayılabileceği belirtilmiştir (29).

Yapılan bir çalışmada, *S. aureus* ve *P. aeruginosa*'nın yüzeylerde oluşturduğu biyofilm tabakasının 34,5, 51,7 ve 68,9 bar.'lık su basıncı uygulamaları ile giderilemediği ancak asit ve alkali dezenfektanlar kullanılarak engelenildiği bildirilmiştir (2).

Dezenfektanlara karşı gelişen mikrobiyel direnç

Mikroorganizmaların kendilerini korumak için dezenfektanlara karşı direnç oluşturdukları bilinmektedir. Örneğin gıda işletmelerinden izole edilen KAB'lerine karşı dirençli olan *Staphylococcus* spp. % 13'nün benzalkonium kloride karşı dirençli olduğu belirlenmiştir. Bu direnç gelişiminin *Staphylococcus* spp. plazmidlerinde taşıdığı *qac* (*qacA*, *qacB*, *qacC*, *qacD*, *qacH*) genlerinden kaynaklandığı belirtilmiştir (30).

Yapılan bir çalışmada, laktik asit bakterileri (LAB)'nin gıdalar ve işletmelerde gıdalar ile temas eden yüzeyler için problem teşkil ettiği ve KAB'lerine karşı dirençli olduğu belirtilmiştir. Gıdalardan ve işletmedeki yüzeylerden izole edilen toplam 320 LAB'sinin, KAB'lerine karşı % 17,5'nun duyarlı olduğu, %1,5'unun ise dirençli olduğu saptanmıştır (31).

Pseudomonas spp. gıda işletmelerindeki ekipman yüzeylerinden sıklıkla izole edilen ve dezenfektanlara karşı direnç gösteren mikroorganizmalar olarak bildirilmektedir (32,33). Broiler karkaslarından izole edilen *Pseudomonas* spp. KAB'lerine karşı dirençli olduğu ve duyarlılığın mikroorganizma popülasyonu için MIC'nu 40–60 µg ml⁻¹ olarak belirtilmiştir. Enterobacteriaceae familyasındaki türlerin 150 µg ml⁻¹ konsantrasyondan daha düşük miktarda benzalkonium klorid ile inhibe edilemediği bildirilmektedir (34).

Tablo 7. *S. aureus*, *E.coli* ve *P. aeruginosa*'nın bazı dezenfektanlara karşı gösterdikleri MIC düzeyleri (35).

Dezenfektan	MIC(ug/ml)		
	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>
Benzalkonium klorid	0,5	50	250
Benzethonium klorid	0,5	32	250
Cetrimide	4	16	64-128
Klorheksidin	0,5-1	1	5-60
Hekzaklorofen	0,5	12,5	250
Fenol	2,000	2,000	2,000
Propamine isethionate	2	64	256
Dibromopropamidineisethionate	1	4	32
Triclosan	0,1	5	>300

Tablo 8. Bakterilerin dezenfektanlara karşı direnç mekanizmaları (38).

Mikroorganizma	Dezenfektan	Direnç mekanizması
Gram negatif bakteriler	KAB, triklosan, diamin	Dış membran, hücre membranındaki glikoprotein molekülleri (glycocalyx)
Mikobakter	Klorheksidin, KAB, Gluteraldehit	Mumsu hücre duvarı (waxy cell wall) (hidrofobik yapıdaki mycoylarabinogalaktan-peptidoglycan iskelet)
Bakteri sporları	Klorheksidin, KAB, Fenol	Korteks tabakası
Gram pozitif bakteriler	Klorheksidin	Glycocalyx- mukoekzopolisakkarit

Pseudomonas türlerinin dezenfektanlara karşı direnç gelişiminin, Enterobacteriaceae familyasındaki türlere göre daha fazla olduğu belirtilmiştir (35). Hipoklorit ve peroksijenin gıda sanayinde en çok kullanılan dezenfektanlar arasında olduğu belirtilmiştir. Süt işletmelerinde kullanılan dezenfeksiyon metodu, buhar kullanımı yerine klorlu bileşiklerin kullanımı olarak değiştirildiğinde bakteriler tarafından hipoklorite karşı yüksek düzeyde direnç meydana geldiği saptanmıştır. Ayrıca gıda işletmelerinde yüzeylerden ve ekipmanlardan izole edilen *S. aureus*' un kloro karşı yüksek düzeyde direnç gösterdiği bildirilmiştir (30,36).

Yapılan bir çalışmada, KAB'lerinin işletme yüzeyleri ve ekipmanlarına uygulanması sonucunda *Listeria monocytogenes*'in bu bileşiklere karşı adaptasyon kazanabileceği, fakat yüksek konsantrasyonda BC (Benzalkonium klorid) bileşiğine adaptasyon sağlayamayacağı belirtilmiştir (27).

Gram negatif bakterilerin KAB ve amfoterik dezenfektanlara karşı adaptasyon gösterdiği saptanmıştır (37). KAB'leri ile yapılan dezenfeksiyon işleminden sonra izole edilen *P. fluorescens* 'in bu bileşiğe karşı yüksek düzeyde direnç gösterdiği bildirilmiştir (34). Soğukta depolanmış kanatlı karkaslarından izole edilen *P. lundensis*'in 200 ug/ml-1 konsantrasyonunda BC'te karşı yüksek düzeyde

direnç gösterdiği belirtilmektedir. Ayrıca *P. aeruginosa*'nın yüksek konsantrasyonda KAB'lerine karşı direnç gösterebildiği bildirilmiştir (37).

Staphylococcus türlerinde transposon Tn552 geni ve çeşitli multiresistans plazmidlere bağlı olarak dezenfektanlara karşı direnç oluştuğu belirtilmiştir (30).

Dezenfektanlara karşı direnç gelişiminin mikroorganizmanın doğal yapısı, mutasyon (self-replicating, ekstrakromozomal DNA) yada transpozon (kromozomal yada plazmidal integrasyon) yoluyla gerçekleştiği belirtilmektedir. Gram negatif bakteriler, bakteri sporları, mikobakteriler ve Gram pozitif bakterilerin direnç gelişiminin intrinsik olarak gerçekleştiği bildirilmiştir. Ayrıca civa bileşiklerine ve diğer metalik tuzlara karşı ise plazmidal direncin meydana geldiği bildirilmiştir (38). İntrinsik direncin, bakterinin kromozomal yapı farklılığından kaynaklanan hücre duvarı özelliğinden dolayı meydana geldiği belirtilmiştir (38).

Yapışkan tabaka ile çevrili hücrelerden oluşan mukoid türler (*S. aureus*), mukoid olmayan türlere göre chloroxyleneol, cetrimide ve klorheksidine karşı direnç göstermektedirler (28). *B. subtilis* ve *B. stearothermophilus* sporlarının gluteraldehid, formaldehid, klor ve iyot gibi dezenfektanlara karşı direnç gösterdiği bildirilmiştir (18).

Gram pozitif bakterilerin (*Staphylococcus* spp.) hücre duvarı yapısında bulunan peptidoglikan ve teikoik asitten dolayı dezenfektanlara karşı direnç şekillendirdikleri bildirilmektedir (28).

Dezenfektanların direncinin belirlenmesi üzerine yapılan bir çalışmada, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Enterobacter aerogenes* ve *Bacillus cereus*'tan oluşan bakterilere karşı KAB, klor ve alkol bazlı dezenfektanların dirençleri belirlenmiş ve çalışmada konsantrasyon ve zamanın direnç gelişimi üzerine etkisi olduğu saptanmıştır. Klor ve KAB bazlı dezenfektanlar % 0,5, % 1, % 1,5 ve %2 konsantrasyonlarında kullanılmıştır. Klor bazlı dezenfektanın *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis* ve *Enterobacter aerogenes* üzerine etkili olurken, KAB bazlı dezenfektanın *Escherichia Coli*, ve *Bacillus cereus* üzerine etkili olduğu belirtilmiştir (39).

Gram negatif bakterilerin (*Pseudomonas aeruginosa*, *Burkholderia cepacia*, *Proteus* spp., *Providencia stuartii*) klorheksidin, heksaklorofen, KAB ve triklosan gibi dezenfektanlara karşı direnç gösterdiği belirtilmiştir. Bu direncin lipopolisakkarit'le (LPS), LPS arasında bağlantıyı sağlayan magnezyum iyonlarından kaynaklandığı bildirilmiştir (35). Ayrıca *S. marcescens*, *Achromobacter/Alcaligenes xylosoxidans* türlerinin klorheksidine karşı dirençli, *S. typhimurium*'un ise duyarlı olduğu belirtilmiştir (40). *Vibrio cholerae* tarafından üretilen EPS (amorphous exopolysaccharide) nedeniyle klora karşı direnç geliştiği bildirilmiştir (41,42).

Dezenfektanlara karşı mantarlarda iki tip direnç gelişmektedir. Bunlardan birincisi intrinsik direnç (hücre duvarı bariyeri, enzimatik inaktivasyon), ikincisi ise sonradan kazanılmış direnç (mutasyon, plazmid) olarak bildirilmiştir (27).

Protozoa kistlerine karşı en etkili dezenfektanların ozon, klordioksit, iyot ve klor olduğu belirtilmiştir. Direnç gelişiminin kist duvarının bariyer görevi yapmasından kaynaklandığı bildirilmiştir (24). Prionların dezenfektanlara karşı dirençli oldukları belirtilmiştir. Ancak hipoklorit, sodyum hidroksit, fenol ve guanid tiosiyonatın infektivite üzerinde etkili olduğu saptanmıştır (43).

Virüsler için dezenfektanlara karşı direnç gelişiminin lipid tabakası ile çevrili olup olmadığına bağlı olarak değiştiği bildirilmiştir. Lipofilik virüslerin (HIV, Newcastle, kuduz ve influenza virüsü) KAB, klorheksidin, isopropanol gibi dezenfektanlara karşı daha dirençli oldukları belirtilmiştir (17).

Dezenfektanların seçim ve kullanımı

Dezenfeksiyon işleminde kullanılan dezenfektanlarda aranan özellikler

- Mikrobisit etkiye sahip ve etki gücü yüksek olmalıdır.
- Suda kolay ve homojen çözünmeli ve presipitasyon yapmamalı,
- Dayanıklı olmalı ve etkisi uzun süre devam etmeli,
- İnsan ve hayvanlar için toksik olmamalı,
- Yüzey gerilimini düşürücü, ozmotik basıncı artırıcı ve ıslatıcı nitelikte olmalı,
- Kısa süre içinde etkimeli,
- Harici maddelerle birleşmemeli ve inaktive olmamalı,
- Normal sıcaklıklarda etkili olmalı,
- Yakıcı, fena kokulu, renk verici veya renk giderici olmamalı,
- Hoş kokulu ve koku giderici olmalı,
- Ucuz olmalı ve kolay bulunmalı,
- Uygulanan yüzeylerde yapısal bozukluk oluşturmamalı ve leke bırakmamalı,
- Depolama sırasında stabil olmalı, aktivitesini yitirmemeli,
- Düşük konsantrasyonlarda antimikrobiyel etki göstermeli,
- Sıcaklık ve pH değişimine dayanıklı olmalıdır (16,44).

Et Sanayinde Temizlik ve Dezenfeksiyon

Et sanayinde temizlik ve dezenfeksiyonun; ön temizleme, temizlik için hazırlık, kaba kirlerin ortamdaki uzaklaştırılması, su ile ön durulama yapılması, deterjan uygulamalarının yapılması, temizlik ajanının yüzeyden durulanması, uygun dezenfektan maddenin kullanılması, kullanılan dezenfektanın durulanması (son durulama) ve temizlik sonrası toplama şeklinde yapıldığı belirtilmiştir (45). Temizlik derecesini etkileyen faktörlerin; temizlik maddesinin kalitesi, konsantrasyonu, sıcaklığı ve mekanik etki süresine bağlı olduğu bildirilmektedir. Et sanayinde kullanılan temizlik sistemlerinin; yerinde, makinayla, elle, köpükle, basınçla yapılan temizlik, suya yatırma ve kuru temizleme olmak üzere sınıflandırıldığı belirtilmektedir (38).

Et sanayinde çeşitli yüzeylerin dezenfeksiyonunda birçok farklı dezenfektanın kullanıldığı bilinmektedir.

Tablo 9. Mezbahalarda kullanılan dezenfektan maddeler (48).

Dezenfektan madde	Konsantrasyon ve Uygulama süresi
Sabun ve deterjanlar	Katı veya sıvı, 10 dakika
Oksitleyici Bileşikler	Sodyum hipoklorit (NaOCl) : % 2–3 konsantrasyonda, 10–30 dakika Kalsiyum hipoklorit Ca (OCl) ₂ : 30g/l konsantrasyonda, 10–30 dakika
Alkaliler	Sodyum hidroksit: %2 konsantrasyonda, 10 dakika Sodyum karbonat: Susuz (Na ₂ CO ₃): % 4 konsantrasyonda, 10 dakika Soda (Na ₂ CO ₃ . 10 H ₂ O): %10 konsantrasyonda, 30 dakika
Asitler	Hidroklorik asit: %2 konsantrasyonda, 10 dakika Sitrik asit: % 0.2 konsantrasyonda, 30 dakika
Aldehitler	Gluteraldehit: %2 konsantrasyonda, 10–30 dakika Formaldehit: %8 konsantrasyonda, 10–30 dakika

Gıda işletmelerinde, kullanılan gıdanın bileşimine ve gıdaya uygulanan işlemlere bağlı olarak kir çeşitleri ve niteliklerinin değişebildiği, et işletmelerinde en yaygın olarak protein ve yağ kirlenmelerine rastlandığı bildirilmektedir. Ayrıca yıkama, kan akıtma gibi çeşitli aşamalarda ortaya çıkan kemik, et parçaları, kan gibi artık ve atıkların yüzeylerden uzaklaştırılması gerektiği fakat uzaklaştırılmadıklarında mikroorganizmalar için çok iyi üreme ortamı oluşturabildikleri bildirilmektedir (46).

Et işletmelerinde sıklıkla kullanılan dezenfektanların aktif klor bileşikleri, hidrojen peroksit, perasetik asit, iyodoforlar, KAB, asit, alkali, cresol, surfektanlar, alkol ve aldehitler olduğu belirtilmiştir (11,14).

Yapılan bir çalışmada, E. coli, Pseudomonas fluorescens ve S. aureus ile kontamine edilen paslanmaz çelik yüzeylerde sodyum hipoklorit ve perasetik asitin etkinlikleri incelenmiş ve sodyum hipokloritin analiz edilen bakteriler üzerinde daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışma sonucunda perasetik asit araştırmacılar tarafından et işletmelerinde dezenfeksiyon ajanı olarak önerilmemektedir (47).

Et sanayindeki mikroorganizma kaynaklarının, et (hasta hayvanlar, dışkı artıkları, kıl, tüy ve deri artıkları), aletler (taşıma konveyörleri, bıçak, kıyma

Tablo 10. Et işletmelerinde kullanılacak dezenfektanlar hakkında bilgiler (11).

Dezenfektanların Kullanıldığı Yerler	Kullanılan Dezenfektanlar
Hayvan taşıma araçları ve bekletilme yerleri	Orta dereceli alkali dezenfektanlar
Kesim yerleri, duvar ve yerler, soğuk hava depoları	Asitli dezenfektanlar
Etlerin parçalandığı yerler, burada kullanılan alet-malzeme ve duvarlar, kıyma makinesi (hemen imalat sonrası)	Orta dereceli alkali ve asitli dezenfektanlar
Kıyma makinasındaki kurumuş artıklar için	Kuvvetli alkali dezenfektanlar
Ambalaj makinaları	Nötral dezenfektan maddeler
Dumanlama odaları	Kuvvetli alkali dezenfektanlar
Tuzlama kapları	Orta dereceli alkali ve asitli dezenfektanlar
Pastırma kalıpları	Asitli dezenfektanlar
Bıçak, çizme	Nötral dezenfektan maddeler

makinası), katkı maddeleri (baharat, emülgatör ve stabilizatörler), ambalaj maddeleri (naylon, bağırsak), çevre (toz, toprak ve haşereler) ve insan (eller, saç ve kıllar) şeklinde sıralandığı belirtilmiştir.

Hijyen koşullarını yerine getirebilmek için bir tesiste, kesim-parçalama ve et işleme bölümlerini ayırmak gerektiği bildirilmektedir. Örneğin mezbahalarda yüzülen derinin hızlı bir şekilde çalışma ortamından uzaklaştırılması, mide, barsak gibi iç organların zedelenmeden kesilmiş hayvanın gövdesinden ayrılması, dikkat edilmesi gereken önemli konular olarak belirtilmektedir. Et işletmelerinde özel olarak çalışma koşullarına uygun, en iyi hijyen planının yapılması gerektiği bildirilmiştir (46).

Koruma Kontrol Genel Müdürlüğü tarafından, mezbahalarda kullanılan dezenfektan maddeler ile ilgili talimatnamede (madde 16) kullanılan dezenfektan maddeler belirtilmiştir (48).

Dezenfeksiyon uygulamalarında deterjan-dezenfektan kombinasyonları da kullanılabilen ve böylece de temizlik ve dezenfeksiyon işlemleri tek aşamada gerçekleştirilebilmektedir. Bu amaçla inorganik alkaliler ile hipokloritler ve KAB'lerinin, inorganik asitler ile iyodoforların, anyonik surfektanlar ile KAB'lerinin, iyonik olmayan

surfektanlar ile KAB'leri ve iyodoforların birlikte kullanıldığı belirtilmektedir (27).

Et sanayinde kullanılan alkali temizleme maddelerinin, fosfatlar, silikatlar, kompleks oluşturan maddeler, köpük önleyici maddeler, ıslatıcılar, paslanmayı önleyici maddeler ve hipoklorit gibi temizleme maddeleri şeklinde sınıflandırıldığı belirtilmiştir. Asit temizleme maddelerine katılan katkı maddelerinin ise paslanmayı önleyici katkı maddeleri, köpük önleyici katkı maddeleri ve deterjanlar olarak ayrıldığı bildirilmiştir. Temizlikte kullanılan maddelerde bazı noktalara dikkat etmek, iş kazalarını önlemek açısından büyük önem taşımaktadır. Bu aşamada dikkat edilecek hususlar, asit ve alkali maddeleri birbirleri ile karıştırmamak, temizlik maddesini suya her zaman ilave etmek ve aktif klor içeren maddeleri asitli bir madde ile karıştırmak olarak belirtilmiştir (4).

Et sektöründe temizlik işleminde en önemli nokta olan yağların uzaklaştırılmasının (yağ çeşitlerine bağlı olarak) son durulamanın sıcak su ile yapılmasına bağlı olduğu bildirilmiştir. Temizlik maddesinin 50°C'de uygulanması ve bekleme süresinin 20–25 dk. olması gerektiği bildirilmektedir. Bu süre içinde proteinler, karbonhidratlar, tuzların çözülüp, yağların emülge edileceği ve yapılan sıcak su durulaması ile ortamdan uzaklaştırılacağı belirtilmiştir. Sadece sıcak su ile yapılan bir temizlik işleminin yağların ancak %95'ni giderdiği, geride kalan %5'nin ise kontaminasyon yaratıcı bir ortam olduğu bildirilmiştir. Uygun özellikteki temizlik

maddelerinin kullanılması ile %100 temizlemenin gerçekleştirildiği ve temizlik maddesinin konsantrasyonunu artırmanın daha iyi sonuç vermediği belirtilmektedir (11).

Süt Sanayinde Temizlik ve Dezenfeksiyon

Süt sanayinde ürün kalitesini artıran en önemli faktör bilinçli tasarlanmış ve programlı uygulanan bir hijyen sistemidir. Günümüzde gıda ve süt sanayinde bilinçsizlik ve eğitimsizlikten kaynaklanan yanlış uygulamalar kaliteyi bozabilmekte ve tehlikeli durumlar yaratabilmektedir. Gıda ürünlerinin patojen ve saprofit mikroorganizmalar ile bulaşma riskini azaltmak için üretim sırasında ve sonrasında düzenli olarak temizlik ve dezenfeksiyon işlemi yapılması gereklidir (4,5,49).

Süt endüstrisinde temizlik ve dezenfeksiyonun amacının, ortamdaki kirin tamamıyla yok edilmesi olduğu bildirilmiştir. Kullanılan temizlik maddelerinin; alet ve malzemede korozyona yol açmaması, personel sağlığı açısından sakıncalı olmaması ve kötü kokuları içermemesi gerektiği belirtilmektedir (50). Süt endüstrisinde yapılan temizliğin kir maddelerinin buldukları yüzeylerden ayrılması ve temizlik solusyonu tarafından alınması şeklinde gerçekleştirildiği bildirilmiştir (8,51).

Süt işletmelerinde yapılan temizliğin mekanik ve kimyasal temizlik olmak üzere sınıflandırıldığı bildirilmektedir. Yapılan temizlik uygulamaları şu şekilde belirtilmiştir (15).

Tablo 11. Süt endüstrisinde temizlik ve dezenfeksiyonda uygulanan termik ve kimyasal işlemlerin temel özellikleri (15).

Süt endüstrisinde uygulanan işlemler	Avantajlar ve kullanılan dezenfektanlarda aranan kriterler
Termik işlem	Avantajları İstenilen sıcaklık derecelerine ulaşılır. Sıcaklık metal aksamda korozyona neden olmaz. Sıcaklık derecesi ve etki süresine bağlı olarak mikroorganizmalara etkili olur. Isı işleminde artık madde oluşumu söz konusu değildir. Isı işlemi su veya buharla gerçekleştirilir. 75–95 °C'deki sıcak suyun kapalı boru sisteminde dolaştırılması ile gerçekleştirilir.
Kimyasal işlem	Süt endüstrisinde kullanılan deterjan ve dezenfektanlarda aranan kriterler; Etki alanı Etki süresi Kokusu Materyele etkileri Artık bırakma durumu Toksik özellikleri

Tablo 12. Süt endüstrisinde kullanılan bazı dezenfektanlar (38).

Madde	Formülü	Aktif Grup
Klorintrisodyum fosfat	(Na ₃ PO ₄ ·12H ₂ O)NaOCl	Klor
1,3-dikloro-5,5-dimetil hidantoin	C ₅ H ₆ Cl ₂ N ₂ O ₂	Klor
Sodyum dikloro iso siyanurat	NaC ₃ N ₃ O ₃ Cl ₂	Klor
Perasetik asit	CH ₃ COOH	Oksijen
Hidrojen Peroksit	H ₂ O ₂	Oksijen
Benzolalkonium klorür	C ₁₂ H ₂₅ N(CH ₃) ₂ CH ₇ Cl	Kuarterner amonyum bileşikleri (QAC)
n.Hekzadesil trimetil amonyum bromit	[CH ₃ (CH ₂) ₁₅ N(CH ₃) ₃]Br	Kuarterner amonyum bileşikleri (QAC)
Amfoterik yüzey aktif maddeler	R(NH) _n (CH ₂) _n COOH	Amfoterik maddeler
Asidik yüzey aktif maddeler	RSO ₃ Na	Düşük pH'da anyonik sürfektanlar

R- değişik zincir uzunluğuna sahip alkil radikalleri

Tablo 13. Süt sanayinde yapılan temizlik ve dezenfeksiyon uygulamalarının sınıflandırılması (5,6).

Süt sanayinde yapılan uygulamalar	
1. Sağım sırasında yapılan işlemler	a. Ön yıkama b. Esas temizlik c. Dezenfeksiyon d. Durulama
2. Taşıma sırasında yapılan işlemler	a. Temizlik b. Dezenfeksiyon
3. Sütün işlenmesi ve ürün haline dönüştürülmesiyle ilgili bölümlerde yapılan işlemler	a. Ön yıkama b. Alkalilerle yıkama c. Su ile yıkama d. Asitlerle yıkama e. Su ile durulama

a. Mekanik temizleme

1. Yerinde yapılan temizlik: Cleaning in place (CIP) adı verilen bu temizleme yönteminin, makina ve aletleri oluşturan kısımların ayrılarak gerçekleştirildiği bildirilmiştir (21,52,53).

a. Kapalı sistemlerde uygulanan sirkülasyon temizliği

b. Temizlik maddesinin püskürtülerek düşük basınç altında alet ve gereçlere uygulama yöntemi

c. Yüksek basınç altında temizlik maddesinin püskürtülmesi yöntemi

2. Tesisatın, alet ve gereçlerin kısmen veya tamamen sökülmesinden sonra uygulanan temizlik (54).

b. Kimyasal temizleme

Kimyasal temizlikte, mekanik olarak giderilemeyen yüzeyler üzerine etkili olan kirlerin ortadan kaldırılmasının amaçlandığı belirtilmektedir. Süt endüstrisinde dezenfeksiyonun kimyasal ve termik işlemlerle veya her iki işlemin birlikte uygulanması şeklinde gerçekleştirildiği bildirilmiştir (15).

Süt işletmelerinde patojen ve saprofit mikroorganizmaların sayısını azaltmak için temizlik işleminden hemen sonra sanitasyon amacıyla bazı dezenfektan maddelerin kullanılması veya fiziksel sanitasyon tekniklerinin uygulanması gerektiği belirtilmektedir. Bu amaçla termal (buhar, sıcak su) işlemlerden yararlanılacağı gibi kimyasal yollarda dezenfeksiyon işlemi gerçekleştirilebilmektedir. Günümüzde gelişen teknolojiler ile birlikte oldukça etkili kimyasal dezenfektanların gıda ve özellikle süt endüstrisinde kullanıldığı bildirilmiştir (55). Süt endüstrisinde kullanılan kimyasal dezenfektanların başlıcaları şunlardır:

1. Kuarterner Amonyum Bileşikleri
2. İyotlu ve klorlu bileşenler (Halojenler)
3. Fenol ve türevleri
4. Deterjan ve dezenfektan özelliklere sahip amfoterik bileşikler (Biquanidinler)
5. Peroksitler (20, 22, 33, 36).

Alkali temizleyicilerin önceden süt endüstrisinde hipoklorit ilavesi ile kullanıldığı, daha sonra alkali maddelere kuarterner amonyum bileşikleri katılması sonucu yeni kombinasyonlar oluşturulduğu belirtilmiştir. Ama bu kombinasyonların temizlik ve dezenfeksiyon açısından olumlu sonuçlar vermediği bildirilmektedir. Fosforik asit, asit ortamda etkili olan KAB ile karıştırılmak suretiyle kombine bir temizlik ve dezenfeksiyon maddesi oluşturulmuştur. Bu kombinasyonla, asitlere duyarlı *Pseudomonas* spp., koliform bakteriler ve alkaligenes grubu bakterilere karşı başarılı sonuçlar alındığı ancak mayalar ve küfler üzerine olan etkisinin yeterli görülmediği belirtilmiştir (22, 33).

Süt endüstrisinde uygulanan temizlik ve dezenfeksiyon uygulamalarının çeşitli şekillerde yapıldığı bildirilmiştir (5,6,56).

Temizlik maddesi olarak % 0,2-2'lik sodyum hidrosit, % 0,5-2'lik nitrik asit kullanıldığı bildirilmiştir. Sıklıkla kullanılan temizlik maddelerinin, asit ve alkali karakterli dezenfektanlar olduğu, süt taşlarının oluşumunun önlenmesi için alkali ve asit temizleyicilerin kullanılması gerektiği belirtilmektedir (5).

Süt işletmelerinde, paslanmaz çelik borulardan geçen 4°C'deki sütte *Listeria spp.*'nin 20 dakikada yüzeye tutunabildiği bildirilmiştir. *Listeria* türlerinin meydana getirdiği biyofilm tabakasının hipoklorit aside dirençli olduğu belirtilmiştir. Hipoklorit asitin, *Listeria* türlerine karşı, bakterinin hücre duvarı yapısını bozması ve etkili bir glikoprotein parçalayıcısı olması nedeniyle, KAB ve iyodoforlardan daha fazla etkili olduğu bildirilmiştir (32).

Süt işletmelerinde, *L. monocytogenes*'in dezenfektanlara karşı dayanıklılığını, yapışma yüzeyinin etkilediği bildirilmiştir. Yapılan çalışmalarda, paslanmaz çelik yüzeyine yapışan bakterilerde dezenfektanlara karşı direnç kaybı meydana geldiği, biyofilm oluşturan *L. monocytogenes*'in ise daha dirençli olduğu belirtilmiştir (28,57).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Kaliteli ve güvenli bir gıda üretimi için, gıda işletmelerinde yapılması gereken ilk uygulama temizlik ve dezenfeksiyondur. Temizlik ve dezenfeksiyonun hedefi, mikroorganizmaların kontaminasyonunu önlemek veya tolere edilebilir düzeylere çekerek ileri üretim aşamalarına bulaşmasını kontrol altında tutmak veya engellemektir. Bu nedenle dezenfeksiyon işleminin istenilen amaca hizmet etmesi açısından dikkat edilmesi gereken en önemli noktalardan bir tanesi uygun dezenfektan seçimidir. Dezenfektanın insan ve çevre sağlığı için tehlike unsuru oluşturmaması, etki süresi, dozu ve miktarının uygun seviyelerde olması, kolay ve ekonomik olması gerekmektedir. Bu özelliklerin yanı sıra göz önünde bulundurulması gereken en önemli bir diğer husus ise dezenfektanın uygulandığı yüzeyde bulunabilecek mikroorganizmalar ve bunların dezenfektanlara karşı duyarlılık derecesidir. İlgili nedenlerden dolayı dezenfektan seçiminde işletmeye özgü mikroorganizma türleri hatta suşları belirlenmeli ve dezenfektanların etkinlikleri bunlara karşı test

edilerek dezenfektan seçimine gidilmelidir. Bu noktada dezenfektanların mikroorganizmalar üzerindeki etkinliklerinin belirlenmesinde kullanılan yöntemin seçilmesi de, etkili bir kullanım açısından önem taşımaktadır.

Gıda işletmelerinde temizlik ve dezenfeksiyon bir bütün olarak ele alınmalı, işletme-üretim-depolama-dağıtım evrelerinde özellikle personel-ekipman-altyapı bazında ihmal edilmeden uygulanması gerekmektedir. Buna göre, işletmede Standart Sanitasyon Uygulama İşlemleri temizlenecek ve sanitize edilecek yüzeyler, bu işlemin nasıl ve hangi personelle yapılacağı ayrı ayrı belirlenmeli, tarif edilmeli, kayda geçirilmeli; işletmedeki tüm personel hijyen ve sanitasyon konusunda eğitilmelidir.

Sonuç olarak, zamanında ve gerekli şartlar gözetilerek yapılan temizlik ve dezenfeksiyon uygulamaları, işletmeye sağlayacağı ekonomik avantajların yanı sıra, insan sağlığının korunmasında da aldıkları önemli rollerden dolayı, özellikle bir gıda işletmesi açısından, ciddi ve vazgeçilmez unsurlardır.

KAYNAKLAR

1. Crawford LA. A comparison of commonly used surface disinfectants: Alcohol phenol, chlorine-, and quaternary amine-based disinfectants. *J. Food Appl Microbiol.* 2002; 58: 805-832.
2. Gibson H, Taylor JH, Hall KE, Holah JT. Effectiveness of cleaning techniques used in the food industry in terms of the removal of bacterial biofilms. *J. Appl. Microbiol.* 1999; 87: 41-48.
3. Dornseiffen JW. Residue aspects of disinfectants used in the food industry. *Int. Biodeter. and Biodeg.* 1998; 41: 309-312.
4. Harper JW, Spillan M. Cleaning compounds: characteristics and functions, Department of Food Science and Technology. *J. Appl. Microbiol.* 2004; 6: 63-75.
5. Orth R. The importance of disinfection for the hygiene in the dairy and baverage production. *Int. Biodeter. and Biodeg.* 1998; 41: 201-208.
6. Palmer J. Detergent and disinfectants residues and contaminants in milk and milk products. Belgium. *IDF Special Issue 9101*, 1991, p. 173-189.
7. Maris, P. Regulatory procedures for disinfectants in Europe. *Int. Biodeter. and Biodeg.* 1998; 41: 297- 301.
8. Metin M, Öztür GF. Süt İşletmelerinde Sanitasyon (Temizlik ve Dezenfeksiyon). E.Ü. Ege Meslek

- Yüksek Okulu Yay. No: 17. İzmir. E.Ü. Basımevi, 1995.
9. Exner M, Tuschewitzki GJ, Scharnagel J. Influence of biofilms by chemical disinfectants and mechanical cleaning. *Hygiene*. 1987; 183: 549–563.
 10. Mannaert P. Detergents and disinfectant. *J. Food Prot.* 1979;113: 57-62.
 11. Öztan A. Et bilimi ve teknolojisi. Ankara. Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi yayınları yayını no :19, 1993.
 12. Barron W. Disinfection and disinfectant. *J. Dair. Sci.* 1988; 53(7):30.
 13. Arda M. Temel mikrobiyoloji. İkinci baskı. Medisan Yayın Serisi, 1997, p. 80-103.
 14. Bredholt S. Microbial methods for assessment of cleaning and disinfection of food-processing surfaces cleaned in a low-pressure system. *Eur. Food Res. Tech.* 1999; 209: 145-152.
 15. Gaskin J, Mayerholdz, GW. Disinfectants and disinfection: A guide to reducing disease builtup. *J. Appl. Microbiol.* 2004, p. 45-93.
 16. Wei CI, Cook DL, Kirk JR. Disinfectant used in the food processing Industry. *J. Food. Prot.* 1985; 39(1): 107.
 17. Klingeren B, Koller W, Bloomfield SF, Bohm R, Cremieux A, Holah J. Assessment of the efficacy disinfectants on surface. *Int. Biodeter. and Biodeg.* 1998;41: 289-296.
 18. Dancer BN, Power EGM, Russell AD. Alkali-reduced revival of *Bacillus* spores after inactivation by glutaraldehyde. *J. Food Prot.* 1989; 57: 345–348.
 19. Andrade NJ, Bridgeman TA, Zottola EA. Bacteriocidal activity of sanitizers against *Enterococcus faecium* attached to stainless steel as determined by plate count and impedance methods. *J. Food Prot.* 1998; 61(7):833-838.
 20. Anon. Disinfection and disinfectants. 2007. Erişim: http://www.unilevel.com/Patents100/Yr2004/Feb2004/021704/6692757_Biocidal021704. m. Erişim tarihi: [01.05.2008].
 21. Tuthill AH, Avery RE, Covert RA. Dairy, Food and Environmental Sanitation. *J. Food Prot.* 1997; 17: 718.
 22. Janowska J, Krzwicka H, Zarzycka E. The Effect of the Temperature on The Bacteriocidal Activity of Certain Disinfectants. *Roczniki Panstwowego Zakladu Higieny.* 1994; 45(3): 237-240.
 23. Kaşgar HŞ, Çotuk A. Bakteriler Üzerine Değişik Dezenfektanların Etkisinin Zamana Bağlı Olarak İncelenmesi. *Biyoteknoloji (KÜKEM) Dergisi*, XI. KÜKEM-Biyoteknoloji Kongresi Özel Sayısı. 1999; 23(2): 85-90.
 24. Korich DG, Mead JR, Madore MS, Sinclair NA, Sterling CR. Effects of ozone, chlorine dioxide, chlorine and monochloramine on *Cryptosporidium parvum* oocyst viability. *Appl. Environ. Microbiol.* 1990; 56: 1423–1428.
 25. Yıldırım Y, Dırdıoğlu B. Ülkemizde imal edilen dezenfeksiyon maddesi zefiran'ın gıda iş yerlerinde kullanılabilme olanakları üzerine araştırmalar. *İstanbul Üniv. Vet. Fak. Derg.* 1975; 1(1): 53-66.
 26. Bower CK. Protein antimicrobial barriers to bacterial adhesion. *J. Dair. Sci.* 1998;81: 2771-2778.
 27. Aase B, Sundheim G, Langsrud S, Rorvik L. Occurrence of and possible mechanism for resistance to a quaternary ammonium compound in *Listeria monocytogenes*. *Int. J. Food Microbiol.* 2000;62: 57-63.
 28. Carpenter B, Erf O. Biofilms and their consequences, with particular reference to hygiene in the food industry. *J. Appl. Bacteriol.* 1993; 75: 499–511.
 29. Joseph B. Biofilm formation by *Salmonella* spp. on food contact surfaces and their sensitivity to sanitizers. *Int. J. Food Microbiol.* 2001;64: 367-372.
 30. Fitzgerald KA, Davies A, Russell AD. Sensitivity and resistance of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* to chlorhexidine. *Lett. Appl. Microbiol.* 1993; 14: 33-36.
 31. Sundheim G, Langsrud S, Heir E, Holck AL. Bacterial resistance to disinfectants containing quaternary ammonium compounds. *Int. Biodeter. and Biodeg.* 1998; 41: 235-239.
 32. Hood SK, Zottola EA. Biofilms in food processing. *Food Control.* 1995; 6: 9–18.
 33. Wirtanen G, Aalto M, Harkonen P, Gilbert P, Mattila-Sandholm T. Efficacy testing of commercial disinfectants against foodborne pathogenic and spoilage microbes in biofilm-constructs. *Eur. Food Res. Technol.* 2001; 213: 409–414.
 34. Langsrud S, Sidhua MS, Heir E, Holck AL. Bacterial disinfectant resistance a challenge for the food industry. *Int. Biodeter. and Biodeg.* 2003; 51: 283-290.

TAF Preventive Medicine Bulletin, 2009: 8(1)

35. Russell AD, Gould GW. Resistance of Enterobacteriaceae to preservatives and disinfectants. *J. Appl. Bacteriol.* 1988; 65:167-195.
36. Toyoda M, Ito Y, Iwaida M, Utsugi Y, Ohashi M, Fujii M. Simple and rapid determination of hydrogen peroxide contained in milk by use of an oxygen electrode. *N.Z.J. Dair. Sci. Techn.* 1982; 17: 41-46.
37. Jones MV, Herd TM, Christie HJ. Resistance of *Pseudomonas aeruginosa* to amphoteric and quaternary ammonium biocides. *J. Appl. Bacteriol.* 1989; 58: 49-61.
38. Russell AD. Mechanisms of bacterial resistance to biocides. *Int. Biodeter. and Biodeg.* 1995; 36: 247-265.
39. Şenel Y, Başoğlu F. Gıda İşletmelerinde Kullanılan Bazı Dezenfektanların Mikroorganizmalar Üzerine Etkileri. *Ulud. Üniv. Zir. Fak. Derg.* 2002; 16: 105-115.
40. Ogase HI, Nigai K, Kameda S, Kume S. Identification and quantitative analysis of degradation products of chlorhexidine with chlorhexidine-resistant bacteria with three-dimensional high performance liquid chromatography. *J. Appl. Bacteriol.* 1992; 73: 71-78.
41. Dowds BC, Murphy P, Mcconnell DJ, Devine KM. Relationship among oxidative stress, growth cycle, and sporulation in *Bacillus subtilis*. *J. Appl. Bacteriol.* 1987; 169: 5771-5775.
42. Morris JG et al. *Vibrio cholerae* O1 can assume a chlorine-resistant rugose survival form that is virulent for humans. *J. Infect. Dis.* 1996; 174: 1364-1368.
43. Reybrouck G. The testing of disinfectants. *Int. Biodeter. and Biodeg.* 1998; 41:209-215.
44. WHO. 2004. Laboratory Biosafety Manual. http://www.who.int/csr/delibepidemics/WHO_CDS_CSR_LYO_2004_11/en/. Erişim tarihi: [05.04.2008].
45. Bower CK, Daeschel MA. Resistance responses of microorganisms in food environments. *J. Food Microbiol.* 1999; 50: 33-44.
46. Temiz A. Gıda İşletmelerinde Hijyen ve Sanitasyon. Gıda Denetçisi Eğitimi Semineri. Ankara. T.C. Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, 2001, p. 19.
47. Rossoni EMM, Gaylarde CC. Comparison of sodium hypochlorite and peracetic acid as sanitising agents for stainless steel food processing surfaces using epifluorescence microscopy. *J. Food Microbiol.* 2000; 61: 81-85.
48. Anon. Bulaşıcı Hayvan Hastalıkları ile Mücadelede Temizlik ve Dezenfeksiyon Uygulama Talimatı. 1989. http://www.kkgm.gov.tr/talimat/dezenf_uygulama.html Erişim tarihi: [09.05.2008].
49. Zoltay PT, Zottola EA, McKay LL. Sanitizers and disinfectant used in the food Processing Industry. *J. Food Prot.* 1981;44: 204.
50. Bulinski R, Marzec Z, Koktyz N. Determination of iodine in milk and milk products. *Roczniki Panstwowego Zakladu Higieny.* 1988; 39: 198-202.
51. Francke AA, Bruhn JC, Osland RB. Factors affecting iodine concentration of milk of individual cows. *J. Dair. Sci.* 1983; 66: 997-1002.
52. Tamime AY, Robinson RK. *Yoghurt. Science and Technology.* Second Edition. England. Woodhead Publishing, 1999, p. 619.
53. Zall RR. Disinfection and sanitizers. In *Dairy Microbiology Vol. 1.* 2nd Edition, London. Ed. by Robinson RK. Elsevier Applied Science Publishers, 1990, p. 115-161.
54. Timperley DA, Hastings APM, De Goederen G. Disinfectant used in the milk processing Industry. *J. Soc. Dair. Techn.* 1994; 47: 44.
55. Sheldrake RF, Hoare RJT, Chen SC, Phillips J. Post-milking iodine teat skin disinfectants. 3. Residues. *J. Dair. Researc.* 1980; 47: 33-38.
56. Rasic JL, Kurman JA. *Yoghurt: Scientific Grounds, Technology. Manufacture and Preparations.* Copenhagen. Technical Dairy Publications House, 1978, p. 426.
57. Dunsmore DG, Stannard DJ, Heyes IH. Quaternary ammonium compound sanitizers in milk. *N.Z.J. Dairy Sci. Tech.* 1978; 13: 49-53.