

Minimum İşlem Görmüş Sebze ve Meyvelerde Mikrobiyal Güvenlik

Dr. Halil TOSUN

Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Muradiye-Manisa

ÖZET

Son yıllarda bir çok ülkede taze sebze ve meyvelerle, minimum işlem görmüş sebze ve meyvelerin tüketiminden kaynaklanan hastalık vakalarında artış meydana gelmiştir.

Taze sebze ve meyveler patojen mikroorganizmalarla, tarlada, hasat sırasında, hasat sonrasında, işlenirken, dağıtım ve servis aşamalarında kontamine olabilmektedir.

Minimum işlem görmüş sebze ve meyvelerin tüketiminden kaynaklanan hastalıkları önlemek için tarım aşamalarında iyi tarım teknikleri (GAP) ve proses aşamalarında da iyi üretim tekniklerinin (GMP) geliştirilmesi zorunludur. Ayrıca bu tür ürünlerin tüketiminden kaynaklanan mikrobiyal tehlikeleri elimine etmek için radyasyon gibi pastörizasyon tekniklerinin veya antimikrobiyal madde uygulamalarının geliştirilmesi gereklidir.

Anahtar Kelimeler: Minimum işlem görmüş sebze ve meyveler, patojen, kontaminasyon.

THE MICROBIOLOGICAL SAFETY OF MINIMALLY PROCESSED FRUITS AND VEGETABLES

ABSTRACT

In recent years, food-borne diseases associated with the consumption of raw vegetables and fruits or minimally processed fruits and vegetables have increased in many country. Raw fruits and vegetables can become contaminated with pathogenic microorganisms while growing in fields or during harvesting, post-harvest handling, processing, distribution and preparation in food service.

To reduce risk for human illness associated with consumption of minimally processed vegetables and fruits, good agricultural practises (GAP) and good manufacturing practises (GMP) must be developed on each agricultural and processing steps. Also new technologies such as irradiation and other new pasteurisation processes or antimicrobial treatments must be developed to eliminate the microbial hazards associated with fresh produce.

GİRİŞ

Son yıllarda tüketicinin taze sebze ve meyve veya minimum işlem görmüş sebze ve meyvelere olan talebinin artması sonucu bu ürünlerin üretimi ve çeşitliliği artmıştır. Meyve ve sebzeler düşük yağ ve yüksek lif içerikleri ile birçok kanser türüne karşı

koruyucu, koroner kalp hastalıklarına karşı ise risk azaltıcı özelliğe sahiptir. Gerek meyve ve sebzelerin sağlığa olan yararları gerekse insanların ekonomik yapılarının iyileşmesi sonucu yeme alışkanlıklarının değişmesi ile ev dışı mekanlarda yemek yemeye başlaması, işlenmiş ve yenmeye hazır olarak satılan minimum işlem görmüş sebze ve meyvelere olan talebi artırmıştır. Günümüzde bu tür ürünler daha çok restoran, otel gibi toplu yemek yenilen mekanlarda ve hazır yemek üreten firmalar tarafından tercih edilmekte, bir kısmı da perakende sektöründe satılmaktadır.

Minimum işlem görmüş ürünler, taze sebze ve meyvelerin ısısal işlem uygulanmadan taze ve yenmeye hazır şekilde üretilmesi ile elde edilir. Bu ürünlere örnek olarak paketlenmiş karışık salatalar, lahana ve marul salataları, dilimlenmiş meyveler (dilimlenmiş kavun, karpuz veya mango gibi), doğranmış soğan, dilimlenmiş havuç ve yıkanmış ve kurutulmuş ıspanak verilebilir [1].

Ürün eldesi için, öncelikle mahsul hasat edildikten sonra kaba kirlerinden arındırılır, dış kabukları çıkarılır ve yıkanır. Yıkama suyu üründen uzaklaştırıldıktan sonra ürünün özelliğine göre dilimleme, soyma, doğrama gibi işlemler uygulanır. Daha sonra ürün paketlenir ve satışa sunuluncaya kadar buzdolabı sıcaklığında depolanır [2].

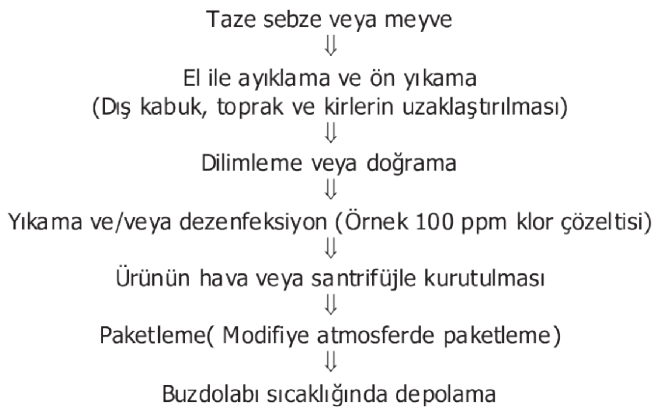
Son yıllarda taze sebze ve meyvelerle, minimum işlem görmüş sebze ve meyvelerin tüketimi sonucu gıda kaynaklı mikrobiyal hastalık vakalarında artış olduğu görülmektedir [3]. Bu tür ürünlerde bozucu bakteriler, mayalar ve küfler baskın florayı oluşturmasına rağmen patojen bakteriler, parazit ve virüsler de bulunabilir ve bu tür gıdaların tüketilmesi sonucu enfeksiyona neden olabilirler [4]. *Listeria monocytogenes*, *Clostridium botulinum* ve *Bacillus cereus* doğal olarak toprakta da bulunan patojenlerdir bu yüzden taze sebze ve meyvelerde bulunmaları şaşırtıcı değildir. *Salmonella*, *Escherichia coli* O157:H7, *Campylobacter jejuni*, *Vibrio cholerae*, parazit ve virüsler ise bu tür ürünlere kontamine gübreden, fekal kaynaklardan, artılmadan kullanılan yıkama ve sulama sularından bulaşır [5]. Evcil ve vahşi hayvanlar da patojenlerin sebze ve meyvelere bulaşmasına neden olabilir. Personel hijyenine uymayan çalışanlar da üretimin her aşamasında ürün için kontaminasyon kaynağı olabilir. Ayrıca bu tür ürünlerde, soğukta depolama ve modifiye atmosferde paketlenme işlemleri de patojen mikroorganizmalar için yeni bir ekosistem oluşturduğundan özellikle psikrotrof patojen riskini artırmaktadır [6].

Minimum işlem görmüş sebze ve meyvelerin tüketilmesi sonucu oluşabilecek hastalıkların önlenmesi için öncelikle ürünün hasat edilmesi, işlenmesi, depolanması, pazarlanması ve servise sunulması aşamalarında patojenlerle kontaminasyonun önlenmesi gerekmektedir. Ayrıca personel ve işletme hijyeninin sağlanması, tüm üretim aşamalarında sıcaklık kontrolünün yapılması da önemli noktalaradır.

Bu derlemede minimum işlem görmüş sebze ve meyvelerden kaynaklanan mikrobiyal riskler ve gıda güvenliğinin sağlanması için alınması gereken önlemler üzerinde durulacaktır.

MINİMUM İŞLEM GÖRMÜŞ SEBZE VE MEYVELERİN ÜRETİMİ

Minimum işlem görmüş sebze ve meyvelerin üretim aşamaları Şekil 1'de gösterilmiştir [2]. Öncelikle, tarladan hasat edilen üründen toprak ve çamur gibi yüzey kirleri temizlenir, varsa dış kabukları soyulur. Daha sonra ürünün özelliğine göre dilimleme, doğrama veya soyma işlemleri uygulanır ve ürün yıkanır. Ancak sadece su ile yıkama ürünün mikrobiyal yükünün azaltılmasında etkili değildir. Mikrobiyal yükü azaltmak için yıkama suyunun içine klor, sitrik asit veya askorbik asit gibi dezenfektanlar eklenebilir [7]. Yıkama işleminden sonra ürün hava veya santrifüj yardımıyla kurutulur. Kurutulmuş ürün yarı geçirgen bir ambalaj materyali kullanılarak ambalajlanır. Modifiye atmosferde paketleme ürünün raf ömrünü uzattığı için etkili bir yöntemdir. Bu yöntemde ideal oksijen düzeyi %2,5, karbondioksit düzeyi ise %3-10'dur [8]. Bu gaz düzeyinde ürünün solunumu yavaşlar, soğukta depolamanın da etkisi ile mikrobiyal aktivite azalarak ürünün raf ömrü uzar.



Şekil 1. Minimum işlem görmüş sebze ve meyvelerde üretim akış şeması [2].

TAZE SEBZE VE MEYVELERİN MİKROBİYOLOJİSİ VE PATOJEN MİKROORGANİZMALARLA BULAŞMA KAYNAKLARI

Taze sebze ve meyvelerde 10^5 - 10^7 kob/g düzeyinde bir populasyon bulunur. Bu florada toprak orijinli mikroorganizmalar baskındır. Bakteri florasının %80-90'ını gram negatif çubuklar oluşturmakta olup bu florada Pseudomonas, Enterobacter ve Erwinia türleri sıklıkla yer almaktadır. En sık izole edilen mayalar

Cryptococcus, Rhodotorula ve Candida, küfler ise Fusarium, Mucor, Rhizopus ve Penicillium'dur [2].

Bozucu bakteriler, maya ve küfler, taze sebze ve meyvelerde baskın flora olmasına rağmen patojen bakteriler, parazitler ve virüsler de bu ürünlerden izole edilmektedir. Çizelge 1'de taze sebze ve meyvelerden izole edilen patojen mikroorganizmaların örnekleri verilmiştir[9]. Shigella türleri, enterotoksijenik ve enterohemorajik E.coli, Salmonella, Campylobacter türleri, Listeria monocytogenes, Yersinia enterocolitica, Bacillus cereus, Clostridium botulinum, Hepatit A ve Norwalk gibi virüsler ile Giardia lamblia, Cyclospora cayatanensis ve Cryptosporidium parvum gibi parazitler bu tür gıdaların tüketilmesinden sonra gıda kaynaklı mikrobiyal hastalıklara neden olmaktadır [10].

Çizelge 1. Taze sebze ve meyvelerden izole edilen patojen mikroorganizmalar [9].

Ürün	Patojen	Ülke
Enginar	Salmonella	İspanya
Kuşkonmaz	Aeromonas	Amerika
Taze fasulye	L. monocytogenes	Malezya
Pancar	Salmonella	İspanya
Brokoli	Aeromonas	Amerika
Lahana	L. monocytogenes	Kanada
Lahana	E. coli O157:H7	Meksika
Lahana	V. cholerae	Peru
Lahana	Salmonella	İspanya
Havuç	Staphylococcus	Lübnan
Karnabahar	Salmonella	Hollanda
Kereviz	Aeromonas	Amerika
Salatalık	B. cereus	Amerika
Salatalık	L. monocytogenes	Pakistan
Marul	L. monocytogenes	Malezya
Marul	Salmonella	İtalya
Marul	Campylobacter	Kanada
Maydonos	Shigella	Mısır
Hazır salata	L. monocytogenes	İrlanda
Turp	L. monocytogenes	Amerika
Sebze salatası	L. monocytogenes	Almanya
Sebze salatası	Y. enterocolitica	İngiltere
İspanak	Campylobacter	Kanada

Çizelge 2'de gösterildiği gibi taze sebze ve meyveler hasat öncesi ve sonrası işlemler sırasında patojen bakterilerle bulaşabilir [5]. Toprak önemli bir bulaşma kaynağıdır çünkü Clostridium ve Bacillus sporları ile L.monocytogenes ve koliform doğal olarak toprakta da bulunan bakterilerdir. Bu bakteriler toprakla temas etmesi durumunda meyve ve sebzelere bulaşır [11]. Diğer bazı patojen bakterilerle virüsler ise fekal kaynaklı olup, lağım suları, gübreler, fekal kontaminasyona uğramış sulama ve yıkama suları aracılığıyla sebze ve meyvelere bulaşır [12]. Örneğin E. coli O157:H7 hayvan orijinli bir patojen olmasına rağmen hayvan çiftliklerinden gübreler veya yağmur suları aracılığıyla sebze ve meyve bahçelerine oradan da sebze ve meyvelere bulaşır [13]. Sulama sularında fekal bir kontaminasyonun olması Hepatit A, Norwalk virüsü veya enterovirüslerin (poliomyelitis, echovirüsler ve coxsackie virüsü gibi) meyve ve sebzelerle bulaşmasına neden

olabilir [14]. Diğer bulaşma kaynakları da vahşi ve evcil hayvanlardır. Kuşların *Campylobacter*, *Salmonella*, *V. cholerae* ve *Listeria* türlerinin yayılmasında etkili olduğu bilinmektedir. Yakın zamanlarda *E. coli* O157:H7'nin kuş dışkılarından izole edildiği bildirilmiştir [15]. Diğer bir bulaşma kaynağı da gıda işçileridir. Ürüne, tarladan servise sunulması aşamalarına kadar her aşamada temas eden personel, patojen mikroorganizmaların ürüne bulaşmasına neden olabilir. Özellikle el hijyeninin yeterli olmaması ürüne patojenlerin bulaşma riskini artırır. Minimum işlem görmüş sebze ve meyvelerin işlendiği fabrikalarda, kesme işleminde kullanılan bıçakların, çalışma yüzeylerinin, sebze ve meyvelerin yıkandığı havuzların veya makinelerin yeterince temizlenmemesi de patojen mikroorganizmaların sebze ve meyvelere bulaşmasının önemli nedenlerindedir.

Çizelge 2. Taze sebze ve meyvelerin patojen mikroorganizmalarla bulaşma kaynakları [5].

Hasat öncesi	Hasat sonrası
Dışkı	Dışkı
Toprak	Elle temas
Sulama suyu	Alet ve ekipmanlar
Gübre	Vahşi ve evcil hayvanlar
Hava	Yıkama ve durulama suyu
Vahşi ve evcil hayvanlar	Hava
Personel	Buz
	Nakliye araçları
	Yanlış depolama
	Yanlış paketlenme
	Çapraz bulaşma

MINİMUM İŞLEM GÖRMÜŞ SEBZE VE MEYVELERİN NEDEN OLDUĞU MİKROBİYAL HASTALIKLAR

Minimum işlem görmüş sebze ve meyveler güvenilir gıdalar olarak değerlendirilse de bu tür ürünlerin tüketilmesi sonucu gıda kaynaklı mikrobiyal hastalık vakalarının meydana geldiğini gösteren raporlar vardır. Çizelge 3'te bu vakalardan bazıları verilmiştir [9]. Aşağıda bu vakaların etmenleri olarak saptanmış patojen mikroorganizmalardan bazıları değerlendirilecektir.

Çizelge 3. Taze sebze ve meyve ile minimum işlem görmüş sebze ve meyvelerin tüketilmesinden kaynaklanan enfeksiyon vakaları [9].

Mikroorganizma	Ürün	Yer	Yıl
<i>C. botulinum</i>	lahana	Amerika	1987
<i>E. coli</i> O157:H7	elma cidere	Amerika	1991
<i>E. coli</i> O157:H7	marul	Amerika	1995
<i>E. coli</i> O157:H7	turp filizi	Japonya	1997
<i>L. monocytogenes</i>	lahana	Kanada	1981
<i>S. typhimurium</i>	elma cidere	Amerika	1974
<i>S. chester</i>	kavun	Amerika	1990
<i>S. javiana</i>	domates	Amerika	1990
<i>S. rubislaw</i>	portakal suyu	Amerika	1995
<i>S. flexineri</i>	meyve salatası	Amerika	1998
<i>S. sonnei</i>	marul	Norveç	1994
Colicivirus	ahududu	Finlandiya	1998
Hepatit A	ahududu	İngiltere	1983
Hepatit A	marul	Amerika	1988
Hepatit A	çilek	Amerika	1990
Norwalk	kavun	İngiltere	1987
Norwalk	yeşil salata	Amerika	1982
<i>C. cayetanensis</i>	ahududu	Kanada	1996
<i>C. cayetanensis</i>	marul	Amerika	1997
<i>Giardia lamblia</i>	taze sebze	Amerika	1992
<i>C. parvum</i>	elma cidere	Amerika	1995
<i>C. parvum</i>	karışık salata	Amerika	1992

Salmonella

Salmonella hayvan orijinli bir patojen olmakla birlikte dışkı veya lağım suları ile kontamine olmuş sulama suları aracılığıyla sebze ve meyvelere bulaşabilir. 1990 yılında Amerika ve Meksika'nın 30 ayrı yerleşim yerinde 295 kişinin etkilendiği *Salmonella chester* enfeksiyonu yaşanmıştır. 1991 yılında ise Teksas ve Meksika'da 400 kişinin etkilendiği vakada etmen *S. poona* olarak saptanmıştır. Bu vakaların dilimlenmiş taze kavun tüketimi sonucu olduğu belirlenmiştir. Bu tür vakaların artması üzerine 1991 yılında FDA (Food and Drug Administration) gıda servisi yapılan yerlerde kavun ve karpuzların dilimlenmeden önce yıkanmasını, kabukların ayrılmasını ve dilimlenmiş kavun ve karpuzun 7°C'den aşağı sıcaklıklarda depolanmasını veya 4 saat içinde tüketilmesini önermiştir [14].

1990 yılında taze domates tüketimi Amerikanın değişik eyaletlerinde enfeksiyonlara neden olmuş bu enfeksiyonlardan 176 kişi etkilenmiş ve etmen *S. javiana* olarak tespit edilmiştir [14].

1995 yılında Orlando ve Florida'da 62 kişi pastörize edilmemiş portakal suyu tüketimi sonucu enfeksiyona yakalanmış ve etmen *S. gaminari* ve *S. rubislaw* olarak tespit edilmiştir [16]. Taze sıkılmış meyve sularından kaynaklanan mikrobiyal kaynaklı hastalık vakalarının artması üzerine 1998 yılında FDA tüketicileri taze meyve suları hakkında uyarılmış ve üreticilere bu tür ürünlerin ambalajlarına patojen mikroorganizmaları elimine edecek bir işlem uygulanmadığını gösteren uyarı etiketinin konmasını önermiştir [17]. Ayrıca FDA taze sebze ve meyvelere uygulanan yıkama, fırçalama ve dezenfeksiyon işlemlerinin başlangıç mikroorganizma yükünü 5 logaritmik birim azaltacak etkinlikte olması gerektiğini bildirmiştir.

E. coli O157:H7

E. coli O157:H7'nin doğal kaynağı süt sığırlarıdır. Geçmiş yıllarda meydana gelen *E. coli* O157:H7'nin neden olduğu enfeksiyonlarda yetersiz ısıl işlem görmüş et ürünleri ile çiğ süt ve süt ürünleri rol oynamaktadır. Ancak son yıllarda bu patojenin taze sıkılmış meyve suları, elma cidere, beyaz turp filizi, salatalar ve salata soslarının tüketimi sonucunda da enfeksiyonlara yol açtığı görülmüştür [13]. Bugüne kadar *E. coli* O157:H7'nin neden olduğu en büyük salgın Japonya'nın Sakai şehrinde okullarda yemekte verilen beyaz turp filizinin yenmesi sonucu meydana gelmiştir. Bu salgından şehir nüfusunun %0,5'i (5727 kişi etkilenmiş 4 kişi ise ölmüştür) etkilenmiştir [18].

1991 yılında Amerika'da elma cidere tüketimi sonucu meydana gelen salgından 23 kişi etkilenmiş etmen *E. coli* O157:H7 olarak saptanmıştır. Yapılan çalışmalar bu patojenin elmalara, elma bahçelerinde yere düşen elmaların gübrelerle temas etmesi sonucu bulaştığını ortaya koymuştur [14].

1996 yılında Amerika'da pastörize edilmemiş elma suyunun tüketimi sonucu *E. coli* O157:H7'nin neden olduğu bir başka enfeksiyonun yaşanması üzerine FDA pastörize edilmeden tüketilen meyve suları için patojenleri inhibe edecek yeni muhafaza yöntemlerinin uygulanmasını tavsiye etmiştir [19].

1995 yılında Montana'da marul tüketimi sonucu 29 kişiyi

etkileyen salgında da etmen *E. coli* O157:H7 olarak saptanmıştır [14].

Aeromonas hydrophila

Aeromonas hydrophila minimum işlem görmüş sebze ve meyveler için dikkat edilmesi gereken bir patojendir. Çünkü psikrotroftur. 0°C'de yavaşta olsa çoğalır. 4-5°C'de ise rahatlıkla çoğalır. Bilinen kaynakları su, toprak, balıklar ve kabuklu deniz hayvanlarıdır. Sebze ve meyvelere ise fekal kontaminasyona uğramış su ve diğer fekal kaynaklardan bulaşır. Yapılan araştırmalar bu patojenin, taze kuşkonmaz, brokoli, sebze salataları, karnabahar, maydonoz, ıspanak, kereviz, yonca filizi, hindiba ve lahanadan izole edildiğini bildirmiştir [2, 4].

Cl. botulinum

Sebze ve meyveler potansiyel olarak *Cl. botulinum* ile kontamine olabilir. Çünkü bu patojenin sporları toprakta, hayvanların ve kuşların sindirim sistemlerinde bulunur. Meyve ve sebzelere bulaşması durumunda özellikle modifiye atmosferde paketlenen ürünlerin oda sıcaklığında depolanması sırasında sporlar çimlenip gelişerek toksin üretebilir.

1985 yılında Amerika tarihinde 36 kişinin etkilendiği ikinci büyük botulizm vakası yaşanmış ve etmen botulizm tip B enfeksiyonu olarak belirlenmiştir. Yapılan araştırmalar salgına yağ içinde saklanan sarımsağın tüketilmesinin neden olduğunu ortaya koymuştur. Bu ürünün içinde koruyucu madde olmadığı ve buzdolabı sıcaklığında saklanması gerekirken oda sıcaklığında saklandığı ortaya çıkmıştır. Daha sonra yapılan deneysel çalışmalar bu bakterinin 25°C'de depolanan sarımsakta toksin üretebildiğini göstermiştir. Bu tür enfeksiyonların engellenmesi için yağ içinde saklanan sarımsağın mutlaka buzdolabında saklanması ve koruyucu bir madde ilave edilmesi gerektiği bildirilmiştir [14].

Virüs ve Parazitler

Virüs ve parazitlerin neden olduğu gıda kaynaklı enfeksiyonlar genellikle fekal-oral yolla, direk temasla, parazit veya virüslerle bulaşmış gıda veya suyun tüketilmesi sonucu meydana gelmektedir. Norwalk virüsü ve Hepatit A en önemli gıda kaynaklı hastalığa yol açan virüslere aittir. Bu virüsler özellikle soğuk yenen salata ve sandviçlerle sebze salatalarında tehlikeli olabilir. 1985 yılında İngiltere'de kavun tüketimi sonucu 206 kişinin etkilendiği salgına Norwalk virüslerinin neden olduğu saptanmıştır [9].

1988 yılında ise Amerika'da Hepatit A virüsü çiğ sebze tüketimi sonucu 202 kişinin hastalanmasına neden olmuştur [20].

Taze sebze ve meyvelerde bulunan parazitler ise *Giardia lamblia*, *Cylospora cayetanensis*, *Entamoeba histolytica* ve *Ascaris spp.*'dir. *Cylospora cayetanensis*'in neden olduğu rapor edilen ilk vaka içme suyu tüketiminden kaynaklanmıştır. 1996 yılında Amerika ve Kanada'da bu protozoanın neden olduğu enfeksiyonlardan 1450 kişi etkilenmiştir. Yapılan epidemiyolojik çalışmalar kesin olmamakla birlikte salgına ahududu tüketiminin neden olduğunu ortaya koymuştur. Yine aynı organizmanın 1997 yılında ahududu tüketimi ve marul tüketimi sonucu enfeksiyonlara neden olması bu parazitin meyve sebzelerde ve minimum işlem görmüş ürünlerde tehlikeli olabileceğini göstermiştir [21].

MİNİMUM İŞLEM GÖRMÜŞ SEBZE VE MEYVELERDE GÜVENLİĞİN SAĞLANMASI

Kontaminasyonun Önlenmesi

Taze sebze ve meyvelerle, minimum işlem görmüş sebze ve meyvelerin tüketilmesi sonucu meydana gelen hastalıkların önlenmesinde en önemli husus kontaminasyon kaynağının saptanması ve kontaminasyonun engellenmesidir. Ancak bu tür ürünlerde fekal kaynaktan gelmeyen patojenler de önemlidir. Örneğin *Cl. botulinum*, *C. perfringens* ve *B. cereus* fekal kontaminasyona maruz kalmamış topraktan da izole edilir. *L. monocytogenes* çürümüş bitkilerde ve toprakta bulunabilir. Bu tür gıdalara patojenleri elimine edecek ısısal işlem uygulanmadığı için ürünün tarladan hasat edilmesi, işlenmesi pazarlanması, depolanması ve servise sunulması aşamalarında hijyen ve sanitasyon uygulamalarının önemi artmaktadır. Tarla ve bahçelerde kullanılan gübrelerin patojen bakterileri içermemesi, sulama sularına fekal kontaminasyonun engellenmesi, çalışanların personel hijyenine özen göstermesi, alet ve ekipmanların daima temiz tutulması, işletmede çapraz bulaşmanın engellenmesi ve tüm işlem basamaklarında etkin bir sıcaklık kontrolünün sağlanması bu tür ürünlere patojen organizmaların bulaşmasını engelleyen önemli noktalarla birlikte değerlendirilmelidir.

Mikrobiyal Dekontaminasyon

Minimum işlem görmüş sebze ve meyvelerde yıkama işlemi önemli bir basamaktır. Yıkama işlemi ile ürün kaba kirlerden temizlenirken aynı zamanda taşıdığı mikrobiyal yük azalmaktadır. Ancak yıkama işleminde yalnızca su kullanmanın mevcut mikroflora üzerindeki etkileri sınırlıdır. Bu yüzden yıkama işlemi etkili bir dezenfektan ile birlikte gerçekleştirilmelidir. Bu amaçla klor yaygın olarak kullanılmaktadır. Sıvı klor ve hipoklorit formları sebze ve meyvelerin yüzey dezenfeksiyonu için etkilidir. Genellikle bu amaçla 50-200 ppm klor solüsyonu 1-2 dakika temas süresi olacak şekilde uygulanır [22]. Ancak klor, organik maddelerle, hava, ışık veya metallerle temas ettiği zaman hızla aktivitesini kaybeder. Ayrıca uzun süre klor buharının solunması sağlık açısından sakıncalıdır. Ancak bütün bu olumsuzluklara rağmen, çalışmalar yıkama suyunda klor kullanımının *L. monocytogenes*, *Salmonella* ve *E. coli* O157:H7 üzerinde etkili olduğunu göstermiştir [7].

Sebze ve meyvelerde doğal olarak bulunan veya fermantasyon sonucu oluşan organik asitler gıdada mikroorganizmaların gelişmesini engeller veya geciktirir. İnsanlarda hastalığa yol açan gıda kaynaklı patojenlerin büyük bir kısmı 4'ün altındaki pH derecelerinde gelişemezler. Sonuç olarak sebze ve meyvelerin asidik yapıları mikroorganizmaların inhibisyonunda önem kazanır. Ancak çoğu sebzelerin ve karpuz gibi bazı meyvelerin pH'ları patojenlerin gelişimine uygun sınırlardadır. Uzun yıllardır asetik asit, sitrik asit ve laktik asit gibi organik asitler kırmızı ve kanatlı et yüzeyinin dezenfeksiyonunda başarı ile kullanılmaktadır. Aynı yöntem sebze ve meyvelerin yüzey dezenfeksiyonunda da kullanılabilir. Bu konuda alternatif yöntemlerin geliştirilmesi gerekir [7].

Modifiye Atmosferde Paketleme

Modifiye atmosferde paketleme minimum işlem görmüş sebze ve meyvelerin raf ömrünü uzatmaktadır. Modifiye atmosferde paketlemede %2,5 oksijen düzeyi bozucu aerob organizmaların gelişimini engellerken Cl. botulinum gibi zorunlu anaerobların da gelişimini inhibe etmektedir. Ancak modifiye atmosferde paketlenen ürün buzdolabı sıcaklığında depolanmamışsa ürünün solunumu artacağından ortamdaki oksijen miktarı azalacak ve bu durumda Cl. botulinum'un üremesine ve toksin üretmesine neden olabilecektir [2]. Modifiye atmosferde paketleme, minimum işlem görmüş sebze ve meyvelerin raf ömrünü uzatmakla birlikte L.monocytogenes ve A. hydrophila gibi fakultatif anaeroblar üzerinde etkili değildir [23]. Bu yüzden modifiye atmosferde paketleme psikrotrof ve fakultatif anaerobların gelişmesine olanak sağladığı için alternatif paketleme yöntemleri üzerinde çalışılmalıdır.

Depo Sıcaklığı

Minimum işlem görmüş sebze ve meyvelerin düşük sıcaklıklarda depolanması mikroorganizmaların gelişmesini sınırlandıran önemli bir faktördür. Mezofilik patojenler 4°C'nin altındaki sıcaklıklarda gelişmezler. Örneğin Salmonella'nın gelişebildiği minimum sıcaklık 5,2°C'dir. Ancak uzun süren depolamalarda bu bakteriler üründe çoğalamasa da canlılıklarını devam ettirebilirler [24]. Ürünün buzdolabı sıcaklığında depolanmasının psikrotrof patojenlerin gelişmesi üzerine etkisi ise fazla değildir. Ancak L.monocytogenes gibi psikrotrof patojenler buzdolabı sıcaklığında çoğalabilse de ürünün düşük sıcaklıklarda depolanması bakterinin lag fazını uzatacağından hızla üremesine engel olacaktır [2].

Depolama sıcaklığının düşük tutulması üründe mikrobiyal gelişimi sınırlandırmasının yanı sıra ürünün solunumunu da yavaşlatmaktadır. Sonuç olarak düşük sıcaklıklarda depolama ve modifiye atmosferde paketleme ile ürünün raf ömrü uzatılmaktadır.

Uluslararası standartlara bakıldığında minimum işlem görmüş sebze ve meyvelerde önerilen depolama sıcaklıkları Almanya'da 2-7°C, Fransa'da maksimum 4°C, İngiltere'de ise 0-4°C'dir [2].

SONUÇ

Patojen mikroorganizmalar taze sebze ve meyvelere ve minimum işlem görmüş sebze ve meyvelere, tarla ile ürünün servise sunulduğu aşamaların herhangi birinde bulaşabilir. Fekal kaynaklı bulaşmaların engellenmesi mümkündür, ancak toprak orijinli patojenlerle ürünün bulaşması kaçınılmazdır. Dolayısıyla bu tür ürünlerde üretimin her aşamasında hijyen ve sanitasyon kurallarına uyulmasının önemi artmaktadır.

Toplum sağlığının korunması ve bu tür ürünlerden kaynaklanan mikrobiyal hastalıkların engellenmesi için ürünün yetiştirilmesi aşamasında, iyi tarım tekniklerinin (good agricultural practise, GAP) ve işlenmesi ve servise sunulması aşamalarında da iyi üretim tekniklerinin (good manufacturing practise, GMP) kurulması ve uygulanması gerekmektedir. Bunu sağlamak için gerek hükümetler ve gerekse yerel yönetimler bu alanda çalışan personeli eğitici faaliyetlerde bulunmalı ve bu tür gıdaların hazırlanması, depolanması, pazarlanması ve servise

sunulması aşamalarında gıda güvenliğinin sağlanması için gerekli bilgileri içeren broşürler hazırlanmalıdır.

KAYNAKLAR

- Nguyen-the, C and Carlin, F., 1994. The microbiology of minimally processed fresh fruits and vegetables. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 34 (4): 371-401.
- Francis, G. A., Thomas, C and O'Beirne, D., 1999. The microbiological safety of minimally processed vegetables. *International Journal of Food Science and Technology*, 34, 1-22.
- Beuchat, L. R., 1996. Pathogenic microorganisms associated with fresh produce. *Journal of Food Protection*, 59(2): 204-216.
- Madden, J. M., 1992. Microbial pathogens in fresh produce- the regulatory perspective. *Journal of Food Protection*, 55, 821- 823.
- Beuchat, L.R and Ryu, J. H., 1997. Produce handling and processing practices. *Emerging Infectious Diseases*, 3(4): 459-465.
- Hong, S. I and Kim, D. M., 2001. Influence of oxygen concentration and temperature on respiratory characteristics of fresh cut green onion. *International Journal of Food Science and Technology*, 36, 283-289.
- Beuchat, L. R., 1999. Surface decontamination of fruits and vegetables eaten raw: A Review. *World Health Organization- Food Safety Programme Document November, 1999.*
- O'Beirne, D., 1996. Living foods crack the ageing process. *Irish Scientist Yearbook*, 4,33.
- Beuchat, L.R., 2002. Ecological factors influencing survival and growth of human pathogens on raw fruits and vegetables. *Microbes and Infection*, 4, 413-423.
- Brackett, R.e., 1999. Incidence, contributing factors and control of bacterial pathogens on produce, *Postharvest Biology Technology*, 15, 305-311.
- Roberts, D., Watson, G. N., Gilbert, R. T., 1982. Contamination of food plants and plant products with bacteria of public health significance. In Rhodes-Roberts, M and Skinner, F.A. (Eds), *Bacteria and Plants Academic Press*, London, pp 169-195.
- Doyle, M.P., 1990. Fruit and vegetable safety- microbiological considerations. *Hort Science*, 1478-1481.
- Anonymous, 1997. Report of WHO consultation on prevention and control of enterohemorrhagic Escherichia coli (EHEC) infections. *WHO/FSF/FOS/97.6 WHO report*, Geneva, Switzerland.
- Roover, C. D., 1998. Microbiological safety evaluations and recommendations on fresh produce, *Food Control*, 9,6,321-347.
- Halkman, A.K., Noveir, M.R ve Doğan, H. B., 2001. Escherichia coli O157:H7 serotipi, Sim Matbaacılık Ltd. Şti., Ankara, 43 sayfa.
- Parish, M. E., 1997. Public health and nonpasteurized fruit juices. *Critical Review Microbiology*, 23, 109-119.
- Morris, C.E., 1998. Pending regulations stir R and D juices, *Food Engineering*, 72, 49-50, 52,54.
- Michino, H., 1997. Investigation of an outbreak of Escherichia coli O157:H7 infection among school children in Sakai City, Japan, 1996. *Third International Symposium and Workshop on Shigatoxin (verocytotoxin) producing E. coli infection*. 22- 26 June, Baltimore, MD.
- Centers for diseases control and prevention outbreak of Escherichia coli O157:H7 infections associated with drinking unpasteurized commercial apple juice. *British Columbia, California, Colorado and Washington, October, 1996. Morbidity and Mortality Weekly Report*, 45, 975-975.
- Rosenblum, L.S., Mirkin, I.R., Allen, D. T., Saffort, S. Hadler, S., 1990. A multilocal outbreak of hepatitis A traced to commercially distributed lettuce, *Ajph*, 80, 9, 1075-1079.
- Herwaldt, B. L., Ackers, M. L., 1997. An outbreak in 1996 of cyclosporiasis associated with imported raspberries. *New English Journal of Medicine*, 336, 1578-1556.
- Adams, M.R., Hartley, A.D., Cox, L. J., 1989. Factors affecting the efficacy of washing procedures used in the production of prepared salads. *Food Microbiology*, 6, 69-77.
- Berrang, M. E., Brackett, R. E., Beuchat, L. R., 1989. Growth of Aeromonas hydrophila on fresh vegetables stored under a controlled atmosphere. *Applied and Environmental Microbiology*, 55, 2167-2171.
- ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods), 1996 *Microorganisms in Foods 5. Microbiological Specifications of Food Pathogens*, London; Blackie Academic and Professional