



## MINİMAL İŞLENMİŞ GIDALAR

Hande Özyürek\* Bige İncedayı\*\* Canan Ece Tamer\*\*\*

### ÖZET

Minimal işlenmiş gıdalar, meyve ve sebzelerin istenmeyen kısımlarının uzaklaştırılıp, gerekli ise soyulup, doğranması ve ardından ambalajlanması ile hazırlanan, yüksek besin değerine sahip, tüketimi pratik, tazeliğini koruyan kullanıma hazır ürünlerdir. Tüketim kolaylığı ve besleyici özelliği açısından minimal işlenmiş gıdalar yeni nesil tüketiciler tarafından tercih edilmekte ve minimal işlenmiş gıda endüstrisi hızla gelişmektedir. Minimal işlenmiş gıdalar hakkında tüketici ve üreticileri bilgilendirmek amacıyla hazırlanan bu derlemede, genel bilgilerin yanı sıra, ürünün mikrobiyal güvenliğinin sağlanması, kalite ve besin değerinin korunması amacıyla geliştirilen yöntemlere değinilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** minimal işlenmiş gıdalar, muhafaza, antimikrobiyal ajanlar, esmerleşmeyi önleyici ajanlar, kalsiyum tuzları, yenilebilir filmler, modifiye atmosferde paketlenme

## MINIMALLY PROCESSED FOODS

### ABSTRACT

Fresh-cut foods are minimally processed fruits and vegetables prepared through the process of trimming, if necessary peeling, cutting and packaging. Being convenient and nutritional, these fresh products are recently getting into the centre of consumers interest and food industry. With the purpose of providing information to consumers and manufacturers, this review covers basic aspects of fresh-cut foods and recent approaches with respect to preserving microbial safety, quality assurance and the nutritional value.

**Key Words:** minimally processed foods, preservation, antimicrobials, antibrowning agents, calcium salts, edible films, modified atmosphere packaging

\* Gıda Mühendisi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 16059 Görükle, BURSA

E-posta: ozyurekhande@hotmail.com Telefon: 0531 861 0823

\*\* Dr., Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 16059 Görükle, BURSA

\*\*\* Doç. Dr., Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 16059 Görükle, BURSA

## 1. GİRİŞ

Bir tarım bölgesi olan Türkiye’ de, 2012 yılı TÜİK verilerine göre yaklaşık olarak 27.8 milyon ton sebze, 18 milyon ton meyve üretilmiştir. Kişi başına yıllık sebze tüketiminin 266 Kg ve meyve tüketiminin de 7.4 Kg olduğu ülkemizde, gün geçtikçe sebze ve meyve tüketimine yönelim artmaktadır (Anonim 2010).

Günümüzde tüketiciler, minimal olarak işlenmiş, insan sağlığına faydalı olduğu kanıtlanmış, kolaylıkla ve kısa sürede hazırlanıp tüketilebilen doğal gıdalara yönelmektedir (Sonti 2003, Oliu ve ark. 2010). Amerika’ da yapılan bir araştırmada, 2005 yılından 2010 yılına kadar tüketime hazır sebze satışları %34,8; meyve satışları ise %23,3 oranında artış göstermiştir (Peder 2010). Bu yönelişin ana sebepleri olarak, yoğun ve hızlı iş yaşamı, sağlıklı beslenme konularında bilincin yükselmesi, satın alma gücündeki artış sayılabilir (Sonti 2003). FMI (Food Marketing Institute)’ in 2009 yılında yaptığı Shopping for Health başlıklı araştırmasında, katılımcılara sağlıklı gıda tüketmeme nedenleri sorulmuş ve katılımcıların %34’ ü tüketiminin zaman almasını, %37’ si ise, ev dışında ulaşılabilir olmamasını gerekçe göstermiştir (Carlo 2009). Amerika’ daki 2008 resesyonu sonrası, tüketicilerin satın alma gücündeki azalış nedeniyle, minimal işlenmiş sebze satışlarının %4, meyve satışlarının ise %14 azalış gösterdiği ancak, iyileşen ekonomi ile ilişkili olarak 2010 yılında satışların tekrar artmaya başladığı rapor edilmiştir (Cook 2011). Ayrıca yemek hizmeti veren kuruluşlar, iş gücünü ve atık miktarını azaltması sebebiyle bu ürünleri kullanmaktadır (Sonti 2003).

Minimal işlenmiş gıdalar, meyve ve sebzelerin istenmeyen kısımlarının uzaklaştırılıp, gerekli ise soyulup, doğranması ve ardından ambalajlanması ile üretilen, yüksek besin değerine sahip, tüketimi pratik, tazeliğini koruyan kullanıma hazır gıdalardır (James ve Ngarmasak 2010).

Minimal işlenmiş meyve ve sebzeler, orijinal hallerinden yalnızca fiziksel olarak değişim gösteren (kesme, doğrama, dilimleme vb. işlemler ile) ve işleme sonrasında da taze hallerini koruyan gıdalardır (Garrett 1997, Olivas ve Barbosa-Cánovas 2005).

Meyve ve sebzeleri minimal olarak işlemede iki temel amaç söz konusudur. Bunlardan ilki, ürünün besinsel kalitesini kaybetmeden tazeliğini korumak; ikincisi ise farklı bölgelere de dağıtımını olanaklı kılacak şekilde ürünün raf ömrünü uzatmak ve tüketilebilirliğini arttırmaktır (Ahvenainen 2000).

Dünya pazarında genel olarak yer alan minimal işlenmiş meyveler arasında, kavun, karpuz, mango, papaya, greyfurt, ananas ve bunların karışımları yer almaktadır. Minimal işlenmiş sebzelere örnek olarak ise; soyulmuş küçük havuç (baby carrots), mısır koçanı, brokoli, karnabahar, kuşkonmaz, kereviz sapı, lahana ve yer elması verilebilir. Bunların yanı sıra, yapraklı sebzelerin doğranması ile hazırlanan minimal işlenmiş salatalar da dünya pazarına sunulmakta ve talep görmektedir (James ve Ngarmasak 2010).

Minimal işlenmiş gıda endüstrisi 1980 yılından bu yana Avrupa ülkelerinde hızla gelişmektedir. Özellikle İngiltere, İtalya, Hollanda, İspanya ve İsviçre’ nin minimal işlenmiş gıda pazarında etkili oldukları görülmektedir. Asya ülkelerinde minimal işlenmiş gıda ürünlerine hızla artan ilgiye rağmen, ürünler genel olarak açık hava pazarlarında ve standlarda satılmakta, güvenli ve uzun raf ömrüne sahip ürünler bu pazarda yer almamaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde, değişen sosyal yaşam, minimal işlenmiş ürünler için yeni pazar fırsatları oluşturmaktadır. Ancak, bu ülkelerde kalite ile soğuk zincirin korunamaması, üretim tesislerindeki ekipman ve teknoloji yetersizliği, ürünlerde zirai ilaç kalıntılarının bulunması, gelişen bu sektör için sorun teşkil etmektedir (James ve Ngarmasak 2010).

## 2. MİNİMAL İŞLENMİŞ GIDALARIN MUHAFAZASI

Minimal işlenmiş gıdalar, minimal olarak işlem görmelerine rağmen, doğal bütünlüklerinin bozulması sebebiyle mikrobiyal ve kimyasal değişimlere açık hale gelmekte ve kısa sürede bozulma eğilimi göstermektedir. Bu nedenle, bu gıdalarda mikrobiyal güvenliği sağlamak, duyu kalite ve besin değerini korumak amacıyla çeşitli uygulamalar yapılmaktadır (Oliu ve ark. 2010).

İşleme sırasında meyve ve sebzelerin hücre zarlarının parçalanmasıyla, bozulmaya neden olan mikroorganizmalar ve patojenler için besin kaynağı oluşmaktadır. Ortamda patojen mikroorganizmaların gelişmesi için uygun su aktivitesi ve asitlik değeri sağlanıyorsa, mikrobiyal gelişim kaçınılmaz olmaktadır. Sebzeler 5 ve 5' in üzerindeki pH değerlerine sahip olmaları nedeniyle, meyvelere kıyasla mikroorganizma gelişimine daha açıktır. 2006 yılında Amerika'da *E.coli* O157:H7 ile kontamine olmuş ıspanak tüketimi, 205 kişinin hastalanması ve 3 kişinin ölümüyle sonuçlanmıştır (Francis ve ark. 2012). Meyvelerin düşük pH değerlerine sahip olmaları nedeniyle doğal floraları daha çok maya ve küflerden oluşmaktadır. Ancak, yüksek pH değerine sahip bazı meyvelerin (kavun, karpuz, papaya, avokado) yüzeyleri, patojen bakteri gelişimine olanak verebilmektedir. Örneğin; böğürtlende *Cyclospora cayetanensis*, meyve salatasında *Shigella* spp., kesilmiş karpuzda *Salmonella* spp.'in neden olduğu vakalara rastlanmıştır. Gıdanın doğal olma özelliğini yitirmeden, mikrobiyal gelişimin önüne geçmek için kimyasal katkılardan çok, doğal antimikrobiyal maddelerin kullanımı tercih edilmektedir. Bu amaçla; hexanal, hexanol, 2-(E)-hexenal, 3-(Z)-hexenol, esansiyel yağlar ve bazı meyvelerin ana aroma bileşenlerinin antimikrobiyal etkileri üzerine araştırmalar yapılmaktadır (Oliu ve ark. 2010).

Lanciotti ve ark. (2003), minimal işlenmiş elma üretiminde, hexenal, hexyl asetat ve (E)-2-hexenal antimikrobiyellerinin, *E. coli*, *Salmonella enteridis* ve *Listeria monocytogenes* patojenlerini inhibe edici etkilerini gerçek ve model sistemlerle incelemiştir. 150 ppm hexenal, 150 ppm hexyl asetat ve 20 ppm (E)-2-hexenal, *L. monocytogenes* için bakterisid etki gösterirken; 104-105 kob g<sup>-1</sup> başlangıç yüküne sahip, *E.coli* ve *S. enteridis*' in lag fazlarını önemli ölçüde uzatmıştır. Roller ve Seedhar (2002), minimal işlenmiş kivi ve kavun meyvelerini 1-15 mM arasındaki konsantrasyonlara sahip karvakrol çözeltilerine daldırarak, 4°C ve 8°C' deki toplam canlı mikroorganizma sayılarını incelemiştir. 5-15 mM arasındaki konsantrasyonlara sahip çözeltiler, 4 °C' de 21 gün sonunda toplam canlı sayısını azaltırken; istenmeyen renk ve koku oluşumuna da sebep olmuştur. Minimal işlenmiş domateslerde, uçucu antimikrobiyeller için bir salınım sistemi geliştirilmesi amacıyla, sarımsak yağının b-cyclodextrin ile enkapsülasyonu üzerine araştırma yapan Ayala-Zavala ve González-Aguilar (2010), serbest ve kapsül içerisinde sarımsak yağı uygulaması sonucunda mikrobiyel gelişmeyi ve duyu kaliteyi incelemiştir. Serbest sarımsak yağının mikrobiyel gelişme üzerinde en etkili olduğu miktarlar (100 and 200 mg/100 g), duyu açıdan red edilirken, enkapsüle sarımsak yağı, en yüksek antimikrobiyel etkiyi ve duyu beğeniyi, uygulanan en yüksek konsantrasyonda (1g/100g) göstermiştir.

Minimal işlenmiş gıdalarda kalite kaybına yol açan önemli diğer bir sorun ise, enzimatik esmerleşmedir. Doğranmış ve soyulmuş ürünlerin, havanın oksijenine doğrudan maruz kalması sonucu, fenolik maddeler okside olmakta ve kahverengi pigmentlere dönüşmektedir. Enzimatik esmerleşmenin önüne geçmek için reaksiyonu katalizleyen polifenol oksidaz enziminin çalışmasını engelleyici ajanlar kullanılmaktadır (Rojas-Graü ve ark. 2009). Minimal işlenmiş gıdaların üretiminde genellikle kullanılan indirgen ajanlar; askorbik asit, izoaskorbik asit, sodyum eritorbat, tiol içeren aminoasitler (N-asetilsistein, glutatyon vb.)' dir (Oliu ve ark. 2010). Saper ve Miller (1998), minimal işlenmiş armutlarda esmerleşmeyi önlemek ve kaliteyi korumak amacıyla yaptıkları çalışmada, sodyum eritorbat (%4), kalsiyum klorür (%0.2) ve 4-hexyresorcinol (100 ppm) içeren solüsyona daldırılıp, %14 O<sub>2</sub> ve %3 CO<sub>2</sub> içeren modifiye atmosferde 4°C' de 12-14 gün muhafaza edilen 'd'Anjou' cinsi armut dilimlerinin esmerleşme

reaksiyonlarının kontrol altına alınmış ve kalitenin korunmasını sağlamıştır. Moline ve ark. (1999)'nın, 0.5 M sitrik asit ve 0.05 M N-acetilsistein karışımı uyguladıkları minimal işlenmiş muz dilimlerinde 5 °C ve 15 °C de muhafaza sonucu esmerleşme, 7 gün boyunca kontrol altına alınmış ve mikrobiyel bozulma gözlenmemiştir. Minimal işlenmiş armutların raf ömürlerinin uzatılması üzerine yapılan başka bir araştırmada ise kalsiyum askorbat, kalsiyum laktat ve 4-hexylresorcinol içeren solüsyonlar uygulanmıştır. %1 askorbik asit ve %1 Ca-laktat ile esmerleşmenin önüne geçilmiş, ancak tekstürde yumuşama önlenememiştir. %0.01 4-hexylresorcinol, %0.5 askorbik asit ve %1 kalsiyum laktat kombinasyonu ile muamele edilen ve kısmi vakumda ambalajlanan armutlarda, 2-5 °C'de 15-30 günlük raf ömrü sağlanabilmiştir. Fakat kontrol grubu ve 4-hexylresorcinol içeren grup arasında panelistler tarafından tat farklılığı gözlenmiştir (Dong ve ark. 2010).

Kesme, doğrama işlemleri sırasında hücre altı bölümler bozularak enzim ve substratın bir araya gelmesine neden olmaktadır. Böylece, pektolitik enzimler pektik bileşiklerle interaksiyona geçerek, tekstürde yumuşamaya yol açmaktadır. Bunun önüne geçmek için kalsiyum tuzları kullanılmaktadır. Kalsiyum iyonları, pektik bileşiklerle çapraz bağlar oluşturarak fizyolojik bozulmanın önüne geçmektedir (Rojas-Graü ve ark. 2009). Bu amaçla en çok kullanılan kalsiyum tuzu, kalsiyum klorürdür. Ancak, kalsiyum klorürün acı tat vermesi nedeniyle son yıllarda kalsiyum propiyonat ve kalsiyum askorbat kullanımı üzerinde çalışmalar yoğunlaşmıştır (Oliu ve ark. 2010). Luna- Guzmán ve Barrett (2000) minimal işlenmiş kantaloop kavunlarında saklama sırasında meydana gelen yumuşamanın önüne geçmek üzere kalsiyum klorür (%2.5) ve kalsiyum laktat (%2.5) çözeltilerinin etkinliğini araştırmıştır. Çözeltilere daldırılıp 1 dakika muamele edilen kavunlar, 5°C'de %95 bağıl neme sahip ortamda 12 gün boyunca tekstürünü korumuştur. Ancak, kalsiyum klorür ile muamele edilen kavunlarda istenmeyen acı bir tat meydana gelmiştir. Kalsiyum tuzlarının minimal işlenmiş kavunların kalite ve raf ömürlerine etkisini inceleyen Saftner ve ark. (2003), tek başına 100µL/L Na-hipoklorit çözeltisine 30s daldırılmış kavunların, 40 mM konsantrasyonundaki kalsiyum propiyonat ve kalsiyum klorür ilave edilmiş Na-hipoklorit çözeltisine daldırılanlara oranla 10 °C'de 7 gün sonunda daha yüksek mikroorganizma yükü ve daha düşük miktarda uçucu bileşiğe sahip olduklarını belirtmiştir. Silveira ve ark. (2011), 'Galia' tipi kavunları, yumuşamayı kontrol altına almak amacıyla, 60 °C'deki kalsiyum klorür, sitrat, laktat, askorbat, tartarat, silikat, propionat veya asetat tuzu (%0.4 saf kalsiyum klorür çözeltisine eşdeğer oranda) içeren hidrojen peroksit çözeltileri (50mg L<sup>-1</sup>) ile 1 dk muamele etmiştir. 5°C'de 10 gün sonunda, 4.5 kPa O<sub>2</sub> and 14.7 kPa CO<sub>2</sub> bileşimine ulaşan pasif modifiye atmosfer koşullarında, kalsiyum laktat, askorbat ve klorür, tatta bozulmaya neden olmadan, solunumu düşürmüş, meyve dokusundaki kalsiyum miktarını arttırarak dokunun sertliğini korumuştur. Benzer şekilde Barbagallo ve ark. (2012), minimal işlenmiş patlıcanlar üzerinde kalsiyum askorbat ve kalsiyum sitratın yumuşama engelleyici etkisini araştırmıştır. 60 °C'deki %0.4' lük çözeltilere daldırılan patlıcan dilimleri, 4 ± 0.5 °C'de pasif atmosferde (O<sub>2</sub>: %20.20; CO<sub>2</sub>: %0.50) 10 gün muhafaza edilmiştir. İki çözelti de esmerleşmeye neden olan polifenoloksidaz, yumuşamaya neden olan pektinmetilesteraz ve poligalakturanaz aktivitesini düşürürken, kalsiyum askorbat çözeltisine daldırılan grup tüketiciler tarafından beğenilmiştir.

Mikrobiyal, antioksidan, tekstür koruyucu ajanlar ürüne genellikle sıvı solüsyonlara daldırma yöntemi ile uygulanmaktadır. Son yıllarda, daldırma yöntemine göre daha etkin olarak bu aktif ajanları içeren yenilebilir filmler geliştirilmektedir (Oliu ve ark. 2010). Yenilebilir filmler; nem, hava ve oksijen kontrolü sağlamak için uygulanan sindirilebilir bariyerlerdir. Aynı zamanda akıllı ajanlar için taşıyıcı görevi üstlenebilmektedirler. Yenilebilir filmler; çitosan, alginat, pektin bazlı olarak üretilmektedir. Minimal işlenmiş ürünlerin besleyici özelliğini arttırmak ya da korumak amacıyla, yenilebilir filmlere kalsiyum glukonat, vitamin E, askorbik asit ve probiyotik eklenmesi konusunda çalışmalar yürütülmektedir (Rojas-Graü ve ark. 2009, Oliu ve ark. 2010). Minimal işlenmiş papayaların kalitesi üzerinde çitosan

filmlerin etkisini araştıran Aguilar ve ark. (2009), düşük, orta ve yüksek molekül ağırlıklı çitosan filmleri, 0.01 ve 0.02 g mL<sup>-1</sup> konsantrasyonlarında uygulamış ve 5 °C’deki kalite değişimlerini incelemiştir. 0.02 g mL<sup>-1</sup> orta molekül ağırlıklı çitosan filmler, en yüksek antimikrobiyel ve en düşük enzim aktivitesini göstermiştir. Xiaoa ve ark. (2011), d’Anjou cinsi armutları yalnızca sodyum klorür içeren solüsyona daldırılmış, ayrıca daldırma sonrası çitosan ve karboksimetil çitosan içeren yenilebilir film ile kaplamış ve bu iki yöntemin esmerleşme reaksiyonu inhibisyon etkinliğini kıyaslamıştır. Sodyum klorür uygulamasından sonra karboksimetil çitosan film ile kaplanan örneklerde enzimatik esmerleşmede azalma ve *E.coli* O157:H7 inaktivasyonu açısından güçlü etkiye saptanırken, çitosan film ile uygulanan armutlarda renkte açılma ve polifenoloksidaz aktivitesinde artış görülmüştür. Qi ve ark.(2011), ‘Fuji’ elmalarda çitosan filmlerin esmerleşme engelleyici ajanlarla kombinasyonu (%1 çitosan; %2 askorbik asit + %0.5 CaCl<sub>2</sub> + %1 çitosan ve %2 askorbik asit + %0.5 CaCl<sub>2</sub> + %1 çitosan) üzerinde yaptıkları araştırmada, çitosan kaplı uygulamalarda, enzimatik esmerleşmenin ve yumuşanın önüne geçildiğini bildirmiştir. Ancak, çitosanın su buharı için iyi bir bariyer oluşturamadığı belirtilirken, %2 askorbik asit + %0.5 CaCl<sub>2</sub> + %1 çitosan uygulaması ile başlangıç solunum miktarında düşüş gözlenmiştir. Plotto ve ark. (2010), kalsiyum askorbat, sitrik asit ve N-asetil-L-sistein esmerleşme önleyici ajanlarıyla muamele sonrası, karboksimetilselüloz ve karagenan filmleri ile kaplanmış minimal işlenmiş mangolarda 5 °C’de 20 gün sonundaki kalite değişimlerini değerlendirmiştir. Karboksimetilselüloz film uygulaması, kaliteyi korurken, karragenan film uygulanan örneklerde renge ait *L\** ve *b\** değerlerinde düşüş gözlenmiştir. Araştırmacılar, polisakkarit kaplamanın kalite açısından bir üstünlüğü olmadığı sonucuna varmıştır. Vargas ve ark. (2009)’nin minimal işlenmiş havuçlarla ilgili olarak yaptıkları çalışmada, yüksek molekül ağırlıklı çitosan saf olarak ya da metilselüloz veya oleik asit ile birlikte, basit immersiyon ve vakum ile (5 kPa, 4 dk) yöntemleri ile havuçlara uygulanmıştır. Vakum ile yapılan uygulamada, su buharı geçişini engelleme başarısı daha yüksek olduğundan, renk ve fiziksel özellikler bakımından daha iyi bir koruma sağlanmıştır. Sánchez-González ve ark. (2011), sofralık üzümde soğukta muhafaza sırasında kalite ve güvenliğin korunması amacıyla, bergamot esansiyel yağı içeren veya içermeyen hidroksipropilmetilselüloz ya da çitosan yenilebilir filmleri üzerinde çalışmıştır. Bergamot esansiyel yağı içeren ve içermeyen her iki yenilebilir filmin de ağırlık kaybı ve yumuşamayı azalttığı ancak, filmlerin solunum miktarını çok az miktarlarda düşürdüğü belirtilmiştir. Robles-Sánchez ve ark. (2013), 4°C’de muhafaza edilen minimal işlenmiş mangolarda, askorbik ve sitrik asit taşıyıcısı olarak alginat bazlı yenilebilir filmlerinin etkinliğini, antioksidan aktivite, renk ve biyoaktif bileşen miktarını analiz ederek belirlemiştir. Antioksidan ajan içeren aljinat filmlerin, daha yüksek renk değerlerine (*L\** and °Hue) ve vitamin C ilavesinden kaynaklanan yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. Du ve ark. (2009a), %3 ile %5 (w/w) arasında değişen konsantrasyonlarda yenibahar yağı, tarçın yağı ve karanfil tomurcuğu yağı içeren elma püresi ile oluşturulan yenilebilir filmlerin *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella enterica* ve *Listeria monocytogenes* patojenleri üzerindeki antimikrobiyel etkisini araştırmıştır. Antimikrobiyel etki, film üzerine yayma yöntemi ve antimikrobiyel maddelerin gaz fazında kültüre difüzyonu ile gözlenmiştir. Çalışmada, en etkili madde tarçın yağı, etkisi en zayıf antimikrobiyel ise yenibahar yağı olarak saptanmış ve bitkisel yağların iki yöntemde de bu üç patojen üzerinde etkin oldukları sonucuna varılmıştır. Benzer bir çalışmada Du ve ark. (2009b), %0.5’ ten %3 (w/w)’ e kadar değişen oranlarda yenibahar, kekik ve sarımsak yağları içeren domates bazlı yenilebilir filmler ile yine aynı üç patojen üzerindeki antimikrobiyel etkiyi film üzerine yayma ve gaz fazı difüzyon testi ile belirlemiştir. Antimikrobiyel etkinin, azalan yönde, kekik yağı, yenibahar yağı ve sarımsak yağında mevcut olduğu ortaya konmuştur. *L. monocytogenes*’ in bu esansiyel yağların buharına karşı daha hassasiyet gösterdiği, *E. coli* O157:H7’ nin her iki yöntemde de en dayanıklı bakteri olduğu saptanmıştır.

Minimal işlenmiş gıdalarda kalitenin korunması amacıyla uzun yıllardan beri kullanılmakta olan yöntem modifiye atmosferde ambalajlama (MAP)’ dir. MAP; gıdaların raf ömürlerini uzatmak

amacıyla, ürünün uygun geçirgenlikte bir ambalaj materyali ile paketlenmesi ve ambalaj içindeki hava bileşiminin değiştirilmesi ile uygulanan bir muhafaza yöntemidir (Karaman ve ark. 2006, Venkatesh 2009, James ve Ngarmsak 2010). Modifiye atmosfer, pasif ve aktif olmak üzere iki şekilde oluşturulmaktadır. Pasif MAP yönteminde, geçirgen olmayan bir materyal, yarı geçirgen bir filmle kaplanır ve modifiye atmosfer, bu kap içine konulan meyve ya da sebzenin yapacakları solunum ile oluşturulmaktadır. Aktif MAP yönteminde ise, ürüne göre değişen oranlarda; karbondioksit ve azot gazlarından biri veya kombinasyonunu içeren hava şartları oluşturulmakta, ürün bu şekilde modifiye edilmiş ortamda muhafaza edilmektedir (Venkatesh 2009). MAP yönteminde kullanılan ambalaj materyalleri; poliester, polietilen, polipropilen, polivinilklorürdür. Modifiye edilmiş atmosfer; ürüne göre değişmekle birlikte genellikle, ambalaj içindeki havanın vakumlama yoluyla alınması ve yerine, bileşiminde %30-60 CO<sub>2</sub>, %40-70 N<sub>2</sub> bulunan gaz karışımının verilmesi ile oluşturulmaktadır (Karaman ve ark. 2006). MAP’ de, atmosferin oksijeninin azaltılmasındaki amaç, aerobik solunumu engellemektir. Böylece aerob mikroorganizmaların gelişimi engellenirken, aynı zamanda meyve ya da sebzenin solunumu da yavaşlatılarak aşırı olgunlaşma ve çürüme probleminin önüne geçilebilmektedir. Ancak, anaerob ve fakültatif aerob bakteriler bu ortamda gelişebilmektedir. Bu nedenle, oksijen ortamdaki tamamen uzaklaştırılmayıp, minimum seviyede korunurken, ortamın karbondioksit oranı yüksek tutulmakta ve böylece mikrobiyal gelişim elimine edilmektedir. Azot gazı inert ve çözünür olmaması sebebiyle; ortamdaki oksijenin uzaklaştırılmasında ikame edici olarak ve ambalajın çökmesini (deformasyonunu) önlemek için doldurma gazı olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, meyve ve sebzelerin olgunlaşması sırasında sentezlenen etilen hormonu, zarar görmüş dokularda daha fazla sentezlenerek kalite kayıplarına neden olmaktadır. MAP, oksijen varlığında gerçekleşen etilen sentezini engelleyerek ürünün duyu özelliklerinin de korunmasını sağlar. Ancak, MAP yönteminde ürüne özgü ambalaj materyalinin ve gaz kombinasyonlarının doğru olarak belirlenmesi gerekmektedir. MAP ambalajlı minimal işlenmiş ürünlerin soğukta muhafaza edilmesine dikkat edilmelidir (Venkatesh 2009). Wright ve Kader (1997), farklı bileşimdeki kontrollü atmosfer koşullarının, kalite ve karotenoid bileşimi üzerine etkisini, 5°C’ de muhafaza edilen dilimlenmiş şeftalilerde 7 gün, Trabzon hurmalarında 8 gün boyunca incelemiştir. %2 O<sub>2</sub>, %12 CO<sub>2</sub>+ hava ve %2 O<sub>2</sub> + %12 CO<sub>2</sub> bileşimlerine sahip ortam, şeftalilerde kalite bakımından bir etki göstermezken, bileşiminde %12 oranında CO<sub>2</sub> bulunan ortam Trabzon hurmalarında önemli renk değişimlerine sebep olmuştur. %12 CO<sub>2</sub> + hava ortamında muhafaza edilen şeftali dilimlerinde, b-karoten ve b-kriptoksantin ve dolayısıyla retinol eşdeğeri sayısı düşük bulunmuştur. Trabzon hurmalarında ise, karotenoid miktarları %2 O<sub>2</sub> ve %12 CO<sub>2</sub> + hava ortamında muhafaza edilen örneklerde daha düşüken, %2 O<sub>2</sub> + %12 CO<sub>2</sub> altında meydana gelen kayıpların önemsiz derecede az olduğu bildirilmiştir. Gorny ve ark. (2002) yaptıkları çalışmada, Barlett armutlarında kontrollü atmosferde ve kimyasal koruyucuların varlığında 0°C’ de 10 gün sonunda meydana gelen kalite değişimlerini incelemiştir. Düşük basınçta O<sub>2</sub> (0.25 ve 0.5 kPa) + CO<sub>2</sub> (5,10 ve 20 kPa) + hava karışımı ve tek başına süperatmosferik O<sub>2</sub> (40,60 ve 80 kPa) esmerleşme ve yumuşamayı önleyememiş ancak, %2 (w/v) askorbik asit, %1 (w/v) kalsiyum laktat ve %0.5(w/v) sistein daldırma çözeltisi ile yapılan ön muamele ile esmerleşme ve yumuşamanın önüne geçilmiştir. Panelistlerin %82’ si görünüşü kabul edilebilir bulurken, bu oran tat ve koku değerlendirmesinde %70 olarak saptanmıştır. Bico ve ark. (2009)’ nın yapmış oldukları çalışmada, %0.5 askorbik asit, %2 kalsiyum klorür ve %0.75 sistein çözeltisi ile muamele edilip, karregen filmle kaplanmış ve %3 O<sub>2</sub> ve %10 CO<sub>2</sub> içeren kontrollü atmosfer koşullarında muhafaza edilen minimal işlenmiş muzların 5 gün boyunca ağırlık kaybı ile polifenolksidaz enzim aktivitesindeki artışın önlendiği ortaya konmuştur. Ayrıca, renk, sertlik, pH, titrasyon asitliği, toplam çözünür madde, fenolik madde miktarları çok küçük oranlarda değişmiş ve örnekler mikrobiyel açıdan kabul edilebilir sınırlar içinde kalmıştır. ‘Rocha’ tipi armutlarda, O<sub>2</sub> miktarının etkisini araştıran Gomesa ve ark. (2012), armut dilimlerini, 3 ve 5 pH’ ya ayarlanmış 250 mM kalsiyum askorbat çözeltilerine daldırıp, ardından

MAP koşullarında 5 °C’ de 20 gün muhafaza etmiştir. Metabolizma, sertlik, titrasyon asitliği, pH, çözünür madde miktarı, su aktivitesi, askorbat miktarı ve mikrobiyel gelişmenin, ortamda bulunan O<sub>2</sub> miktarlarından bağımsız olduğunu ancak, 16.7 kPa basınçta O<sub>2</sub>’ nin esmerleşme reaksiyonlarını önemli ölçüde azalttığını belirten çalışmada ayrıca, pH değeri 3 olan çözeltide esmerleşmenin daha hassas gerçekleştiği rapor edilmiştir.

Tüm bu uygulamalara ek olarak, minimal işlenmiş gıdaları özellikle mikrobiyolojik açıdan güvence altına almak üzere yüksek hidrostatik basınç, vurgulu elektrik alan, ultrason ve UV-ışık gibi ön işlemler de mevcuttur (Gómez ve ark. 2011).

### 3.SONUÇ

Son yıllarda, değişen sosyal yaşam, hızla gelişen endüstri, tüketicilerin zamanlarını evden çok iş yerinde ya da okulda geçirmeleri, onları istenilen zaman ve mekanda kolaylıkla ulaşılabilen, pratik bir şekilde hazırlanıp tüketilebilen gıdalara yöneltmiştir. Sosyal statünün ve ekonomik gücün arttığı, bilgi akışının çok daha kolay hale geldiği 21. yüzyıl, beraberinde sağlıklı beslenme konusunda daha bilinçli bir toplumu getirmiştir. Toplumun bu yöndeki ihtiyaç ve isteklerine cevap veren minimal işlenmiş gıda endüstrisi, hızla gelişmektedir. Gelişmekte olan ülkemiz de, minimal işlenmiş gıda endüstrisinin hızına yetişmeli ve bu doğrultuda ambalajlama teknolojisi ve muhafaza yöntemlerinin geliştirilmesi konusunda Ar-Ge çalışmaları yapmalı ve araştırma sonuçlarının endüstri boyutuna taşınmasına destek vermelidir.

### 4. KAYNAKLAR

- Ahvenainen, R., 2000. Ready-to-use fruit and vegetables. Flair-Flow Europe Technical Manual 376A/00, May 2000. 5 -33.
- Anonim. 2010. Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK), [http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?alt\\_id=45](http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?alt_id=45)
- Anonim. 2012. Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK),
- Ayala-Zavala, J.F. and González-Aguilar, G.A. 2010. Optimizing the use of garlic oil as antimicrobial agent on minimal işlenmiş tomato through a controlled release system. *Journal of Food Science*, 75: M398–M405.
- Barbagallo, R.N., Chisari, M., Caputa G. 2012. Effects of calcium citrate and ascorbate as inhibitors of browning and softening in minimally processed ‘Birgah’ eggplants. *Postharvest Biology and Technology*, 73: 107–114.
- Bico, S.L.S., Raposo, M.F.J., Morais, R.M.S.C., Moaris A.M.M.B. 2009. Combined effects of chemical dip and/or carrageenan coating and/or controlled atmosphere on quality of minimal işlenmiş banana. *Food Control*, 20: 508–514.
- Carlo, J. 2009. Supermarket pharmacy trends. Food Marketing Institute (FMI). <http://www.pacific.edu/Documents/school-pharmacy/acrobat/Supermarket%20Pharmacy%20Trends%20-%20Presentation.pdf>-(Erişim Tarihi: 04.01.2013).
- Cook, R. 2011. Tracking demographics and U.S. fruit and vegetable consumption patterns. Department of Agricultural and Resource Economics University of California, Davis. <http://agecon.ucdavis.edu/people/faculty/roberta-cook/docs/Articles/BlueprintsEoEConsumptionCookFinalJan2012Figures.pdf>-(Erişim Tarihi:03.01.2012).

- Dong, X., Wrolstad, R.E., Sugar, D. 2000. Extending shelf life of minimal işlenmiş pears. *Journal of Food Science*, 65: 181–186.
- Du, W.X., Olsen, C.W., Avena-Bustillos, R.J., McHugh, T.H., Levin, C.E. and Friedman, M. 2009a. Effects of allspice, cinnamon, and clove bud essential oils in edible apple films on physical properties and antimicrobial activities. *Journal of Food Science*, 74: M372–M378.
- Du, W.-X., Olsen, C.W., Avena-Bustillos, R.J., McHugh, T.H., Levin, C.E., Mandrell, R. and Friedman, M. 2009b. Antibacterial effects of allspice, garlic, and oregano essential oils in tomato films determined by overlay and vapor-phase methods. *Journal of Food Science*, 74: M390–M397
- Francis, G.A., Gallone, A., Nychas, G.J., Sofos J.N., Colelli, G., Amodio, M.L., Spano, G. 2012. Factors Affecting Quality and Safety of Minimal işlenmiş Produce. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 52: 595–610.
- Garrett, E., 1997. Minimal işlenmiş produce and food safety. *Journal of the Association of Food and Drug Officials*, 61(1): 26 - 29.
- Gomesa, M.H., Fundoa, J.F., Poçasa, M.F., Almeida D.P.F. 2012. Quality changes in minimal işlenmiş ‘Rocha’ pear as affected by oxygen levels in modified atmosphere packaging and the pH of antibrowning additive. *Postharvest Biology and Technology*, 74: 62–70
- Gómez, P., Welti-Chanes, J., Alzamora, S.M., 2011. Hurdletechnology in fruitprocessing. *Annual Review Food Science and Technology*. 2, 447–465
- González-Aguilar, G.A., Valenzuela-Soto, E., Lizardi-Mendoza, J., Goycoolea, F., Martínez-Téllez, M.A., Villegas-Ochoa, M.A., Monroy-García, I. N. and Ayala-Zavala, J. F. 2009. Effect of chitosan coating in preventing deterioration and preserving the quality of minimal işlenmiş papaya ‘Maradol’. *J. Sci. Food Agric.*, 89: 15–23.
- Gorny, J.R., Hess-Pierce, B., Cifuentes, R.A., Kader, A.A. 2002. Quality changes in minimal işlenmiş pear slices as affected by controlled atmospheres and chemical preservatives. *Postharvest Biology and Technology*, 24(3): 271–278.
- James, J.B., Ngarmasak, T. 2010. Processing of minimal işlenmiş tropical fruits and vegetables: A technical guide. Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office for Asia and the Pacific, RAP Publication 2010/16, Bangkok.
- Karaman, B., Tamer, C.E., Çopur, Ö.U. 2006. “Modifiye Atmosfer Uygulaması ve Minimal işlenmiş Gıdalar”, *Hasad Gıda*, Yıl: 22, Sayı: 254, 58 – 63.
- Lanciotti, R., Belletti, N., Patrignani, F., Giannotti, A., Gardini, F., Guerzoni, M.E. 2003. Application of hexanal, (E)-2-hexenal, and hexyl acetate to improve the safety of fresh-sliced apples. *J. Agric. Food Chem.*, 51 (10): 2958–2963.
- Luna-Guzmán, I., Barrett, D.M. 2000. Comparison of calcium chloride and calcium lactate effectiveness in maintaining shelf stability and quality of minimal işlenmiş cantaloupes. *Postharvest Biology and Technology*, 19 (1): 61-72.
- Moline, H. E., Buta, J. G., Newman, I. M. 1999. Prevention of browning of banana slices using natural products and their derivatives. *Journal of Food Quality*, 22: 499–511.
- Olivas, G.I. and G.V. Barbosa-Cánovas, 2005. Edible coatings for minimal işlenmiş fruits. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45, Number 7-8, 657 - 670.

- Oms-Oliu, G., Rojas-Graü, M.A., Gonzalez, L.A., Varela, P., Soliva-Fortuny, R., Hernando, M.I.H., Munuera, I.P., Fiszman, S., Martin-Belloso, O. 2010. Recent approaches using chemical treatments to preserve quality of minimal işlenmiş fruit: Areview. *Postharvest Biology and Technology*, 57: 139-148.
- Pedera, B. 2010. Minimal işlenmiş produce in the U.S.A. Perishables Group. <http://www.perishablesgroup.com/dnn/LinkClick.aspx?fileticket=mFzB9BJhR0w=>-(Erişim tarihi: 04.01.2013).
- Plotto, A., Narciso, J. A., Rattanapanone, N. and Baldwin, E. A. 2010. Surface treatments and coatings to maintain minimal işlenmiş mango quality in storage. *J. Sci. Food Agric.*, 90: 2333–2341.
- Qi, H., Hu, W., Jiang, A., Tian, M., Li, Y. 2011. Extending shelf-life of minimal işlenmiş ‘Fuji’ apples with chitosan-coatings. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 12(1): 62–66.
- Robles-Sánchez, R.M., Rojas-Graü, M.A., Odriozola-Serrano, I., González-Aguilar, G., Martin-Belloso, O. 2013. Influence of alginate-based edible coating as carrier of antibrowning agents on bioactive compounds and antioxidant activity in minimal işlenmiş Kent mangoes. *LWT - Food Science and Technology*, 50(1): 240–246
- Roller, S. and Seedhar, P. 2002. Carvacrol and cinnamic acid inhibit microbial growth in minimal işlenmiş melon and kiwifruit at 4° and 8°C. *Letters in Applied Microbiology*, 35: 390–394.
- Saftner, R.A., Bai, J., Abbott, J.A., Lee, Y.S. 2003. Sanitary dips with calcium propionate, calcium chloride, or a calcium amino acid chelate maintain quality and shelf stability of minimal işlenmiş honeydew chunks. *Postharvest Biology and Technology*, 29(3): 257–269.
- Sánchez-González, L., Pastor, C., Vargas, M., Chiralt, A., González-Martínez, C., Cháfer, M. 2011. Effect of hydroxypropylmethylcellulose and chitosan coatings with and without bergamot essential oil on quality and safety of cold-stored grapes. *Postharvest Biology and Technology*, 60(1) 57–63.
- Sapers, G. M. and Miller, R. L. 1998. Browning inhibition in minimal işlenmiş pears. *Journal of Food Science*, 63: 342–346.
- Silveira, A.C., Aguayo, E., Chisari, M., Artés, F. 2011. Calcium salts and heat treatment for quality retention of minimal işlenmiş ‘Galia’ melon. *Postharvest Biology and Technology*, 62(1): 77–84.
- Sonti, S. 2003. Consumer perception and application of edible coatings on minimal işlenmiş fruits and vegetables. *MSc. Thesis*, The Department of Food Science, Graduate Faculty of the Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College LA, U.S.
- Vargas, M., Chiralt, A., Albors, A., González-Martínez, C. 2009. Effect of chitosan-based edible coatings applied by vacuum impregnation on quality preservation of minimal işlenmiş carrot. *Postharvest Biology and Technology*, 51(2): 263–271.
- Venkatesh, A. 2009. Modified atmosphere packaging (MAP): The half guide. <http://www.packagingconnections.com/downloads/MAP%20ppt.pdf>-(Erişim Tarihi: 06.01.2013).
- Wright, K.P., Kader, A.A. 1997. Effect of controlled-atmosphere storage on the quality and carotenoid content of sliced persimmons and peaches. *Postharvest Biology and Technology*, 10(1): Pages 89–97.
- Xiaoa, Z., Luo, Y., Luo, Y., Wang, Q. 2011. Combined effects of sodium chlorite dip treatment and chitosan coatings on the quality of minimal işlenmiş d’Anjou pears. *Postharvest Biology and Technology*, 62(3): 319-326.