

DERLEME/REVIEW

MİNİMAL İŞLEM GÖRMÜŞ MEYVE VE SEBZE ÜRETİMİ VE GIDA GÜVENLİĞİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Nihal TÜRKMEN^{1,2} Ferda SARI¹

ÖZ

Tüketiciler tarafından giderek artan bir talep gören minimal işlem görmüş meyve ve sebzeler kabuk soyma, kesme/dilimleme, yıkama ve/veya dezenfekte etme gibi sadece fiziksel işlemler uygulandıktan sonra modifiye atmosferde ambalajlanıp soğukta muhafaza edilmektedirler. Bu ürünler renk, tekstür ve besinsel kalite gibi özelliklerini konserve gibi geleneksel yöntemlerle işlenen gıdalardan daha fazla korurlar. Diğer taraftan minimal işlenmiş meyve sebzeler, pastörizasyon veya buna eşdeğer bir inaktivasyon aşaması olmadan üretildikleri için patojen mikroorganizmaların potansiyel tehlike oluşturabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Minimal işlem, Kullanıma hazır, Meyve ve sebze

PRODUCTION OF MINIMALLY PROCESSED FRUIT AND VEGETABLE AND THEIR ASSESSMENT FOR FOOD SAFETY

ABSTRACT

Minimally processed fruits and vegetables which are increasingly demanded by consumers are packaged in modified atmosphere and then stored in refrigeration temperatures after they are applied to only physical treatments such as peeling, cutting/slicing, washing and/or disinfecting. These products keep their attributes like color, texture and nutritional quality more than those produced with traditional methods as canned products. On the other hand, because minimally processed fruits and vegetables are produced without pasteurization or equivalent inactivation step, pathogen microorganisms should be considered as potential hazards.

Key Words: Minimally processing, Ready-to-use, Fruit and vegetable

1. GİRİŞ

Gıdaların muhafazasında uygulanan yöntemlerin amacı mikrobiyolojik ve enzimatik değişimleri önlemek veya sınırlandırmaktır. Gıdalar üzerinde kısa sürede çeşitli mikroorganizmalar çoğalır ve bunlar bir taraftan kendileri için gerekli olan maddeleri üzerinde yaşadıkları ürünlerden sağlarken metabolizma artıklarını ortama verirler. Bu şekilde mikrobiyolojik yolla

bozulmalar gıdaların fiziksel, kimyasal ve duyuşsal niteliklerinde temelden değişmelere neden olmakta ve hatta gıda, insan sağlığını tehdit edici bir nitelik kazanabilmektedir. Aynı zamanda gıdaların bileşiminde bulunan çeşitli enzimlerin faaliyetleri ve kimyasal reaksiyonlar sonucu ortaya çıkan bozulmalar ve sonuçta kalitede kayıplar söz konusu olmaktadır. (Cemeroğlu ve Acar, 1986).

¹ Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü 06110-Dışkapı-ANKARA

² Tel: 312- 317 05 50/ 12 81 Faks: 312-317 87 11 ; E-posta: nihalt@uludag.edu.tr

Tüm bu bozulmaları önlemek amacıyla gıdalarda değişik önlemler uygulanmaktadır. Bunlar; konserve etme, kurutma, dondurma, asitlendirme gibi geleneksel yöntemler ile modifiye atmosferde ambalajlama, ışın-lama, aktif ambalajlama, yüksek hidrostatik basınç, darbeli elektrikli alan uygulaması gibi yeni teknolojiler olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Geleneksel yöntemlerden en yaygın olarak kullanılan ısıl işlem ile muhafaza meyve sebzelerin rengini, yapısını ve besin değerini olumsuz yönde etkilemektedir. Sıcaklık uygulamasının olmadığı geleneksel yöntemler (tuz, şeker ve kimyasal koruyucularla muhafaza) ise gıdanın du-yusal özelliklerini önemli ölçüde değiştirmektedir (Hoover, 1997; Lanciotti vd. 2004; Soliva vd. 2003).

Tüketicilerin gıdalara ilişkin çok fazla beklentileri bulunmaktadır. Tüketiciler daha taze, daha doğal, aroma, yapı, görünüş ve besin değeri açısından üstün kaliteli gıdaları tüketmeyi tercih etmektedirler. Aynı zamanda bu gıdaların tüketim için en az hazırlık işlemini gerektirmeleri ve uzun raf ömrüne sahip olmaları tercih nedeni olmaktadır. Gıda endüstrisi tüm bu beklentilere daha az işlem, daha az katkı maddesi, daha az yağ, tuz, şeker ve çevreye dost ambalaj kullanımı gibi teknikler geliştirerek yanıt vermektedir. Ancak bu durumda çoğu zaman ürünlerin tam korunması sağlanamamaktadır. Diğer taraftan gıda üreticileri açısından gıdanın güvenliği en öncelikli konu olduğu için maksimum gıda kalitesi ve minimum işleme gıda patojenlerini kontrol altına alabilecek etkili yöntemler üzerine çok fazla çalışma yapılmaktadır (Ottley, 2000; Mónica Ihl vd., 2003).

Tüketici eğilimleri dikkate alındığında gıdaların doğal, taze, sağlığa zarar vermeyecek ve hatta tüketici sağlığına olumlu katkılarda bulunacak niteliklerde üretilmelerinin ve tüketime sunulmalarının gerekli olduğu ortaya çıkmaktadır. Dünyada tüketici isteklerindeki farklılıklar her geçen gün azalmaktadır. Başka bir tanımlama ile gelecekte değişik toplumların gıdalara yönelik taleplerinde ve gıda tüketimlerinde büyük ölçüde bir yaklaşma eğilimi söz konusu olacaktır (Pala ve Karakuş, 1991).

Sıcaklık uygulamasını gerektirmeyen yöntemler olarak anılan yada minimal işlem görmüş gıdalar grubunda yer alan yeni bir yaklaşım da “taze kesilmiş meyve sebzelerdir”. Bunların en önemli özellikleri taze olmaları, besin değerinin yüksek olması, çok az işlem görmeleri ve kullanıma hazır olmalarıdır.

2. MİNİMAL İŞLEM GÖRMÜŞ MEYVE SEBZELERİN ÜRETİM AŞAMALARI

2.1. Hammadde seçimi

Kesme, soyma gibi işlemlerin uygulanacağı meyve veya sebzelerin, kolaylıkla yıkanabilir ve so-

ylabilir olması ve kalitelerinin birinci sınıf olması gerekir. Hazır sebze salatalarında psikrotrof *Listeria monocytogenes* ve diğer bazı patojenler gelişebildiği için hammadde kontaminasyona uğramamış olmalı yada ürün hazırlanmadan önce kontaminantlarından arındırılmalıdır. İşleme öncesi sebzelerin doğru ve uygun şekilde depolanması ve dikkatli bir ayıklama, kullanıma hazır sebze üretimi için çok önemlidir (Lanciotti vd. 2004; Soliva vd. 2003). Altı farklı sebzenin farklı çeşitleriyle yapılan bir çalışma, belirli bir sebze için bütün çeşitlerin kullanıma hazır sebze üretimi için elverişli olmadığını göstermiştir (Ahvenainen, 2000). Örneğin, uygun hammadde seçimine yönelik bir çalışmada 25 farklı lahana çeşidinin esmerleşme derecesinin farklı olduğu bulunmuştur. Bu nedenle uygun çeşit seçimi özellikle dilimlenmiş ürünlerin esmerleşmesini kontrol etmede önemlidir (Watada ve Qi, 1999). Havuç, soğan ve patates gibi sebzelerde doğru çeşit seçimi özellikle önemlidir. Çok sulu havuçlar rendelenmiş havuç üretimi için kullanıldığında raf ömrü birkaç gün olmaktadır. Patateste ise yanlış cins seçimi renk ve aroma açısından problemlere yol açmaktadır. Daha da ötesi iklim ve toprak koşulları, gübreleme ve tarımsal uygulamalar ve hasat koşulları da sebzelerin özellikle de patateslerin minimal işlenmesindeki davranışını önemli ölçüde etkileyebilmektedir (Ahvenainen, 2000).

Gelecekte büyük bir olasılıkla bu yöntemle (minimal) işlenmesi düşünülen meyve ve sebzeler kontrollü koşullar altında ıslah edilebilecek hatta bitki genetikçileri minimal işleme için belirli gereksinimleri karşılayacak şekilde adapte edilmiş hibrit türleri veya kültürleri belirleyip, geliştirebileceklerdir. (Ahvenainen, 1996).

2.2. Soyma, Kesme ve Dilimleme

Patates, havuç, elma, portakal gibi meyve ve sebzelerin işlem öncesi soyulmaları gerekmektedir. Farklı soyma yöntemleri olmakla birlikte endüstriyel ölçekte soyma işlemi mekanik (döner zımparalı soyma makineleri gibi) olarak, kimyasal olarak veya yüksek basınçlı buharla yapılmaktadır. Zımparalı soyma makineleri ile soyulmuş patateslerin esmerleşmeyi önleyici maddeler ile muamele edilmesi gerekirken, elle soyulmuş patateslerde esmerleşmenin önlenmesi için su tek başına yeterli olmaktadır. Soyma işlemi olabildiğince hassas bir şekilde yapılmalıdır (Ahvenainen, 2000). Eğer mekanik soyma makineleri kullanılıyorsa bunun bıçaklı tipte olması gereklidir. Zımparalı soyma, buhar veya kostik uygulaması hücre duvarına zarar verebileceğinden enzimatik değişiklik ve mikrobiyel bozulma olasılığını arttırır. Havuçların elle soyulması soyulmamış havuçlara göre solunum oranını yaklaşık %15 arttırırken, zımparalı soyucularla bu oran elle soymaya göre 2 katına çıkmaktadır (Ahvenainen, 1996).

Kesme ve dilimleme olabildiğince keskin, paslanmaz çelikten yapılmış bıçaklarla yapılmalıdır.

Soyma işlemi keskin olmayan bıçaklarla yapıldığında hücreler parçalanır ve dokuda bulunan sular büyük ölçüde dışarı çıkar ve gıdanın kalitesi düşer. Dilimlenmiş "iceberg" salatalarda bıçak keskinliğinin çok az etkisi olurken sabit bıçaklar, dönerli bıçaklara göre solunum oranını ve mikrobiyolojik yükü arttırmakta sonuçta ürünün kabul edilebilirliğini azaltmaktadır. Klor çözeltisine daldırma her 2 kesimde de mikrobiyel yükü azaltırken kabul edilebilirliği artırmaktadır. Daldırma yapılmayan döner bıçakla kesilen salata, daldırma yapılan sabit bıçakla kesilen salatadan daha yüksek puan almaktadır. Bu nedenle iyi bir kesim teknolojisinin önemi çok büyüktür. Dilimlemede kullanılan bıçaklar dezenfekte edilebilir özellikte olmalıdır. Titreşen ekipmanlar dilimlenen yüzeylerin kalitesini olumsuz yönde etkileyeceğinden, makineler sağlam bir şekilde kurulmalıdır (Ahvenainen, 2000). Kesilmiş salataların stabilitesi, kesimin yapıldığı yöntemden etkilenmektedir. Dilimlenerek kesilen salataların raf ömrü, doğranarak kesilen salatalara göre daha fazladır. Aynı araştırmaya göre dilimlenmiş patateslerin de kalite kontrolünün soyulmuş bütün patateslerden daha zor olduğu belirtilmektedir. İdeal koşullarda soyulmuş bütün patatesler esmerleşmeyi önleyici kimyasallar kullanılmadan 7 gün süre ile depolanabilirken, dilimlenmiş patateslerin bu kadar süre depolanması söz konusu değildir (Laurila vd. 1998). Uygun şekilde kesilmeyen havuç dilimleri beyazlaşmakta ve istenmeyen bir görünüm kazanmaktadır. Kesilmiş yüzeylerin elektron mikroskopunda incelenmesi bu beyazlığın zarar görmüş hücrelerin su kaybından kaynaklandığını göstermektedir. Havuçların çok keskin bir bıçakla kesilmesi ve dilimlenmesi, zarar görmüş hücre miktarını ve dehidrasyonu azaltmaktadır (Watada ve Qi 1999).

Minimal gıda işlemenin karakteristik bir özelliği, bütüncül bir yaklaşımı gerektirmesidir. Hammadde, işleme, ambalajlama ve dağıtım olmak üzere tüm aşamaların, ürünün raf ömrünü olabildiğince uzatacak şekilde düşünülmüş olması gerekir. Soyma ve doğrama gibi işlemlerin daha hassas olmaları şeklinde geliştirilmeleri gerekmektedir (Laurila vd. 1998; Lanciotti vd., 2004; Soliva vd., 2003).

2.3. Temizleme, Yıkama ve Kurutma

İşletmeye gelen meyve ve sebzelerin işlem öncesi dikkatli bir şekilde temizlenmeleri gerekmektedir. Soyma ve/veya kesme sonrası genellikle 2 yıkama yapılır. Örneğin; lahanaya doğandıktan sonra yıkanırken, havuç rendelenmeden önce yıkanmalıdır. Soyma ve/veya kesme sonrası yapılan yıkama mikroorganizmaları ve doku sıvılarını uzaklaştırarak depolama sırasında olabilecek enzimatik oksidasyon ve mikrobiyel

gelişmeyi azaltır. Durgun suya daldırılarak yıkama yerine akan suda veya basınçlı suda yıkama tercih edilmelidir. Yıkama suyunun mikrobiyolojik ve duyu kalitesi iyi ve sıcaklığı da düşük (tercihen <5 °C) olmalıdır. Önerilen su miktarı soyma ve/veya kesme öncesi için 5-10 L /kg ürün, soyma / kesme sonrası için 3L/kg üründür (Ahvenainen, 1996).

Yıkama suyunda klor, sitrik asit veya ozon gibi koruyucuların kullanılması, mikrobiyel yükün azalmasına ve enzimatik aktivitenin gecikmesine neden olur. Tüm bunların sonucunda ürünün raf ömrü ve duyu kalitesi iyileşmektedir. 100-200mg/L klor veya sitrik asit soyma ve/veya kesme öncesi ve sonrasında raf ömrünü uzatmak için yeterlidir. Klor kullanıldığında meyve sebzeler durulanmalıdır. Böylece klor konsantrasyonu içme sularındaki düzeylere düşer ve duyu raf ömrü iyileşir. Klorun etkinliği düşük pH, yüksek sıcaklık, yeterli süre uygulaması ve saf su kullanımı ile artırılabilir (Ahvenainen, 2000).

Dekontaminasyonun etkinliği ürüne göre değişmektedir. Salatada 300 ppm serbest klor içeren suya daldırma işlemi toplam mikroorganizma sayısını 1×10^6 dan 3×10^3 cfu/g'a indirirken, havuç üzerinde çok az etki yapmaktadır (Orsat vd., 2001). Klor, meyve sebze endüstrisinde yaygın olarak kullanılmasına rağmen birçok araştırma klorun meyve sebze yüzeylerindeki bakterileri öldürme etkisinin sınırlı olduğunu göstermektedir (Xu, 1999). Klora alternatif olarak özellikle H_2O_2 ve Ozon kullanılmaktadır (Ahvenainen, 2000). %5 H_2O_2 taze mantarlarda oldukça etkilidir ve diğer minimal işlem görmüş meyve sebzelerin raf ömrünü uzatmada potansiyel uygulamaya sahiptir (Sapers vd., 1999). Ozon, klordan 1.5 kez daha kuvvetli bir okside edici ajan olup klor ve diğer dezenfektanlara göre daha geniş bir mikroorganizma grubu üzerine etkilidir (Xu, 1999).

Meyve ve sebzelerde başlıca kalite problemi, özellikle kötü görünüme neden olan enzimatik esmerleşmedir. Bu olay fenolik bileşiklerin PPO ile enzimatik oksidasyona uğraması ile başlamakta olup oksidasyonun başlangıç ürünleri kinonlardır ve bunlar hızla kondanse olarak, çözünmeyen kahverengi polimerleri (melaninler) oluşturmaktadırlar (Martinez ve Whitaker, 1995; Laurila vd. 1998). Sadece su ile yıkama esmerleşmeyi önlemede yeterli değildir. Gelecekte olarak bu amaçla sülfidler kullanılır. Fakat sülfidlerin kullanımının da bazı dezavantajları vardır, özellikle astımla ilgili ciddi yan etkileri olabilmektedir (Ahvenainen, 1996). Bu nedenle Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA), Amerika'da sülfidlerin kullanımını kısmen sınırlandırmıştır. Tüm bunlar da sülfidlerin yerine kullanılacak maddelere olan ilgiyi artırmaktadır (Ahvenainen, 1996; Baldwin vd., 1996; McHugh ve Senes, 2000).

Dong vd., (2000)'e göre askorbik asit, askorbik asidin bir izomeri olan eritorbik asit, L-sistein, 4-Hekzilresorsinal (4-HR) ve ananas suyu taze kesilmiş elmalarda esmerleşmeyi önlemektedir. Aynı araştırmacılar % 0,005 4-HR + % 0,5 askorbik asit kombinasyonunun armut dilimlerine uygulandığında 20 gün boyunca esmerleşmeyi önlediğini belirtmektedirler. Bu iki bileşiğin sinerjik etkisi söz konusu olup, 4-HR fenolaz aktivitesini baskılayarak kinon oluşumunu sınırlandırırken, askorbik asit de oluşan kinonları fenolik maddelere indirgemekte ve böylece daha ileri polimerizasyon, dolayısıyla kahverengi melanoidin bileşiklerinin oluşumu önlenmektedir.

Esmerleşmeyi önlemek için kullanılan bir başka uygulama ise yenabilir kaplama ve filmlerdir. Kaplamalar gıdaya daldırma ya da püskürtme şeklinde sıvı halde uygulanan ince tabaka halindeki materyallerdir. Filmler ise, ön şekil verilen ince tabaka halindeki materyallerdir ve gıdanın bu maddelerle sarılması şeklinde uygulanır. Kaplama ve filmler karbonhidrat, protein ve lipit bazlı olabilmektedir. Elma püresi (%70 kuru madde) bazlı yenabilir kaplama ve film tabakalarının taze kesilmiş elmalara uygulandığı bir çalışmada, filmle sarmanın kaplamaya göre çok başarılı sonuç verdiği ifade edilmektedir. Kaplamanın, esmerleşmeyi 3 gün içinde %80 kontrol altına aldığı, filmle sarmanın ise 10 gün kadar süreyle %100 önlediği saptanmıştır. Ayrıca 12 gün boyunca meyvemsi aroma ve koku korunmuş, nem kaybı da önemli ölçüde azalmıştır (McHugh ve Senes, 2000).

Elma ve patatese askorbik asit içeren selüloz bazlı kaplama uygulaması, esmerleşmeyi önlemede tek başına askorbik asit çözeltisi uygulamasından daha etkili olmaktadır. Bu durumun, askorbik asitin selüloz kaplama içinde daha az oksidatif parçalanmaya uğramasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Baldwin vd. 1996). Elma dilimlerinin enzimatik esmerleşmesi %4-5 Na eritorbat ve %0,2 CaCl₂ uygulaması ile azaltılabilmektedir. Modifiye atmosfer esmerleşmeyi geciktirmede etkili olmaktadır. Dilimlenmiş salataların esmerleşmeleri, %1 O₂ + %12 CO₂ ortamında muhafaza edildiğinde 2 hafta ertelenmektedir (Watada ve Qi, 1999).

Sülfidlerin yerine geçebilecek yeni yöntemlerin arayışı ile birlikte, olayı bütünsel bir yaklaşımla ele almak önemlidir. Uygun hammadde seçiminden ambalajlama koşullarına kadar tüm aşamaların da dikkate alınması gerekir. Hatta tüm bu yöntemlerin ürünün sadece rengi üzerine değil bütün duyuşsal ve besinsel kalitesine etkisinin de incelenmesi gerekir (Ahvenainen, 2000). Duyuşsal özellikler tüketici kabulünü etkileyen önemli bir faktördür (Laurila vd., 1998).

Minimal işlenmiş meyve ve sebzelerde, esmerleşme dışında bir başka problem de doku yumuşamasıdır. Bunu geciktirmek için kontrollü atmosfer (CA) ambalajlaması ve/veya Kalsiyum tuzları gibi sertleştirici ajan kombinasyonu kullanılmaktadır. Ca, hücre duvarındaki pektik asitle birleşerek Ca-pektatı oluşturur ve böylece hücre duvarı korunmuş olur. Ca-laktat, CaCl₂' e göre daha iyi aroma vermektedir (Dong vd. 2000). Kalsiyumun sertleştirme üzerine olan diğer etkileri ise hücre membranının Ca iyonlarıyla stabilizasyonu ve hücre turgor basıncını etkilemesi şeklindedir. CaCl₂ ürünün yapısına olumlu katkıda bulunmasına rağmen, ürüne acılık verebilmekte veya aromasını değiştirebilmektedir. Alternatif Ca kaynağı olarak gösterilen Ca-laktat (%0,5-2) ise, işlenmiş çilek ve greyfrutlarda, aromayı etkilemeksizin, sertleştirici ajan olarak kullanılmaktadır. Minimal işlem görmüş kavunda Ca-laktat (%2,5) uygulaması, uygulanmayan örneklerle göre %25-33 daha fazla sertlik kazandırırken, kavuna istenmeyen acılık vermemektedir. Aynı konsantrasyondaki CaCl₂ ise başlangıçta aynı düzeyde sertlik kazandırırken ürüne acılık vermektedir. Ayrıca Ca-laktat kullanıldığında depolama boyunca sertlik daha fazla korunmaktadır (Luna-Guzman ve Barrett, 2000).

2.4. Ambalajlama

Minimal işlenmiş taze ürünler için birçok kişinin üzerinde çalıştığı ve ambalajlama için kullandığı yöntem, modifiye atmosferde ambalajlamadır (MAP). Bu yöntem basit bir teknoloji gibi görünmekle birlikte, yöntemde ürünün raf ömrünü ve son kalitesini etkileyen pek çok faktör söz konusudur. Bunlar ürünün solunum aktivitesi, tepe boşluğu gazı, tepe boşluğu hacminin ürün ağırlığına oranı, ambalaj materyali, depolama sıcaklığı, işlenmesi gibi faktörlerdir ve hepsi birbiriyle ilişkilidir. Örneğin solunum aktivitesi depolama sıcaklığına, işlemeye (kesme, soyma, bıçakların keskinliği, kloro daldırma vb.), ürüne (cins, fizyolojik yaş, depolama geçmişi vb.), tepe boşluğundaki O₂/CO₂ oranına ve O₂ miktarına göre değişir. Bunlardan ilk ikisi en fazla etkiye sahip olanıdır. Taze kesilmiş meyve-sebzeler canlıdır ve kalitelerini muhafaza etmek için O₂'e ihtiyaçları vardır. Eğer O₂ kritik limitin altında olursa, ürün anaerobik solunuma geçer (Zagory, 1998; Ahvenainen, 2000; Tudela vd. 2002; Gorny vd. 2002). Şeftali için %0,5 O₂ ve kavunda %1 O₂ anaerobik solunumun başladığı kritik O₂ seviyeleridir. Uzun süreli depolamada anaerobik solunumun teşvik edilmesi istenmez. Bu durum dokulara zarar verir, kötü koku gelişimine ve toksik organizmaların gelişmesine yol açar. Ancak 7 günlük bir depolama için bu düzeydeki bir anaerobik solunum belki kabul edilebilir. Bunun için daha ileri bir çalışmaya gerek vardır (Watada vd., 1996).

MAP' de temel prensip; modifiye atmosferi ya uygun bir ambalaj materyali kullanarak pasif olarak oluşturmak, yada geçirgen bir ambalaj materyali ile birlikte belirli bir gaz karışımı kullanarak aktif olarak oluşturmaktır (Eytan vd., 1992; Ahvenainen, 1996). Her ikisinin de amacı, ambalaj içinde optimal gaz dengesini oluşturarak ürünün solunum aktivitesini olabildiğince düşük tutmak ve diğer taraftan da ürüne zarar vermeyecek O₂ ve CO₂ oranlarını sağlamaktır (Ahvenainen, 1996; Soliva vd., 2003).

Taze kesilmiş ürünler bütün haldeki meyve sebzelere göre daha düşük veya daha yüksek O₂ ve CO₂ seviyelerine tolere edebilirler (Blanchard vd., 1996). Bunlarda gaz difüzyonunu sınırlandıracak çok fazla kabuk veya kutikula yoktur ve merkezden ürün dışına gaz difüzyonu mesafesi bütün haldeki ürünlerden daha azdır. Ancak ürüne zarar verebilecek seviyelerden kaçınılmalıdır (Watada ve Qi, 1999). Blanchard vd., (1996) göre %2 O₂ + %10 CO₂ dilimlenmiş soğanların muhafazasında oldukça faydalıdır ve 4 °C'de depolama optimum kaliteyi 2 haftaya uzatmaktadır. Düşük O₂'li atmosfer, sıcaklık 5 °C'yi geçmediği sürece taze kesilmiş ıspanaklardaki bozulma yapan mikroorganizmaları en az 7 gün kontrol altında tutabilmektedir (Babic vd., 1996 b).

Maydanozda %10 O₂ + %10 CO₂ ortamı klorofilin parçalanmasını, %5-10 O₂ + %5-15 CO₂ ise doğranmış lahanada esmerleşme ve diğer olumsuzlukları geciktirmektedir. Taze kesilmiş iceberg salata için %3 O₂ + %10 CO₂ uygun bir ortamdır. Brokoli çiçeklerinde %2 O₂ + %6 CO₂ ortamı, 4 °C'de 2 hafta boyunca sararmayı ve küf gelişimini geciktirmektedir. Brokoli için 0 °C ve 5 °C'de, O₂'in %0.5 düzeyine kadar düşmesine izin verilebilir. Bu durumda dahi olumlu sonuç alınabilmektedir. Bu en düşük O₂ oranı; havuçta %0.5, ıspanakta %0.8 ve doğranmış soğanda %2'dir (Watada ve Qi , 1999).

Ambalaj içindeki nisbi nem de, üründeki nem kaybını azaltmak için kontrol altına alınmalıdır (Beith-Halachmy ve Mannheim, 1992). Taze kesilmiş ürünler, içteki dokuların dış ortama maruz kalması, kabuk ve kutikula tabakasının yetersiz olması nedeniyle su kaybına oldukça eğilimlidir (Watada ve Qi ,1999). %3-6 ağırlık kaybı pek çok üründe kalitenin kötüleşmesi için yeterli bir orandır. Bu nedenle ambalajın su buharı geçirgenlik oranının doğru seçilmiş olması gereklidir. Bu oran yüksek olursa hızla su kaybına neden olur, düşük olduğunda ise üründen uzaklaşan su, ambalaj içinde yoğunlaşır ve sonuçta mikrobiyel bozulmaya neden olur. MAP için kullanılacak filmlerin çoğu O₂ ve CO₂ geçirgenlikleri temel alınarak seçilirken, su buharı geçirgenlikleri daha az dikkate alınmaktadır (Beith-Halachmy ve Mannheim, 1992).

İyi kalitede kullanıma hazır meyve ve sebze üretmek için, amaçlanan gaz atmosferini sağlamak oldukça zordur. Başlıca problem, meyve sebzelerin solunum oranlarına uygun geçirgenlikte ambalaj materyallerinin yeterince bulunmamasıdır. Filmlerin çoğu, özellikle de yüksek solunum oranlarına sahip ürünler söz konusu olduğunda, optimum O₂ ve CO₂ atmosferini sağlayamamaktadır (Ahvenainen, 2000). Bu amaca uygun olanlardan bir tanesi mikroperforeli filmlerdir. Bunlarda, her ürün için farklı olacak şekilde, belirli sayıda ve boyutlarda çok küçük gözenekler mevcuttur ve bunlar aracılığıyla istenilen atmosfer oluşturulabilmektedir. Bu alanda üretimi yapılan ticari bir mikroperforeli film, hem yüksek nemi muhafaza etmekte, hem de orta düzeyde O₂'e karşılık yüksek CO₂ ortamı sağlamaktadır (Zagory, 1998).

Diğer çözümler ise düşük yoğunluklu polietilen (LDPE) + oriente polipropilen (OPP) + etilen vinil asetat (EVA) kombinasyonu veya polietilen + seramik materyal kombinasyonudur. Her iki kompozit materyal de, salataların ambalajlanmasında en fazla kullanılan ve gaz geçirgenliği yüksek olan polietilen veya OPP'den daha fazla gaz geçirgenliğine sahiptir. Bu materyallerin ısı ile kapatılabilme özelliği de oldukça iyidir ve ticari olarak da üretilmektedir. Bu materyallerle ambalajlanan doğranmış lahanaya ve rendelenmiş havucun raf ömrü 5 °C'de OPP'e göre 2-3 gün daha uzun olup 7-8 gündür. Son zamanlarda geliştirilen yeni bir soluyan film, 3 tabakalı bir yapıya sahip olup taze salataların raf ömrünün 1-2 °C'de 16 gün olmasını sağlamaktadır (Ahvenainen, 2000).

Solunum yapan ürünlerde, anaerobik koşulların oluşmaması için ambalaj filminin geçirgenliğinin, sıcaklıkla birlikte en az solunum oranı artışı kadar artması gerekir. Ancak birçok filmin geçirgenlik oranı sıcaklıktan çok fazla etkilenmemektedir (Ahvenainen, 2000). Diğer taraftan yan zincir polimer teknolojisi ile üretilen bir filmin, sıcaklık artışı olduğunda geçirgenliği artmakta ve böylece anaerobik koşulların oluşması engellenmektedir (Zagory, 1998). Ahvenainen (2000), solunum yapan ürünler için sıcaklığa duyarlı film üzerine bir çalışma yürütüldüğünü ve söz konusu filmin 2 farklı tabakadan veya aynı materyalin 2 farklı kalınlıkta oluşturduğu tabakalardan meydana geldiğini, sıcaklık yükseldiğinde veya düştüğünde tabakaların farklı oranlarda genişleyerek, geçirgenliği önemli ölçüde artırdığını bildirmiştir.

Yüksek O₂ ile birlikte, yüksek CO₂'li; MAP uygulamasının, enzimatik esmerleşmeyi, anaerobik fermentasyon reaksiyonlarını ve aerobik-anaerobik mikrobiyel gelişmeyi engellemede etkili olacağı belirtilmektedir (Ahvenainen, 2000). %50 O₂ + %30 CO₂ içeren atmosfer bileşiminin, minimal işlenmiş havuçlarda %1-3 O₂ + %5-10 CO₂ içeren MAP' ye eşdeğer,

bazı durumlarda daha iyi sonuçlar verdiği ifade edilmektedir (Amanatidou vd., 2000).

2.5. Depolama

Kullanıma hazır gıdaların güvenliğini sağlayan en önemli koruyucu işlem soğukta muhafazadır. 10 °C veya üzerindeki sıcaklıklarda depolama ürünü kabul edilemez duruma getirir. Bu sıcaklıklarda birçok bakteriyel patojen hızla gelişebilir, hatta ambalaj içinde hızla O₂ tüketimi olduğunda *Clostridium botulinum* gelişerek toksin üretebilir. Üretim, dağıtım ve depolama aşamalarında sıcaklık düşük, tercihen 2-4 °C olmalıdır. Sıcaklıklardaki değişimlerden özellikle de yüksek sıcaklıklardan kaçınılmalıdır (Ahvenainen, 2000, Lanciotti vd., 2004; Soliva vd. 2003). Taze kesilmiş ürünlerde sıcaklık arttıkça solunum oranı da önemli ölçüde artmaktadır. Bunun sonucunda da bozulma ilerlemektedir. Bu nedenle kaliteyi muhafaza etmek için düşük sıcaklıklar zorunludur. Bu ürünlerde soğuk zararlanması söz konusu olabilmektedir. Ancak bunlar bütün haldeki ürünlere göre daha kolay bozulabilen ürünler olduğu için hafif bir soğuk zararlanmasına neden olan bir sıcaklık, çabuk bozulmaya neden olan bir sıcaklığa tercih edilmektedir (Watada ve Qi ,1999). Taze kesilmiş ürünler soyma, kesme, dilimleme, koruyucu epidermal tabakanın uzaklaştırılması gibi şiddetli fiziksel strese maruz kaldıklarından bütün haldeki ürünlere göre çok daha kolay bozulurlar. Bunu önlemek için düşük sıcaklıklarda tutulmalıdırlar. Genellikle 0 °C arzu edilmesine rağmen, bunların çoğu 5 °C’de hazırlanıp, taşınıp, depolanmaktadır (Watada vd. ,1996, Lanciotti vd. 2004).

3. MİNİMAL İŞLEM GÖRMÜŞ GIDALARIN MİKROBİYOLOJİK GÜVENİLİRLİĞİ

Taze kesilmiş ürünler, minimal işlem gördükten sonra doğal mikrofloralarının çoğunu üzerlerinde barındırırlar. Bu mikrofloranın bir kısmında patojenler oluşturur ve potansiyel sağlık problemlerine neden olurlar. Bu ürünlerde geliştiği saptanan ve gelişme olasılığı olan başlıca patojenler; *Listeria monocytogenes*, *Clostridium botulinum*, *Aeromonas hydrophila*, *Escherichia coli-0157:H7*, *Salmonella* ve *Campylobacter jejuni*’dir (Francis vd., 1999; Lanciotti vd. 2004). Bu ürünlerde mikroorganizmaların gelişmesini etkileyen faktörler aşağıda açıklanmıştır.

3.1. Yıkama ve Antimikrobiyel Çözeltilere Daldırma

Mikroorganizmalar meyve ve sebze yüzeylerine tutunarak gelişirler ve bir biofilm oluştururlar. Bu durum, mikroorganizmaları çevre koşullarına karşı korurken, yıkama suyunda kullanılan dezenfektanlara ve yıkama yöntemlerine karşı da korumuş olur. Dezenfektanların mikroorganizmaları öldürme yeteneği koşulla-

ra göre değişebilmektedir. Bunların mikroorganizmalar üzerine etkisi; mikroorganizmaların tipine, yüzeye tutunma mekanizmalarına ve meyve sebzelerin fiziksel özelliklerine göre değişmektedir. En yaygın kullanılan kimyasal dezenfektanlar asitler, klor bazlı bileşikler, H₂O₂ ve ozondur. H₂O₂ ve ozon, uygulama sonrası kalıntı maddeler bırakmaz ve mikroorganizmalar üzerine etkileri daha fazladır. Diğer bir grup da doğal biyolojik maddelerdir. “Cinnamaldehyde”, pirüvik aldehit, benzaldehit gibi aroma bileşikleri, esansiyel yağlar ve glukozinolatlar bu grupta yer alıp, patojenleri kontrol etmek için kullanılmaktadır. Ancak gıdanın aromasını değiştirebileceklerinden, bu amaçla kullanımları sınırlı kalmaktadır. Dezenfektanların bir kısmı hücre membranını parçalayarak mikroorganizmaları etkiler (Cherry, 1999; Soliva vd., 2003).

Minimal işlem görmüş gıda üreticileri, ürünlerdeki başlangıç bakteriyel popülasyonu azaltmak amacıyla yıkama suyu dezenfektanlarına fazlaca güvenmektedirler ve bu azalmanın kaliteyi iyileştirdiği ve raf ömrünü uzattığı inancı hakimdir. Ancak bunu desteklemeyen birçok çalışma mevcuttur (Zagory, 1999). Örneğin %10 H₂O₂ ile dezenfekte edilen marulda, başlangıçtaki mikrobiyel yük yalnızca su ile yıkamaya göre 1-2 log azalırken *Listeria monocytogenes*, dezenfekte edilen bir üründe, yalnızca su ile yıkamaya göre daha iyi gelişmektedir (Bennik vd. 1996). 200 ppm’ e kadar klor içeren suyun “iceberg” salata ve domates üzerindeki doğal mikroflora ve *Salmonella*’nın bazı serotiplerini azaltma etkisi az olup genellikle 2 log düzeyini aşmamaktadır (Weissinger vd. 2000). Dilimlenmiş havuçlarda *Aeromonas hydrophila* klorlama öncesi ve sonrasında bulunabilmektedir (Torriani ve Massa, 1994).

Farklı taze kesilmiş sebzelerde dezenfektan olarak elektrolize su uygulaması, mezofilik ve psikrofilik gram negatif bakteriler üzerine, sodyum hipoklorit de dahil olmak üzere diğer kimyasal dezenfektanlara eşdeğer veya daha etkili sonuç vermektedir. Elektrolize su, dokuların yüzeyindeki mikroorganizmalara daha fazla etki ederken, doku içindeki mikroorganizmaların kontrol edilmesi çok daha zordur. Ancak bu sınırlı kontrol, doğal mikroorganizmaların, *Listeria monocytogenes* üzerine engelleyici etki yapması nedeniyle istenilebilir bir durumdur (Izumi, 1999).

FDA patojenlerin azalma derecesi olarak 5 log azalmayı öngörmektedir. Ancak mevcut dezenfektanlarla en fazla 3 log azalma sağlanabilmektedir. Bu nedenle mevcut yıkama yöntemlerinin değiştirilmesine ve daha etkili yeni dezenfektanların geliştirilmesine ihtiyaç vardır (Cherry, 1999). Antimikrobiyel daldırma çözeltilerinin kullanımına ilişkin güvenlik açısından bazı şüpheler vardır. Örneğin; dezenfeksiyon işlemiyle hammadde üzerindeki mevcut patojenler tam olarak elimine edilemediği bir durumda, dezenfeksiyon işle-

miyle aynı zamanda ürün üzerindeki doğal mikroflora, ya da doğal rekabetçi organizmalar uzaklaştırılabilir ya da sayısı azaltılabilir. Bunun sonucunda dezenfeksiyon, patojenlerin canlılığını sürdürmesini ya da gelişmelerini sağlayabilir bir başka deyişle onların dominant hale geçişine vesile olabilir (Francis vd., 1999).

3.2. Modifiye Atmosferde Ambalajlama

MAP' nin patojenlerin gelişimi üzerine etkisi tam olarak anlaşılmasına rağmen taze kesilmiş sebzelerin MAP'sı en azından 3 nedenden dolayı halk sağlığını ilgilendirebilir.

- 1) Gaz atmosferi ve düşük sıcaklık, bazı bozulma yapan aerobik mikroorganizmaları engeller. Bunlardan bazıları patojenlerin doğal rakipleri olabilir ve onları baskılayabilir. Bu durumda patojenler, herhangi belirgin bir bozulma belirtisi olmaksızın gelişebilirler.
- 2) MAP, ürünün raf ömrünü uzatır. Bu ise patojenlerin gelişmesi için gerekli zamanı sağlayabilir ve popülasyonda önemli bir artış olabilir.
- 3) Düşük O₂ konsantrasyonu (%2,5) *Clostridium botulinum* gibi obligat anaerobları engeller. Ancak sıcaklık yükselirse, artan ürün solunumundan dolayı, ortam anaerob olabilir ve *Clostridium botulinum* gelişerek toksin oluşturabilir (Francis vd. 1999).

MA'da ambalajlamada, özellikle düşük O₂'li ortama tolere edebilen psikrotrof, fakültatif anaerobların gelişmesi söz konusudur (Francis vd. 1999). Yüksek CO₂ konsantrasyonunun bakteriyel gelişimin lag fazını uzatarak bakterilerin çoğalmasını yavaşlattığına ilişkin pek çok kanıt mevcuttur (Hintlian ve Hotchkiss, 1986). Ancak bunların çoğu, %50-100 CO₂ konsantrasyonlarının kullanıldığı et ve kümes hayvanlarına ilişkin literatürden elde edilmiştir. Meyve ve sebzeler çok daha düşük CO₂ seviyelerinde fizyolojik zarar görürler ve bu nedenle yüksek konsantrasyonlar, tüm ürünler için uygun olmamaktadır. Gram negatif bakteriler, CO₂'e karşı gram pozitif bakterilerden, genellikle daha hassastır (Zagory, 1999; Soliva vd. 2003).

Yüksek CO₂ ve/veya düşük O₂, belirli mikroorganizmalar için seçici ortam oluşturabilir. Düşük O₂ *Listeria* ve laktik asit bakterileri gibi mikroaerofilik mikroorganizmalar için uygun olabilir (Zagory, 1999). CO₂'in bakterisidal ve bakteriostatik etkisi sıcaklığa bağlıdır. Ürünün yaşamı sırasında sıcaklıktaki yükselme, daha düşük sıcaklıklardaki depolamada CO₂'den etkilenen organizmaların gelişmesine olanak tanımaktadır. CO₂'in antimikrobiyel etkilerine dirençli olan fakültatif anaerob ve anaerob patojenler; sıcaklık yükseldiğinde gelişebilirken, düşük sıcaklıklarda ge-

lişmeyebilirler (Hintlian ve Hotchkiss, 1986).

Psikrotrofik patojenlerden *Listeria monocytogenes*'in aşılandığı marulda düşük O₂ ve yüksek CO₂ ortamı bu mikroorganizmanın gelişmesini teşvik etmiştir. Gelişme derecesi başlangıç inokülüm yüküne, ürünün çeşidine, rekabetçi bozulma yapan mikroorganizmaların popülasyon büyüklüğüne göre değişmiştir. Marulun dezenfekte edilmesi mikrobiyel bozulmayı en aza indirirken, *Listeria monocytogenes*'in gelişmesini teşvik etmiştir (Bennik vd., 1996).

Carlin vd. (1996)'nin yaptığı bir çalışmada ise *Listeria monocytogenes* ile aşılama minimal işlem görmüş marul yaprakları 10 °C'de, %10 O₂ ve artan oranlarda CO₂ içeren ortamda muhafaza edildiklerinde, CO₂ konsantrasyonu arttıkça bu bakteri daha iyi gelişmiştir. Öte yandan taze kesilmiş ıspanak yaprakları gaz geçirgenliği olan torbalarda 10 °C'de 12 gün muhafaza edildiğinde, 12 gün sonunda *Listeria monocytogenes* ve *Salmonella* gibi patojenlerin tayin edilemediği bildirilmektedir (Babic vd., 1996 a).

Yapılan araştırma sonuçlarına göre; *Aeromonas hydrophila*, *Salmonella* ve *Yersinia enterocolitica* modifiye atmosfer koşullarında da gelişebilmektedir. Bunların gelişmesi artan CO₂ (%50-100) konsantrasyonu ile azaltılabilmektedir. Ancak bu kadar yüksek CO₂ konsantrasyonlar; birçok taze kesilmiş sebze zarar vermektedir (Francis vd. 1999). Kullanıma hazır sebzelerin MA altında ambalajlaması, yeni bir teknolojidir ve bu teknolojinin patojenler ve bozulma yapan diğer mikroorganizmalar üzerine etkisini ve bunlar arasındaki etkileşimi belirlemek için çok daha fazla araştırma yapılmasına ihtiyaç olduğu belirtilmiştir (Francis vd., 1999).

3.3. Depolama Sıcaklığı

Depolama sıcaklığı minimal işlenmiş sebzelerde, mikroorganizmaların gelişmesini etkileyen belki de en önemli faktördür. Bu grup gıdalar için önerilen sıcaklık dereceleri 0-5 °C'dir. Minimal işlem görmüş gıdaların bu sıcaklıklarda depolanmasıyla mezofilik mikroflora gelişimi önemli ölçüde azalırken psikrotrof patojenlerin gelişmesi de sınırlandırılmaktadır. Yapılan çalışmalar, *Listeria monocytogenes*'in buzdolabı sıcaklığında depolanan "iceberg" salata ve doğranmış lahana gibi sebzelerde gelişebildiğini veya canlılığını sürdürebildiğini göstermektedir. Düşük sıcaklıklarda gelişebilmesine rağmen, depolama sıcaklığındaki azalma, lag fazını uzatarak gelişme oranını düşürmektedir. Depolama sırasında sıcaklıktaki artış ise, lag ve jenerasyon sürelerini belirgin bir biçimde azaltarak bu mikroorganizmanın daha hızlı gelişmesine olanak tanımaktadır (Francis vd. 1999; Soliva vd., 2003).

Minimal işlenmiş sebzeler yoğun işlemlerden geçmedikleri için, bunlarda bakteriyel patojenlerin kontaminasyonu ve depolama sürecinde çoğalması önemli bir sağlık konusudur. *Escherichia coli* ile aşılardan minimal işlem görmüş havuç, salatalık ve domatese 2 °C'de 10 gün depolama sonunda, bu bakteride hemen hemen hiç bir artış gözlenmezken, 9 °C'de depolama sonucu sayıda hızlı bir artış, 16 °C'de ise 10 gün içinde bozulma belirtileri görülmüştür (Bharathi vd. 2001). Dilimlenmiş iceberg salata ve doğranmış domates *Salmonella baidon* ile aşılansın 4 °C'de depolandığında, depolama süresi arttıkça, canlı hücre sayısında azalma olurken, 21 °C'de depolamada hücre sayısında artış görülmektedir (Weissinger vd., 2000).

Kıvırcık (%75), havuç (%15) ve kırmızı lahanadan (%10) oluşan kullanıma hazır karışık salata 4 °C'de modifiye atmosfer koşullarında depolandığında, artan CO₂ konsantrasyonunun da etkisiyle *Aeromonas hydrophila*'nın gelişmesi engellenmekte, ancak canlılığı sürdürdüğü gözlenmektedir (Garcia-Gimeno vd., 1996).

3.4. Doğal Mikroflora ile Etkileşim

Biyolojik koruma, gıdaların mikrobiyolojik güvenliğini artırmada yeni bir yaklaşımdır. Tanım olarak bu kavram gıdalardaki istenmeyen mikroorganizmaları yok etmek, ya da engellemek için antagonistik mikroorganizmalar veya bunların metabolik ürünlerinin kullanımını içerir. Laktik asit bakterileri (LAB) besin maddeleri için rekabete girmeleri, bakteriyosin ve organik ürünler, H₂O₂ gibi diğer antagonistik bileşikler üretmeleri nedeniyle biyokoruyucu niteliktedirler veya diğer mikroorganizmalara karşı engelleyici etkisi vardır (Schillinger vd. 1996). Sebzelerde bu bakteriler doğal olarak bulunurlar, ancak genellikle sayıları fazla değildir. Özellikle MA ambalajlanan bazı kullanıma hazır gıdalarda, aerobik bozulmaya neden olan bakterilerden daha hızlı gelişebilecekleri yüksek CO₂ konsantrasyonu söz konusu olduğunda, sayısal yük açısından yüksek düzeylere ulaşabilirler. Bu nedenle LAB'leri teşvik etmek için uygun gaz atmosferi seçilebilir ve istenmeyen patojenler baskı altına alınmış olur. LAB'lerinin rekabetçi etkileri, kullanıma hazır sebzelerde patojen gelişimini sınırlandırabilir, ancak mevcut veriler henüz bu sonuca ulaşmak için yeterli değildir (Francis vd., 1999).

Minimal işlenmiş meyve ve sebzelerden izole edilen LAB'lerin ürettiği bakteriyosinler, bu tip ürünlerde güvenliği tehlikeye sokan *Listeria monocytogenes*'i inhibe etmektedir. Bu nedenle bu ürünlerde biyokoruyucu olarak kullanılmaları söz konusu olabilir (Kelly vd. 1998). *Lactococcus lactis* kültürlerinin *Aeromonas hydrophila* üzerine engelleyici etkisi vardır

(McMahon ve Wilson, 2001). Garcia-Gimena vd. (1996)'ya göre minimal işlenmiş karışık salata; LAB'lerinin sayısının artması, gerek pH'yı düşürerek ve gerekse bakteriyosin üreterek *Aeromonas hydrophila*'nın gelişmesini engellemektedir. LAB'lerinin ürettiği bakteriyosinlerin çoğu molekül ağırlığı 10.000 daltonun altında olan küçük peptitlerdir. Bunların antibakteriyel etkisinde etki spektrumu, gram pozitif bakterilerle sınırlı görünmektedir. Bunlar *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* ve *Clostridium botulinum* gibi gıda patojenleri ve bozulmaya neden olan bakterilerdir. Gram negatif bakteriler, EDTA gibi çelat yapıcı bir ajan uygulamasıyla, dış membranlarının bariyer fonksiyonu bozulmadıkça, bakteriyosinlere genellikle hassas değildir. Bakteriyosin üreten LAB özellikle minimal işlenmiş bitkisel kökenli gıdaların biyokorumasında, potansiyel etkinlik oluşturmaktadırlar (Shillinger vd., 1996).

Kullanıma hazır sebzelerin doğal mikrofloralarının büyük kısmını psikrotrofik *Pseudomonas*lar oluşturur (Garcia-Gimena ve Zurera-Cosano 1997; Zagory, 1999). Bu mikroorganizmalar, hücre duvarını parçalayan enzimler salgılayarak besin maddeleri açığa çıkarırlar. CO₂'e nispeten duyarlı olmaları nedeniyle baskı altına alınmaları, patojenler gibi diğer mikroorganizmalar için ortamda besin elementleri bulunmasını etkileyebilir (Francis vd. 1999). Minimal işlenmiş meyve-sebzelerin güvenilirliğini artırmak için; yüksek basınç, ışınlama, darbeleri elektrikli alan gibi yeni sinerjistik yaklaşımlar da gelecekte bu ürünlerde söz konusu olabilir. Ancak tüm bu uygulamalar Kritik Kontrol Noktalarında Tehlike Analizleri (HACCP), İyi Üretim Teknikleri (GMP) ve İyi Tarımsal Teknikler (GAP) ile birlikte yürütülmelidir (Cherry, 1999).

Günümüzde minimal işlenmiş meyve ve sebzelere olan talep özellikle de endüstriyel olarak gelişmiş ülkelerde giderek artmaktadır. Tazesine en yakın özellikte olan bu ürünler tüketicilerin başta sağlıklı gıda tüketme isteği olmak üzere diğer birçok beklentilerine de yanıt vermektedir. Üreticilerin hedef aldığı ikinci grup olan hazır yemek hizmeti veren kuruluşlar için de bu tip ürünler oldukça cazip görünmektedir. Bu kuruluşlarda mevcut işgücünü azaltması ve zamandan tasarruf sağlanması nedeniyle maliyetler oldukça aşağı çekilebilmektedir.

Tüm bu avantajlarına karşın bu ürünlere henüz radikal bir muhafaza işlemi uygulanmaması bunların güvenliği konusunda bazı endişeleri de gündeme getirmektedir. Yeni gelişmekte olan bir sektör olması nedeniyle bu konuda yapılan çalışmalar yeterli değildir ve daha fazlasına ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

- Ahvenainen, R.(1996). New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables. *Trends Food Sci. Tech.*,7, 179-187.
- Ahvenainen, R.(2000). Ready-to-use fruit and vegetables. *Flair- Flow Europe Technical Manual F-Fe 376a/00*, May, 32 P.ISBN 1 84170 1068
- Amanatidou,R.A.,Slump, R.A.,Gorris, L.G.M. and Smid, E.J. (2000). High O₂ and high CO₂ modified atmospheres for shelf life extension of minimally processed carrots. *J.Food Sci.*, 65,61-66
- Babic, I., Roy,S., Watada, A.E. and Wergin, W.P. (1996 a). Changes in microbial populations on fresh-cut spinach. *Inter. J.Food Microbiol.*31, 107-119.
- Babic, I.,Watada, A.E. (1996 b). Microbial populations of fresh-cut spinach leaves affected by controlled atmospheres. *Postharvest Biolog.Techl.*, 9,187-193.
- Baldwin, E.A, Nisperos, M.O., Chen,X., Hagenmaier, R.O. (1996). Improving storage life of cut apple and potato with edible coating. *Postharvest Biolog.Tech.*, 9,151-163
- Beith-Halachmy, I., Mannheim, C.H. (1992). Is modified atmosphere packaging beneficial for fresh mushrooms. *Lebensm.-Wiss.U.-Tech.*, 25, 426-432.
- Bennik, M.H.J., Peppelenbos,H.W., Nguyen-The,C., Carlin, F., Smid, E.J., Gorris, L.G.M. (1996). Microbiology of minimally processed modified atmosphere packaged chicory endive. *Postharvest Biology and Tech.*, 9, 209-221.
- Bharathi,S., Ramesh, M.N. and Varadaraj, M.C. (2001). Predicting the behavioural pattern of e. Coli in minimally processed vegetables. *Food Control.*,12, 275-284.
- Blanchard, M.,Castaigne, F.,Willemal, C.,Malchlouf,J. (1996). Modified atmosphere preservation of freshly prepared diced yellow onion. *Postharvest Biolog.Tech.*9,173-185.
- Carlin, F., Nguyen-The,C.,Abreu Da Silva, A. and Cochet, C. (1996). Effect of carbondioxide on the fate of *listeria monocytogenes* of aerobic bacteria and on the development of spoilage in minimally processed fresh endive. *Inter. J. Food Microbiol.*32, 159-172.
- Cemeroğlu ,B., Acar,J. (1986). Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği-Yayın No:6 S.70.
- Cherry, J.P.(1999). Improving the safety of fresh produce with antimicrobials. *Food Tech.*, 53, 54-59.
- Dong, X., Wrolstad, R.E. and Sugar, D. (2000). Extending shelf life of fresh-cut pears. *J.Food.Sci.* 65, 181-187.
- Eytan, O., Weinert, I.A.G and McGill, A.E.J. (1992). Effect of salad dressing and citric acid dip on storage quality of shredded cabbage and carrots packed under modified atmosphere. *Lebensm.-Wiss.U.-Tech.*, 25, 426-432.
- Francis,G.A., Thomas, C. and O'beirne, D. (1999). The microbiological safety of minimally processed vegetables. *Inter. J. Food Sci. and Tech.*, 34, 1-22.
- Garcia-Gimeno, R.M., Sanchez-Pozo, M.D., Amaro-Lopez, M.A. and Zurera-Cosano, G. (1996). Behaviour of aeromonas hydrophila in vegetable salads stored under modified atmosphere at 4 and 15 °C. *Food Microbiol.*13, 369-374.
- Garcia-Gimeno, R.M., Zurera-Cosano,G. (1997). Determination of ready-to-eat vegetable salad shelf life. *Inter. J. Food Microbiol.*, 36, 31-38.
- Gorny , R. James, Hess-Pierce, B., Cifuentes A. Rodrigo. and Kader A. Adel. (2002). Quality changes in fresh-cut pear slices as affected by controlled atmospheres and chemical Preservatives. *Postharvest Biolog.Tech.* 24, 271-278
- Hintlian, C.B and Hotchkiss, J.H. (1986). The safety of modified atmosphere packaging: a review. *Food Tech.*, 40, 70-76.
- Hoover,D.G. (1997). Minimally processed fruits and vegetables:reducing microbial load by nonthermal physical treatments. *Food Techn.* 51(6), 66-69&71.
- Izumi, H. (1999). Electrolyzed water as a disinfectant for fresh-cut vegetables. *J. Food Sci.* 64, 536-539.
- Kelly ,W.J., Davey, G.P., Ward, L.J.H. (1998). Characterization of lactococci isolated from minimally processed fresh fruit and vegetables. *Inter. J. Food Microbiol.*, 45, 85-92.
- Lanciotti, R., Gianotti,A., Patrignani, F., Belletti, N., Guerzoni, M.E., and Gadrini, F. (2004). Use of natural aroma compounds to improve shelf-life and safety of minimally processed fruits. *Trends in Food Sci. Tech.* (In Pres).
- Laurila, E., Kervinen, R., Ahvenainen, R. (1998). The Inhibition of Enzymatic Browning in minimally processed vegetables and fruits. Review article. *Postharvest News and Information.*, 9, 53-66.
- Luna-Guzman, I., Barrett, M.D. (2000). Comparison of calcium chloride and calcium lactate effectiveness in maintaining shelf stability and quality of fresh-cut cantaloupes. *Postharvest Biology and Tech.*19, 61-72.
- Martinez, M.V., Whitaker,J.R. (1995). The biochemistry and control of enzymatic browning. *Trends in Food Sci. and Techn.* 6 ,195-200.
- Mchugh, T.H., Senes, E. (2000). Apple Wraps: a novel method to improve the quality and extend the

- shelf life of fresh-cut apples. *J. Food Sci.* 65, 480-487.
- Mcmahon, M.A.S., Wilson, I.G. (2001). The occurrence of enteric pathogens and aeromonas species in organic vegetables. *International J. Food Microbiol.* 70, 155-162.
- Mónica Ihl, Liliana A., Erick S., Edgar U., Valerio B., 2003. Effect of immersion solutions on shelf-life of minimally processed lettuce. *Lebensm.-Wiss. U.-Tech.* 36, 591-599
- Orsat, V., Garipey, Y., Raghavan, G.S.V., Lyew, D. (2001). Radio-frequency treatment for ready-to-eat fresh carrots. *Food Res. Inter.* 34, 527-536.
- Ottley, C. (2000). Nutritional effects of new processing technologies. *Trends in Food Sci. Techn.* 11, 422-425.
- Pala, M., Karakuş ,M. (1991). Gıda Sanayiinin Gelişme Perspektifinde Yeni Yönelimler. Bursa 2. *Uluslararası Gıda Sempozyumu*. 1-3 Ekim. Tarım Ve Köyişleri Bakanlığı Gıda Teknolojisi Araştırma Enstitüsü.
- Sapers ,G.M., Miller, R.L., Matrazzo, A.M. (1999). Effectiveness of sanitizing agents in inactivating *E.coli* in golden delicious apples. *J. Food Sci.*, 64, 734-737.
- Schillinger, U., Geisen, R., Holzapfel, W.H, (1996). Potential of antagonistic microorganisms and bacteriocins for the biological preservation of foods. *Trends in Food Sci. and Techn.*, 7, 158-164.
- Soliva- Fortuny, C. Robert. and Olga Martín- Belloso. (2003). New advances in extending the shelf-life of fresh-cut fruits: a review. *Trends in Food Sci. Tech.* 14, 341-353
- Torriani, S., Massa, S. (1994). Bacteriological survey on ready-to-use sliced carrots. *Lebensmittel-Wissenschaft Und Technologie* ., 27, 487-490.
- Tudela, J.A., Espín, J.C, Gil, M.I. (2002). Vitamin C retention in fresh-cut potatoes. *Postharvest Biology and Techn.* 26, 75-84
- Watada, A.E., Ko, N.P., Minott ,D.A. (1996). Factors effecting quality of fresh-cut horticultural products. *Postharvest Biology and Tech*, 9, 115-125.
- Watada, A.E., Qi, L. (1999). Quality of fresh-cut produce. *Postharvest Biology and Techn.*, 15, 201-205.
- Weissinger, W.R., Chantapanont, W., Beuchat, L.R. (2000). Survival and growth of salmonella baidon in shredded lettuce and diced tomatoes and effectiveness of chlorinated water as a sanitizer. *Int. J. Food Microbiol.*, 62, 123-131.
- Xu ,L. (1999). Use of ozone to improve the safety of fresh fruits and vegetables. *Food Tecn.* 53, 58-63.
- Zagory ,D. (1999). Effect of post-processing handling and packaging on microbial populations.

Postharvest Biology and Techn., 15, 313-321.

Zagory ,D. (1998). Modified atmosphere packaging of fresh produce. *Packaging International* No.117:1-5. April.

Nihal Türkmen, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünü 1988 yılında bitirdi. Aynı bölümde 1995 yılında yüksek lisans eğitimini tamamladı. 1990 yılında Uludağ Üniversitesi Bursa Meslek Yüksek Okuluna Öğretim görevlisi olarak atandı. Halen Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında doktora eğitimine devam etmektedir.



Ferda Sarı, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliğinden 1997 yılında mezun oldu 2000-2001 tarihleri arasında Cumhuriyet Üniversitesi Şebinkarahisar Meslek Yüksek Okulunda Öğretim Görevlisi olarak görev yaptı. 2001 yılında Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesine Araş. Gör. olarak atandı. 2002 yılından itibaren Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans yapmaktadır.