

Mikroorganizmaların Gıda İşletmelerinde Kullanılan Dezenfektanlara Karşı Direnci

*Dr.Dilek KESKİN**
*Yrd.Doç.Dr.Filiz KÖK***

Gıda sanayiinin amacı kaliteli ve sağlık açısından güvenli ürünler üreterek tüketicilere sunmaktır. Kaliteli ve daha sağlıklı ürünlerin üretimi, kaliteli ham madde ve iyi bir teknolojinin yanında işletmeye uygun bilinçli bir hijyen ve sanitasyon programının uygulanmasıyla gerçekleştirilebilir.

Amerika Birleşik Devletlerinde(ABD) her yıl 24-81 milyon gıda kaynaklı hastalığın ortaya çıktığı; bunun sonucu olarak tedavi giderleri ve verimlilik kaybı nedeniyle tahmini olarak 5-12 milyar dolar harcama yapıldığı belirtilmektedir. Bununla birlikte uzmanlar gıda kaynaklı hastalıkların gerçekte daha fazla olduğunu ama raporlara geçmediğini bildirmektedir Ülkemizde de oldukça fazla sayıda gıda kaynaklı hastalık ve zehirlenmelerin varlığı da bir gerçektir¹.

Mikroorganizmaların bulaşması ve bunun sonucu oluşan olumsuzlukların önlenmesinde temizlik ve dezenfeksiyonun büyük rolü vardır. Ülkemizde dezenfektan kullanımı gittikçe artmaktadır. Bu dezenfektanların doğru şekilde kullanılmaması sonucu çevre kirliliği artmakta ve maliyetleri de çok yükselmektedir. Bunu önlemek amacıyla dezenfektanların özelliklerini, etkilerini ve doğru kullanımlarını öğrenmek gerekmektedir.

Türk Gıda Kodeksine göre dezenfeksiyon; gıda maddelerinin kirlenmesini önlemek amacıyla, gıda maddesinin özelliklerini etkilemeden fiziksel, kimyasal yollarla ortamdaki mikroorganizmaların arındırılması işlemidir².

Dezenfeksiyon işleminde kimyasal dezenfeksiyon yanında buhar, sıcak su uygulamaları, radyasyonla dezenfeksiyon yöntemleri de uygulanmaktadır³.

*Adnan Menderes Üniversitesi Çine Meslek Yüksekokulu, Çine/AYDIN

** Adnan Menderes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, AYDIN

İdeal bir Dezenfektanda Bulunması Gereken Özellikler

Genellikle dezenfeksiyon için tercih edilecek kimyasal ajandan ideal bir dezenfektanın taşınması gerekli özelliklerin büyük kısmına sahip olması beklenir. Bu özellikler arasında en fazla arananlar, hızlı etkili olması, toksik olmaması, organik ajanlarla inaktive edilmemesi, ucuz olması, uygulanacağı eşyaya zarar vermemeli ve çevreye zarar vermemesidir⁴.

Dezenfeksiyonu Etkileyen Faktörler

Dezenfeksiyonu etkileyen faktörlerin iyi bilinmesi; bu konudaki doğru seçimin ve uygulamanın yapılmasını dolayısıyla da enfeksiyon riskini minimize etmeyi sağlar. Bunlar; dezenfektanın tipi, kullanım konsantrasyonu, temas süresi, ortamın pH'sı, ısısı, ortamda organik maddelerin varlığı ve miktarı, nesnenin yapısı, nisbi nem ve suyun sertliği ile mikroorganizmanın yapısı, miktarı, üreme periyodu gibi mikroorganizmaya bağlı faktörlerdir. Dezenfeksiyona maruz kalan nesnenin düzgün, porsuz bir yapıya sahip olması etkiyi artırırken; yüzeylerinde çatlak, por veya eklentinin varlığı uygulamayı olumsuz yönde etkilemektedir⁴.

Mikroorganizmaların öldürülmesinde en sık başvurulan yöntem kimyasal dezenfeksiyondur. Gıda sanayinde kullanılan dezenfektanlar klor içeren dezenfektanlar, katyonik kuaterner amonyum bileşikleri ve alkol bazlı dezenfektanlardır.

Klorlu Bileşikler:

Klor içeren dezenfektanların başında sıvı klor, inorganik klor bileşikleri (hipokloritler) ile organik klor bileşikleri (kloroforlar, kloraminler) gelmektedir. Bunlar su ile reaksiyona girerek hipokloros asit (HOCl) ve HCl oluşur. HOCl bakteri hücrelerine nüfuz eder ve hücrenin bazı komponentleriyle reaksiyona girerek oksidasyona neden olur. Aktif klor bileşikleri bakterilere, mantarlara virüslere; yüksek konsantrasyonda ise küflere ve sporlara da etkilidir⁵⁻⁷. Klorlu bileşikler, geniş öldürme spektrumuna sahip, ucuz ve hafif kokuludurlar. Bununla birlikte korozif olup, dikkatsizce kullanıldığında ise çok tehlikelidirler. Organik maddelerce kolay bozulurlar. Mikroorganizmaların tümünü ≥ 20

dakikada öldürürler. Vejetatif bakteriler sporlu bakterilerden daha hassastır. 40 °C'nin üzerine çıktığında 10 dakikadan fazla 200 ppm'lik kloritli çözelti kullanmak sakıncalıdır^{8,9}. Bruce ve ark.(1994) pH 7,0 ve 20 °C'de sıcaklıkta yaptıkları bir çalışmada 0,01 ppm lik orandaki klor içeren dezenfektan kullanmışlardır. Test mikroorganizması olarak *Aerobacter aerogenes* ve *Esheria coli*'yi kullanılmışlardır. Test mikroorganizmaları 5 dakika dezenfektanın etkisinde bırakılmışlardır, bu sürenin sonunda, *Aerobacter aerogenes* % 99,8 oranında, *E.coli* ise %99,9 oranında inaktive olduğunu bildirmişlerdir¹⁰.

Katyonik kuaterner amonyum bileşikleri(QAC):

Çok iyi dezenfektanlar olup daha çok yerlerin, duvarların, eşyaların ve ekipmanların dezenfeksiyonunda kullanılır. Bu dezenfektanların etki mekanizması henüz anlaşılamamıştır. Ancak enzim inhibisyonu ve hücre elemanlarının dışarıya sızması ile ilişkili olduğu düşünülmektedir³. Kuaterner amonyum bileşikleri de çok iyi öldürme spektrumuna sahip olan hafif kokulu, organik maddeye dayanıklı, pahalı olmayan maddelerdir. Sabun ve bazı plastiklerce inaktive edilirler. Patojen mikroorganizmalar kuaterner amonyum bileşikleri için minimum inhibisyon konsantrasyonu şu şekildedir; *S.aureus* 4, *E.coli* 16, *P.aeruginosa* 64-128 µg/ ml'dir¹¹.

İyotlu bileşikler: Çok güçlü öldürme spektrumuna sahip olan, hafif kokulu maddelerdir. Fakat alkaliye dayanıklı değildirler ve organik maddelerle inaktive olurlar. Renkli, korozif ve pahalıdır. 50-70 ppm oranında maksimum 40 °C'de kullanılırlar. 40 °C'nin üzerine çıktığı zaman iyot buharlaşacağı için bakterisid etkisi azaldığı gibi korrozif etkisi artar. Mikroorganizmalara 10≤dakikada etkilidirler⁸.

Oksitleyici maddeler: Farklı gruplardaki kimyasal maddelerden olan klor dioksit, perasetik asit, hidrojen peroksit özellikle sporosidal etkileri için kullanılırlar.

Hidrojen peroksit: Oksidatif etkilidirler. Gram (-) ve gram (+) bakterilere karşı oldukça etkilidirler. Su ve oksijene parçalandığı için kullanımı sırasında

artık madde oluşmaz. Korrozif etkisi yoktur⁵.

Perasetik asit:Çok geniş öldürme spektrumuna sahip olup, çabuk etkili ve düşük toksisiteye sahiptirler. Bunun yanında kimyasal olarak dengeli olmayıp korunması zordur. %3'lük H₂O₂ ile yapılan dezenfeksiyonda D değerleri *P.aeruginosa* 0,40, *E.coli* 0,57, *S.aureus* 2,35, *Serratia marcescens* 3,86 olarak bildirilmiştir¹⁰.

Alkol bazlı dezenfektanlar: Genellikle etil alkol ve izopropil alkol kullanılır. Gıda sanayinde kullanıldığı alanlarda durulamaya gereksinim göstermemesi ve gıdalarla temas eden yüzeylerde kullanılmaya uygunluk göstermesi yönüyle tercih edilmektedir. Alkollerin sporlar üzerine bir etkisi yoktur¹². Çeşitli dezenfektanların karşılaştırılmalı genel özellikleri Tablo I'de verilmektedir.

Tablo I. Yaygın olarak kullanılan kimyasal dezenfektanların karşılaştırılmalı genel özellikleri^{3,14,15}.

ÖZELLİKLER	KLOR İÇERENLER	KAB
Bakteri sporlarına etkileri	+	--
Gr(+) bakterilere etkileri	++	++
Gr(-) bakterilere etkileri	++	-
Virüslere etkileri	++	--
Bakteriofajalara etkileri	++	--
Nötr pH'da etkinliği	+	+
Penetrasyonları	+	++
Korozif özellikleri	--	++
Deride tahriş etkisi	--	++
Raf ömürleri	--	++
Stabilite	--	++
Ürün üzerine olumsuz etkileri	--	+
Fiyatları	++	--

++:çok iyi +: İyi -:kötü --:çok kötü

Alkoller bakteriyostatik olmaktan çok bakterisittirler ve sadece sporsuz, vejetatif mikroorganizmalara etkilidirler. Mutlak alkolün öldürücü etkisi az olmasına karşın % 60-70'lik etil alkolün etkisi daha fazladır. Uçucu olduğu için uygulandıktan sonra hemen kuruması nedeniyle kalıcı bakterisidal etki bulunmaz.¹³ Mikroorganizmalara 10≤dakikada etkilidirler⁴.

Gıda sanayinde kullanımı hızla artan dezenfektanlar gıda kaynaklı patojen mikroorganizmalar üzerine etkili olabilmektedir. Gıda fabrikalarında en sık rastlanan ve gıda kaynaklı hastalıklara yol açan mikroorganizmaların başında *Esherichia coli*, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Enterobacter aerogenes*, *Bacillus cereus* ve *Pseudomonas aeruginosa* gelmektedir.

Gıda kaynaklı hastalıklarda büyük rol oynayan *Esherichia coli* gıda zehirlenmeleri dışında idrar yolları enfeksiyonlarının ve sistitin en önemli nedenidir. Bundan başka sinüzit, prostat iltihabı, kemik iliği iltihabı, kalp zarı iltihabı ve beyin abseleri gibi çok çeşitli enfeksiyonlarda da *Esherichia coli*'ye rastlanmaktadır¹⁶⁻¹⁸.

Enterobacter aerogenes, sık sık hastanede yatan hastalarda ve antibiyotik tedavi görenlerde rastlanmaktadır. Yaralar, yanıklar, solunum enfeksiyonlarda ve üriner sistem enfeksiyonlarında görülmektedir¹⁶⁻¹⁸.

Staphylococcus aureus, insanlarda menenjit, ekzama, ergenlik sivilceleri, iltihaplar, yaralar, çıiban, deri kangreni, akciğer iltihabı, kemik iliği iltihabı, üriner sistem enfeksiyonlarına ve eklem romatizmalarına neden olmaktadır. Ayrıca *Staphylococcus aureus* suşlarının bir çoğu intoksikasyonlara neden olmaktadır¹⁶⁻¹⁹.

Enterococcus faecalis, bağırsaklarda, cerrahi yaralarda, karın bölgesi ve doğum öncesi enfeksiyonlara ve iç kalp zarı iltihabına sebep olmaktadır²⁰.

Bacillus cereus, enfeksiyonları bağırsak sistemi enfeksiyonları ve bağırsak sistemiyle ilgili olmayan enfeksiyonlar, göze ait enfeksiyonlar ve yara enfeksiyonları, merkezi sinir sistemi enfeksiyonları ve kalp iç zarı iltihaplarıdır^{16,18,21}.

Pseudomonas aeruginosa, lokal iltihaplarla birlikte bazen ölümle sonuçlanan enfeksiyonlara, özellikle menenjite neden olmaktadır. Göz

enfeksiyonları, kalp zarı iltihabı, solunum yolları enfeksiyonları, merkezi sinir sistemi enfeksiyonları, kulak iltihabları ve idrar yolları enfeksiyonlarına sebep olabilmektedir²²⁻²⁵.

Mikroorganizmaların Dezenfektanlara Karşı Direnci

Farklı mikroorganizmaların, antiseptik ve dezenfektanlara karşı cevabı oldukça farklıdır. Antiseptik ve dezenfektanların yaygın kullanımı mikroorganizmaların direncine yol açar¹². Mikroorganizmaların yapısal farklılıkları, miktarları ve buldukları üreme periyodu, dezenfektanlara duyarlılıkları farklı boyutlarda etkileyebilmektedir. Bu husus dikkate alındığında dezenfektanlara karşı gözlenen direnç sıralaması, bakteri endosporları, mikobakteriler, zarfsız veya küçük viruslar, mantarlar, vegetatif bakteriler ve zarflı veya orta boy virüs şeklindedir. Tablo II'de ise mikroorganizmaların direnç mekanizmasının temeli verilmiştir.

Tablo II. Mikroorganizmaların Direnç Mekanizmasının Temeli¹¹.

Direnç Tipi	Örnekler	Direnç Mekanizması
Geçirgenlik Gram negatif Bakteriler	KAB; Triklosan, Diaminler	Antiseptik veya dezenfektanın alımı dış zarı engeller. Glikokaliks de karışabilir
Mycobacteria	Klorhegzidin, KAB,	Mumsu hücre duvarı yeterli biositin girişini önler
Bakteriyal sporlar	Klorhegzidin, KAB, Fenolik bileşikler	Spor kılıfı ve korteks antiseptik ve dezenfektanların içeriye girmesine engel olur.
Gram pozitif bakteriler	Klorhegzidin	Glikokaliks/ mukoekzopolisakkarit, antiseptiğin difüzyonunun azalmasıyla ilişkilidir.

Antiseptik ve Dezenfektanlara Karşı Bakteriyal Direnç

Mikobakterilerin, spor oluşturmayan bakterilerin ve bakteriyal sporların antibakteriyal ajanlara karşı cevabı farklıdır²⁶⁻²⁸. Bakterilerin direnci ya doğal direnç yada kazanılmış dirençtir.

Doğal direnç: Kromozomal genlerle ifade edilmekte olup Gram negatif bakteriler, mikobakteriler ve bakteriyal sporlarda görülür. Germisidlere karşı

gözlenen bu direnç farklılığında bakterinin dış tabakasının kimyasal bileşimi ve yapısının etkisi önemli olmakla birlikte, doğal dirençte bakterilerin glikokaliks, biyofilm ve slime oluşturabilmelerinin rolü de oldukça önemlidir.^{26,27,29-32}

Kazanılmış direnç: Bu olay mutasyonla genetik materyalin (plazmid, transpozon) bir başka hücreden kazanılması ile ortaya çıkar. Mutasyona bağlı edinsel direnç, söz konusu germisidin kademeli olarak artan konsantrasyonlarına maruz kalınmasına bağlıdır.

Gram negatif bakteriler, genellikle antiseptik ve dezenfektanlara karşı spor oluşturmeyen bakteriler ve mikobakteriyal olmayan gram pozitiflere göre daha dirençlidirler. Özellikle gram negatif bakterilerden *P.aeruginosa*, *P.cepacia*, *Proteus* sp., ve *Providencia stuartii* çoğu antiseptik ve dezenfektanlara karşı yüksek düzeyde bir direnç gösterir⁴. *P.aeruginosa* diğer mikroorganizmalarla kıyaslandığında dış membrandaki lipopolisakkarit(LPS) ve katyon içeriğindeki farklılıktan dolayı antiseptik ve dezenfektanlara karşı yüksek seviyede direnç gösterir. Yüksek Mg⁺² içeriği, kuvvetli LPS_LPS bağlanmalarına yardımcı olur. *P.cepacia* ise antiseptik ve dezenfektanlara karşı hastane ortamında geliştiğinde, yapay kültür ortamlarındakinden daha dirençlidirler¹¹.

Basset (1971) yaptığı çalışmada *P.cepacia* klorhegzidin glukonatin % 0,05'lik konsantrasyonunun 1/30'luk distile suda seyreltilmesiyle elde edilen karışıma adapte olmuştur. Aynı organizma aynı konsantrasyondaki çeşme suyunda ise canlılığını devam ettirememiştir. Aynı çalışmada *P.aeruginosa* ve *P.cepacia* birlikte kıyaslandığında ise *P.cepacia*'nın ise klorhegzidin glukonata karşı daha dirençli olduğu bulunmuştur³³.

Bilindiği gibi gram negatif bakteriler, gram pozitif bakterilere kıyasla antiseptik ve dezenfektanlara karşı daha dirençlidirler. Tablo III'de bu durum gösterilmektedir³⁴.

Tablo III.. Gram negatif ve gram pozitif bakterilere karşı bazı antiseptik ve dezenfektanların MİK değerleri

Kimyasal ajan	<i>S.aureus</i>	<i>E.coli</i>	<i>P.aeruginosa</i>
Benzalkonium klorit	0,5	50	250
Benzetonium klorit	0,5	32	250
Setrimid	4	16	64-128
Klorhegzidin	0,5-1	1	5-60
Fenol	2,000	2,000	2,000
O-fenilfenol	100	500	1,000
Proaminizotiyonat	2	64	256
Dibromoproamin izotiyonat	1	4	32
Triklosan	0,1	5	>300

Kaynaklar

1. Anonim.1988, Bacteria Associated With in foodborne Diseaases. Food Technology. A Scientific Status Summary by The Institute of Food Technologist Expert Panel on Food Safety, p.181.
2. Anonim. 1997, Dezenfeksiyon. Türk Gıda Kodeksi. T.C. Resmi Gazete Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü, Sayı 2378.
3. Metin, M., Öztürk F. Süt İşletmelerinde Sanitasyon. Ege Üniversitesi Meslek Yüksek okulu Yayınları no:17, İzmir, 1995.
4. Özyurt, M., Dezenfeksiyon ve Sterilizasyon Yöntemleri. Klinik Dergisi 2000; 13:41-48.
5. Arslan , A., Kök, F. Et Muayenesi ve Et Ürünleri Teknolojisi. Fırat Üniv. Vet. Fak. Ders Teksiri No: 46. Elazığ, 2000.
6. Şanlı, Y. Veteriner Klinik Farmakoloji. Medipres Yayıncılık. Ankara,1999.
7. Özenli, F., Sağlık ve Hijyen. Veteriner Hekimlikte Dezenfeksiyon ve Hastalıklara Karşı Önlemler. 1. Baskı. Mega Basım Yayın San. Ve Tic. A.Ş. İstanbul,1988.
8. Akyer,N., Gıdalarda Mikrobiyal Toksinler ve Dezenfeksiyon, Biyotek2002;2:29-32.
9. İnal, T., Süt ve Süt Ürünlerinin Hijyen ve Teknolojisi. Final Ofset, İstanbul, 1990.
10. Bruce, R., Cords, G ., Dychdala, G., Disinfection, Sterilization and Preservation, AVI publishing, Philedelphia,1994.

11. Mc Donnell, G., Russel A.D. Antiseptics and Disinfectants, Activity, Action and Resistance, Clinic. Microbiol. Rev 1999;Jan: 147-149..
12. Gürgün, V. Halkman, A.K. Mikrobiyolojide Sayım Yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No:7,1990.
13. Vural, T. Temel ve Klinik Mikrobiyoloji,(Ed. Ustaçelebi,S) Güneş kitabevi Ltd Şti,2000.
14. Temiz, A.Gıda Sanayiinde Temizlik ve Dezenfeksiyon.Gıda Sanayii 1988; 2(5):39-45.
15. Topal, ŞR. Gıda Güvenliği ve Kalite Yönetim Sistemleri. TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Gıda ve Soğutma Teknolojileri Bölümü,225 s,1996.
16. Bilgehan, H. Klinik Mikrobiyoloji-Özel Bakterioloji ve Bakteri Enfeksiyonları, Barış Yayınları,İzmir,487s,2000.
17. Mandel, G.L, Douglas R.G, Bennet JE. Principles and Practice of Infectious Diseases.3th edition.Churchill Livingstone Inc, 1990.
18. Ünlütürk, A, Turantaş, F. Gıda Mkrrobiyolojisi, Mengi Tan Basımevi,1999.
19. Kloss W.E., Schleifer K.H. Genus IV. *Stahylococcus*. Bergey's Manuel of Systematic Bacteriology.Vol 2.Edit. Sneath,P.H.A., Mair.,E.M.Sharpe., J.G.Holt.Williams&Wilkins, Baltimore USA,1013-1019, 1986.
20. Key, W , Denoon JD, Boyles S. *Enterococcus faecalis* Genome Sequenced.Disease Weekly Plus, 1997.
21. Marley, EF, Saini NK. *Bacillus cereus* Meningoencephalitis in on Adult with Acute Myelogenous Leukemia . Southern Medical Journal 1995; 88(9):968 -972.
22. Dean, O.C. Food Borne Diseases , Food Research Institute, University of Wilconsin, New York,1987.
23. Pollack, M. Mandell: Principles and Practice of Infectious Diseases , 5 th ed., Coppright Churchill Livingstone,2000.
24. Tümbay, E. *Pseudomonas aeruginosa* 'nın Tibbi ve Ekolojik Önemi. II. Ulusal KÜKEM Kongresi. İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi VI. Kurultayı, 98-103,1981.
25. Yapar, N. *P.aeruginosa*'da Beta Laktamaz Aktivitesi ve Anti Pseudomanal Ajanlara Karşı Direncin Araştırılması (Uzmanlık Tezi).Sağlık Bilimleri Enstitüsü,Bornova 153 s,1997.

26. Bloomfield, S.F, Arthur, M. Interaction of *Bacillus subtilis* Spores with Sodium Hypochloride, Sodium Dichloroisocyanurate and Chloramine. Journal of Applied Bacteriology 1992;72: 166-172.
27. Chopra, I. Bacterial Resistance to Disinfectants, Antiseptics and Toxic Metal Ions. Soc. Appl.Bacteriol. Tech.Ser 1991; 27:45-64.
28. Russel, A.D. Chemical Sporocidal and Sporostatic Agents, Clinical Microbiol Rev 3: 99-119,1991.
29. Hugo, WB..The Degradation of Preservatives by Micro-organisms. Int. Biodeterior. Biodegrad 1991;27:185-194.
30. Russel, A.D. Mechanism of Bacterial Resistance to Biocides. International Biodeterior.Biodegrad 1995; 36:247-265.
31. Russel, A.D, Chopra I. Understanding Antibacterial Action and Resistance , 2nd. Ed.Ellis Horwood, Chichester, England,1996.
32. Ogase, H, Nigai I ,Kameda K, Kume S, Ono S. Identification and Quantitive Analysis of Degredation Products of Chlorhexidine with Chlorhexidine-Resistant Bacteria with Three Dimensional High Performance Liquid Chromatography, Journal of Applied Bacteriology 1992;73:71-78.
33. Basset, D.C.J. The Efect of pH on Multiplication of a Pseudomonad in Chlorhexidine and Cetrimide , J.Clin Patho 1971; 24:708-711.
34. Russel, A.D, Gould GW. Resistance of Enterobacteriaceae to Preservatives and Disinfectants. Journal of Applied Bacteriology 1988;65:167-195.

Yazışma Adresi :

Dr.Dilek KESKİN
Adnan Menderes Üniversitesi
Çine Meslek Yüksekokulu
Çine/AYDIN