

Derleme

Yarı İşlenmiş Meyve ve Sebzelerin Muhafaza Yöntemleri

Celile Aylin OLUK

Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Adana, Türkiye;
aylinoluk@yahoo.com, +90 322 334 0055

Özet

Uzun çalışma saatleri, ekonomik hayatta yer alan kadın sayısının artması, yükselen gelir düzeyi, yemek pişirmeye ayrılan zamanın azalması, tüketim alışkanlıkları gibi sebeplerden dolayı, özellikle büyük şehirlerde yaşayanlar hazır gıda tüketimine yönelmektedir. Ancak artan kanser ve obezite vakaları insanların, çok fazla işlem görmemiş olan tüketilmeye hazır gıdalara yönelmesine sebep olmaktadır. Meyve ve sebzelerde hasat edilip tüketilene kadar geçen sürede besin kalitesinde ve içerdiği suyun azalması, mikrobiyolojik olarak bozulma gibi metabolik olaylar meydana gelebilmektedir. Taze meyve ve sebzelerin kalite özelliklerinin tüketilene kadar muhafaza edilmesi ve israf edilmemesi önemlidir.

Bu derleme, yarı işlenmiş meyve ve sebzelerde işlem sırasında oluşan değişiklikleri incelemek ve alternatif yöntemler hakkında bilgi vermek amacıyla yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kitosan, propolis, yenilebilir kaplamalar, çığit tohumu, karboksimetil selüloz, pullulan

Storage Methods of Minimal Processed Fruits and Vegetables

Abstract

Living in big cities tend to ready to eat food consumption, because of the reasons such as long working hours, increasing number of women in economic life, rising

income level, decreasing time for cooking and consumption habits. However, increasing cancer and obesity cases are causing people to turn to untreated food, ready to eat food. During fruit and vegetables when harvested to consumed can occur metabolic disorder such as the decrease in water and food quality and microbiological deterioration. It is important that the quality characteristics of fresh fruits and vegetables are preserved and not wasted until consumed.

This review was conducted in order to examine the changes that occurred during the processing of semi- processed fruits and vegetables and briefly provide information on alternative methods.

Keywords: Chitosan, propolis, edible coatings, cottonseed, carboxymethyl cellulose, pullulan

Kısaltmalar:

ACC : aminosiklopropan karboksilik asit
1-metilsiklopropan :1-MCP
E. coli : *Escherichia coli*
Lysteria monocytogenes : *L. monocytogenes*
Yersinia enterocolitica : *Y. enterocolitica*
MAP:Modifiye atmosfer paketleme
Oksijen : O₂
Karbondioksit : CO₂
Hidrojen peroksit : H₂O₂
Azot: N
Güvenilir kabul edilmiş : GRAS
Peyniraltı suyu : PAS
Karboksimetil selüloz : CMC
Metil selüloz : MC
Hidroksipropil selüloz : HPC
Hidroksipropilmetil selüloz : HPMC

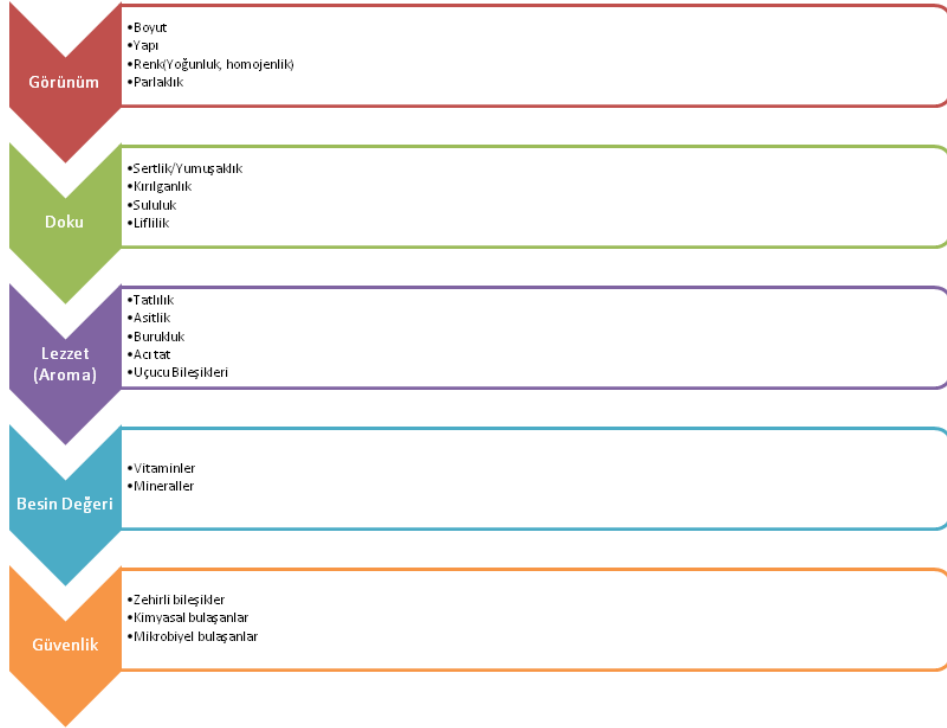
1. Giriş

Masraf, işgücü ve hijyen sebebiyle yemek şirketleri soyulmuş, dilimlenmiş, kıyılmış sebze ve meyveleri satın almayı hedeflemektedir. Yarı işlenmiş meyve ve sebzeler taze ve yıkanmış olarak ağız sıkıca kapalı uygun polimerik bir ambalaj içine

konulmuş gıdalardır. Yarı işlenmiş meyve ve sebzeler Türkçede ‘hazır meyve sebze’ veya ‘tüketime hazır meyve sebze’ olarak adlandırılmaktadır. Yarı işlenmiş meyve ve sebzelerin kalitesi tazeleri ile aynı olmak zorundadır (Lin ve Zhao, 2007). Ayrıca dağıtımının mümkün olabilmesi için tüketilene kadar raf ömrünün sağlanması gerekmektedir (Huxsoll ve Bolin, 1989). Pazarlama açısından yarı işlenmiş sebze veya meyvelerin mikrobiyolojik, duyu ve beslenme açısından raf ömrünün en az 4-7 gün, ama tercihen 21 güne kadar uzun olması istenir. Ancak raf ömrünün uzatılması askorbik asit ve karoten kaybı gibi beslenme kalitesinin sınırlayıcı faktörü olmaktadır (Garret, 1994). Bu derlemenin amacı yarı işlenmiş meyve ve sebzelerin hammaddeden başlayarak ambalaj ile sonuçlanan işlem basamaklarında kalite ve raf ömrünü etkileyen faktörleri ortaya koymaktır.

Taze meyve ve sebzelerin minimum işlenmesinin, beslenme değerinin yitirilmeden taze halde muhafazası ve yeterli bir raf ömrünün sağlanması yanında dağıtımının kolay yapılabilmesi gibi amaçları vardır. Bu gıdaların meyve ve sebzelerin depolanması, ön yıkama, ayıklama, hazırlık (kesme ve dilimleme, kök kesme, rendeleme), dezenfeksiyon amaçlı yıkama, durulama, mikrobiyel gelişimi engelleme için kurutma ve paketlenme gibi işlem basamakları bulunmaktadır (Cemeroğlu, 2011).

Yarı işlenmiş meyve ve sebzelerin pazarlanabilmesine için en önemli kalite özellikleri Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Minimal işlenmiş meyve ve sebzelerin kalite özelliklerini belirleyen faktörler

Yıkama işleminin bulaşık olan toprak ve tarım ilacı artıklarını gidermek amacı yanında, mikroorganizma yükünü ve depolamada enzimatik esmerleşmeyi azaltma gibi yararları bulunmaktadır. Bu sebepten yıkama sularının + 4°C'nin altında ve mikrobiyel kalitesinin iyi olması gerekmektedir. Yıkama sularının dezenfeksiyonu amacıyla farklı kimyasallar kullanılmaktadır. En yaygın olarak kullanılan klor uygulaması, etkisini hızla kaybetmesi ve çevreye klor gazı yayılması gibi olumsuzluklar sebebiyle eski çekiciliğini kaybetmiştir. Son zamanlarda klorun ultrasonik yöntemlerle kombine edilmesi yönünde araştırmalar sürmektedir (Cemeroğlu, 2011). Asetik asit (CH₃COOH) ile hidrojen peroksitin (H₂O₂) suda hazırlanmış karışım halindeki çözeltisi olan peroksi asetik asit (POAA)'in sanitasyon etkisi, ortam organik madde yükünden, ortam pH ve sıcaklığından etkilenmemektedir. Ayrıca kullanım sonunda su, O₂ ve asetik aside

parçalanması üstün özelliklerindedir. Wang ve ark.(2007), yaptıkları bir çalışmada 80 mg/L peroksi asetik asit kullanımının taze doğranmış elmalarda *E. coli* O157:H7 popülasyonunu azaltmada klor, askorbat çözeltisinden etkili olduğunu bulmuşlardır. Yapılan araştırmalar ve ticari uygulamalara göre klorun yerini alabilecek en uygun dezenfektan ozondur. Tek başına kullanılabilirdiği gibi diğer dezenfektanlarla da kombine edilerek kullanılabilir. Örneğin taze doğranmış marulların yıkanması ve durulanmasında 2.5 mg/L serbest elverişli ozon ile 100 mg/L serbest elverişli klor kombinasyonu kullanılması önerilmektedir (Garcia ve ark., 2003). H₂O₂ yüzey sterilizasyonu amacıyla bütün haldeki meyve ve sebzelerde ve doğranmış ürünlerde uygulandığı görülmektedir. Fallik ve ark. (1994), tarafından yapılan bir çalışmada patlıcan ve kırmızı biberde %0.24 H₂O₂ içeren çözelti ile muamele edilmesinin *Botrytis cinerea* ve *Alternaria alternata*'yı baskıladığı, depolama sırasında bozulmalarını önlediği bulunmuştur. Taze doğranmış kavun dilimlerinin H₂O₂ çözeltisiyle dezenfekte edilmesinin, klorla dezenfekte edilmesine göre raf ömrünü 4-5 gün uzattığı tespit edilmiştir (Bhagwat, 2006).

Dezenfektanların çok farklı etki düzeylerinden bahsedilmesinin sebebi, mikroorganizmaların bulunduğu konumdur. Dezenfektanların bakteri süspansiyonundaki bakterilere etkisi ile gıdanın yüzeyine tutunmuş bakterilere etkisi farklıdır. Çünkü yüzeye tutunmuş mikroorganizmalar koloni oluşturarak biofilm oluştururlar (Carpentier ve Cerf, 1993). Bu aşamadan sonra önemli olan dezenfektanın mikroorganizmaya ulaşabilmesidir. Örnek vermek gerekirse yüzeyi düzgün olmayan marulun dezenfekte edilmesi, elmaya göre daha zordur.

Yarı işlenmiş gıdaların iş gücü tasarrufu, hijyen, maliyet, kullanım kolaylığı gibi avantajları olmakla birlikte hızlı bozulma gibi dezavantajı da bulunmaktadır.

2. Meyve ve Sebzelerde Meydana Gelen Metabolizma Olayları

Meyve ve sebzelerdeki oluşan yaşamsal faaliyetlere metabolizma denir. Metabolizma olayları, ortam koşullarına bağlı olarak hızlı veya yavaş devam eder, bu sırada depo edilmiş çeşitli maddeler harcanır. Sonunda meyve ve sebzelerin yapısı bozulur. Metabolizma olaylarının en önemlileri etilen oluşumu, solunum (respirasyon), enzimatik esmerleşme, besin kaybı, su kaybı (transpirasyon) ve mikrobiyolojik bozulmadır (Brecht ve ark., 2004).

Etilen, taze meyve ve sebzenin depolanması, dağıtımı ve pazarlanması sırasında oldukça önemli bir etkiye sahip olan büyüme, gelişme, olgunlaşma ve yumuşama gibi birçok değişmeyi düzenleyen ve gaz fazında olan bir bitki hormonudur. Etilen oluşumu yer ve koşullara göre, bazen faydalı ve bazen de zararlı olabilmektedir. Klimakterik meyveler hariç, etilen genellikle meyve ve sebzeler üzerine olumsuz etki yapmaktadır (Kader 1985). Etilenin, yeşil dokunun buruşması, protein ve klorofil kaybının hızlanması, kuruma ve çürümeye karşı duyarlılığın artması, meyve olgunluğunu hızlandırarak birçok meyvenin depolama ömrünü kısaltması gibi gözlenen olumsuz etkilerine rağmen klimakterik meyveleri olgunlaştırma etkisi, meyvelerde renk gelişimini iyileştirmesi ve fındıklarda çatlamayı teşvik etmesi olumlu özelliklerindedir. Ortamdaki etilen konsantrasyonu sentez hızına bağlıdır (Morgan ve Drew, 1997). Etilen sentezinin artması ise ACC-sentaz enziminin aktivitesi ile ilgilidir. ACC-sentaz enzimi dokunun zedelenmesi veya genetik ekspresyon ile stimule edilir. Minimal işlenmiş meyve ve sebzelerde işleme sırasında doku zedelendiği için ACC-sentaz aktivitesi ve buna bağlı olarak etilen sentezi artar. Bu durumda solunum hızı artacağından olgunlaşma istenilmeyen boyutlara ulaşabilir (Glick, 2005). Etilenin etkisini azaltmaya yönelik olarak geliştirilmiş 1-MCP uygulaması yeni ve önemli bir tekniktir. 1-MCP bitkiye uygulandığında etilen alıcılarına bağlanarak etilenin bu bölgeye bağlanmasını engellemekte ve bu nedenle etilenle ilişkili biyokimyasal tepkimelerin hızını yavaşlatmaktadır. 1-MCP uygulaması karışık taşınan ürünlerin

etilene duyarlılığını da azaltmaktadır. 1-MCP ticari olarak SmartFresh™ ve EthylBloc™ isimleriyle satılmaktadır. Perera ve ark. (2003), elma dilimlerinde 1-MCP kullanımının etilen üretimini ve solunumu yavaşlattığını, ayrıca renk ile sertlik kaybını azalttığını bildirmişlerdir.

Meyve ve sebzeler canlılıklarını sürdürebilmek için hücrel reaksiyonlara ihtiyaç duyarlar bu reaksiyonlar için gerekli olan enerjiyi ise solunum (respirasyon) sonucu elde ederler. Normal koşullar altında taze meyve ve sebzeler aerob solunum yaparlar (Sharma ve Singh, 2000). Solunumda oksijen ve glikoz harcanırken, karbondioksit, su ve ısı oluşur. Genel olarak solunum hızı ile hasat sonu raf ömrü arasında ters bir ilişki vardır. Başka bir ifade ile solunum hızı aynı zamanda raf ömrünün de belirteçidir. Hasat sonrası karbonhidrat üretimi durduğundan hasat sonrasında sahip olunan karbonhidrat miktarı önemlidir. Solunum hızı yüksek olan meyve ve sebzeler daha kısa sürede rezervlerini harcadıklarından kısa raf ömrüne sahiptirler (Kader, 2002).

Enzimatik esmerleşme reaksiyonları ya monofenolik bileşiklerin o-difenollere hidroksilasyonu ile ya da o-difenollerin o-kinonlara oksidasyonu ile gerçekleşmektedir. GRAS seviyesinde askorbik asit, eritorbik asit (askorbik asitin izomeri) kullanılmaktadır. Ancak etkisi sürekli olmadığından yeni alternatifler araştırılmaktadır. Kükürt içeren aminoasitlerden glutation ve sisteinin esmerleşmeyi engelleyen etkin doğal bileşikler olduğu, enzimatik esmerleşmenin başlangıç aşamasında ara ürün olarak oluşan o-kinonları geriye yani o-difenol öncül maddelerine indirgeyerek veya direk o-kinonlarla reaksiyona girerek esmer pigmentlerin oluşmasına kadar engelledikleri saptanmıştır (Richard ve ark., 1991).

Meyve ve sebze canlılıklarının en önemli belirtilerinden biri de su kaybıdır (transpirasyon). Meyve ve sebzeler ortalama olarak %75-95 arasında su içerirler. Meyvelerde %4-6, sebzelerde %3-5 su kaybı ticari değerlerini düşürmektedir.

Transpirasyon ortamının sıcaklığına, meyve ve sebzelerin solunum hızına, çeşidine ve özellikle dış dokuların morfolojik yapısına bağlı olarak değişir (Cemeroğlu, 2011).

3. Yarı İşlenmiş Meyve ve Sebzelerdeki Mikrobiyal Bozulmalar

Meyve ve sebzelerin mikroorganizmalar etkisiyle bozulmaları, ekonomik kayıplara neden olması yanında, oluşan toksinlerin etkisi ile insanlarda akut ve kronik zehirlenmelere, enfeksiyon hastalıklarına da yol açabilmektedir. Genel olarak taze meyve ve meyve ürünlerinin doğal mikroflorasını, mayalar ve küfler oluşturur. Bunun sebebi bu mikroorganizmaların bakterilerden daha düşük pH değerlerinde gelişip çoğalabilmeleridir (Cemeroğlu, 2011). Taze sebzelerin mikroflorasını toprak, hava, su, böcekler ve hayvanlar etkilemektedir. Bunların mikrofloraya etkisi bitkinin yapısı ile farklılaşmaktadır. Örneğin kökler toprağa, yapraklar havaya daha fazla maruz kalmaktadırlar. Hammaddenin kabuklarının soyulması, kesilmesi ve dilimlenmesi sırasında ürüne havadan ve sudan birçok küf, maya ve bakteri bulaşır. Yarı işlenmiş meyve ve sebzelere ısı işlem uygulanmadığından, paketlenme ve kullanılan katkı maddeleri göz ardı edilirse tüm işlemler ve depolama +4°C civarındaki sıcaklıklarda gerçekleştirilmelidir. Yarı işlenmiş meyve ve sebzelerde *L. monocytogenes*, *Y. enterocolitica*, *Salmonella*, *E. coli*, *Clostridium* türleri hijyen kurallarına dikkat edilmediği takdirde yaygın olarak görülmektedir (Abadias ve ark., 2008).

L. monocytogenes, insan ve hayvan bağırsaklarında bulunan düşük sıcaklıkta ve oksijen varlığında gelişme gösteren patojen bakterilerdendir. Nispeten düşük su aktivitelerinde gelişme gösterebilmekte ve listeriosis enfeksiyonuna sebep olmaktadır. *Listeria* türleri tarımsal faaliyetler sonucu bitkilere geçmekte bu sebepten taze kesilmiş sebzelerde bulunma olasılığı artmaktadır (Rodriguez ve ark., 2000). Yaygın olarak gelişme gösterdiği sebzeler arasında yeşil salata, domates, kuşkonmaz, karnabahar ve lahana gelmektedir. Roberts ve ark., (1998) yaptıkları bir çalışmada kontrollü atmosfer şartlarında *L. monocytogenes*'i inhibe ederek brokoli ve kuşkonmazın raf ömrünü

uzatmışlardır. *L. monocytogenes* gelişimini önlemek için klor gibi kimyasal dezenfektanlar veya nisin gibi antimikrobiyel etkiye sahip bakteriyosinler kullanılabilir. Amerika'da 2010-2013 yılları arasında yapılan bir araştırmada *L. monocytogenes*'in yenilebilir filizlerde ve taze kesilmiş sebzelerde yaygın olarak bulunduğu belirlenmiştir (Luchansky ve ark., 2017).

Y. enterocolitica toprak, bitki örtüsü, göl suları, nehir, su kuyuları ekosisteminde bulunmakta, buzdolabı sıcaklığında gelişebilmekte, ham ürünlerde ve salata sebzelerinde görülmektedir. Fransa'da yapılan bir çalışmada alınan havuç örneklerinin %7'sinde insana zararlı olabilecek serotiplerine rastlanmaktadır (Catteau ve ark., 1985). 2005-2006 yılları arasında İspanya'da yapılan bir araştırmada tüketime hazır sebze ve meyve, yenilebilir filiz ve salata içeren 300 numunede *E. coli* ve *L. monocytogenes* yanı sıra *Salmonella*, *E. coli* O157:H7, *Y. enterocolitica* ve termotolerant *Campylobacter* yaygın olarak belirlenmiştir (Abadias ve ark., 2008).

Birçok ülkede ham sebze ve meyvelerin hasadı, nakliyatı, dağıtımını sırasında minimum hijyenik koşulların sağlanamaması sonucu kontaminasyonun ülkelere yayılması kolaylaşmaktadır. Fabrika atıkları, lağım ve lağım sularının ürünlerle kontamine olması, işleme yerlerinde çalışanların hijyenik kurallara dikkat etmemesi *Salmonella* 'nın da dahil olduğu patojenik bakterilerin yayılmasındaki en büyük etkenlerdendir. İngiltere'de Mayıs ve Haziran 2001'de perakende satış yerlerinden toplanan 3826 adet sade veya karışık taze salataların %0,5'inde *Salmonella* Newport PT33, *Salmonella* Umbilo ve *Salmonella* Durban suşları bulunmuştur (Sagoo ve ark., 2003).

E. coli, insan ve diğer sıcak kanlı hayvanların normal florasına dahildir. Meyve ve sebzeler bağırsak hastalıklarına sebep olan *E. coli* türlerinin bir veya ikisi ile tarlada veya hasat sonrası işlemler sırasında kontamine olabilirler. Kontaminasyon kaynakları ve mekanizması *Salmonella* 'ya benzerdir. Enterotoksik *E. coli* ülkeden ülkeye gıda

ve suyun hijyen standartları değiştiğinden dolayı seyahat edenlerin sıkça yakalandığı bağırsak hastalıklarının sebebidir. Kontamine olmuş çiğ sebzelerin bu tür hastalıklara sebep olduğu düşünülmektedir (Beuchat, 1998). *E. coli* O157: H7 gıda kaynaklı bir patojendir. İnek, sığır gibi hayvanlar patojenlerin doğal kaynakları olduğundan yayılması daha çok, kontamine olan az pişmiş et ve günlük ürünlerin tüketimi ile alakalıdır. Bununla beraber yayılmaların marul, kırmızı turp ve yonca filizlerine etten çapraz kontaminasyon sonucu bulaştığı farz edilir. 1995’de Montana’da 100’den fazla insanın etkilendiği *E. coli* O157:H7 salgını kaynağının marul olduğu bilinmektedir. Kesilmiş marullardaki bu mikroorganizmanın varlığı modifiye atmosfer paketlemeden etkilenmemektedir (Roberts ve ark., 1998). *E. coli* O157: H7 enfeksiyonu küçük kavun ve karpuzlarda da görülebilir. *E. coli* O157: H7’nin asidik koşullardaki varlığı organik asit miktarına ve sıcaklığa bağlıdır (Burnett ve Beuchat, 2001). Roberts ve ark. (1998) yaptıkları çalışmada *E. coli* O157: H7’nin 10°C’de sitrik ve malik asit ile asetik, laktik veya tartarik asit ile olduğundan daha hızlı inaktif olduğunu belirtmişlerdir.

Clostridium botulinum ve *Clostridium perfringens* hem toprakta hem de taze sebze ve meyvelerin üzerinde bulunurlar. Sebzelerin yüksek hızda solunum yapmalarından dolayı, paketlenmiş sebze ortamlarında anaerobik ortam oluşur. Çalışmalar *Clostridium botulinum*’un polivinille ve vakumlanarak paketlenmiş mantarlarda toksin oluşturduğunu göstermiştir. Meyve ve sebzelerin yüksek O₂ ve CO₂ geçirgenliğine sahip filmle kaplanması ve ayrıca 3°C’den daha düşük sıcaklıklarda depolanması sonucunda *Clostridium* sporlarının gelişmesi önlenir (Cemeroğlu, 2011).

4. Yarı işlenmiş meyve ve sebze üretiminde ambalajlama

Yarı işlenmiş meyve ve sebze üretiminde anahtar işlem aşaması ambalajlamadır. Ambalaj materyalinin seçiminde aşağıdaki kriterler göz önüne alınır (Şekil 2).



Şekil 2. Minimal Ambalajlama Kriterleri

4.1. MAP Ambalajlama

Yarı işlenmiş ürünlerde en yaygın kullanılan ambalaj şekli MAP ambalajlamadır. Modifiye atmosfer paketlemenin temel prensibi uygun bir spesifik gaz karışımı ile birlikte uygun geçirgen bir ambalaj materyalinin kullanımınıdır. Bu uygulamada amaç ambalaj içinde optimal bir gaz balansı sağlanarak ürünün solunum aktivitesinin mümkün olduğunca düşük tutulmasıdır. Ancak ambalaj içinde O₂ konsantrasyonu ve CO₂ seviyesi ürüne zarar vermemelidir. Genel olarak O₂, CO₂, N gazı kullanılır ve ambalaj içindeki gaz karışımının %2–5 O₂, %2–5 CO₂ ve geri kalan miktarın N gazından oluşması uygundur (Mullan ve McDowell, 2003). Ambalaj içindeki atmosferin kararlı konuma ulaşmasından sonra, ambalaj atmosferinin bileşiminin değişmeden kalması işlemin temel amacı olup, ambalaj filmleri bunu

sağlayacak şekilde seçilmelidir. Geçiş dönemi süresince ambalajdaki ürün, bileşimi uygun olmayan bir atmosfer altında kalmakta ve kararlı konumun olumlu etkisinden yararlanılması gecikmektedir. Örneğin, geçiş döneminde ambalaj atmosferinde oluşan CO₂ piki, MA paketlenmiş mantarların renginin kararmasına neden olmaktadır (Barron ve ark., 2002). MA paketlemelerde kaliteyi daha iyi korumak için bazı kimyasallar yerine ılımlı ısı uygulaması yapılmaktadır. Ilımlı ısı uygulaması renk esmerleşmesini engellemek, mikroorganizma yükünü azaltmak tekstürü korumak, soğuk zararını sınırlamak için tercih edilmektedir. Ilımlı ısıtmanın doğranmış armut kalitesini korumada etkili olduğu (Abreu ve ark., 2003), domateslerde soğuk zararını sınırladığı (Lurie, 1998) ve taze doğranmış kantaloplarda tekstürü koruduğu (Lamikanra ve ark., 2005) saptanmıştır. Yapılan ısı şoku etilen sentezini inhibe etmekte, dokunun etilene duyarlılığını azaltmakta ve hücre duvarının degradasyonuna neden olan hidrolitik enzimlerin aktivitelerini sınırlamaktadır (Lurie, 1998). Buna karşın pektinin PME tarafından demetilasyonuna olanak sağlayarak anyonik karboksil gruplarının oluşmasına yol açmaktadır. Bu şekilde anyonik karboksil grupları, Ca²⁺ ile köprü oluşturarak birbirlerine bağlanmak suretiyle hücre duvarları güçlenmektedir (Alonso ve ark., 1997).

MAP uygulamasının ürünün raf ömrünü %50-400 düzeyinde artırmak, ekonomik kayıpları azaltmak, ürünün uzak mesafelere dağıtımını kolaylaştırmak, kimyasal koruyucu kullanımını azaltmak gibi olumlu yanlarının yanı sıra maliyetinin yüksek olması, her ürün için farklı gaz formülasyonları gerektirmesi, özel alet ekipmana ve elemana gereksinimi olması, paket bir kez açıldığında yukarıda belirtilen yararlarının kaybolması gibi olumsuz özellikleri de bulunmaktadır (Rodriguez-Aguilera ve Oliveira, 2009).

4.2. Yenilebilir kaplamalar

Gıdaları korumak, raf ömürlerini uzatmak amacıyla bir gıdanın yüzeyi üzerinde oluşturulmuş, ince tabakalı, gıdayla birlikte yenilebilen, sentetik olmayıp doğal kaynaklardan elde edilen maddelerin geneline ait bir tanımlamadır (Thompson, 2003). Yenilebilir filmler ve kaplamalar üzerine yapılan bilimsel çalışmalarda son yıllarda bir artış gözlenmektedir. Bunun nedenleri bu filmlerin ve kaplamaların gıdaların kalitesini düzeltici potansiyele sahip olabilmesi, raf ömrünü artırması ve ambalajlama materyali olarak kullanılabilir olması sayılabilir. Bunların yanı sıra plastik ambalajların kullanımıyla artan çevre kirliliği de, doğada kolayca yok olabilen yenilebilir filmler üzerine yapılan çalışmaları tetikleyici unsurlardan bir tanesidir.

Yenilebilir kaplamaların kütle transferinin önlenmesi, su kaybının azaltılması, renk bozulmalarının geciktirilmesi, aroma kaybının azalması, gıda maddesinin yapısal bütünlüğünün mekanik darbelere karşı korunması, gaz transferinin (O_2 , CO_2) yavaşlatılması, klimakterik meyvelerde olgunlaşmanın geciktirilmesi, içine eklenen çeşitli bileşenlerle (lezzet, renk, tat vb. maddeler) desteklenerek gıda maddesinin duyu özelliklerini çekici hale getirilmesi, gıda yüzeyine kaplanan antioksidan ve antimikrobiyaller gibi koruyucu katkı maddeleri için taşıyıcı yüzey olarak kullanılması, esmerleşme reaksiyonlarını önleyici iyonlar, vitamin ve besleyici maddeler ilavesi ile gıdanın besleyici özelliğinin artırılması gibi görevleri bulunmaktadır (Rooney, 2005).

Yenilebilir film ve kaplamalar;

- i. kokusuz, tatsız, renksiz, saydam, berrak olmalı ve gıda maddesi ile uyum göstermelidir,
- ii. genellikle aşınmaya dayanıklı ve esnek olmalıdır,
- iii. farklı fonksiyonel ihtiyaçları (nem bariyeri, gaz bariyeri, su ve lipitte çözünürlük, renk ve görünüş, mekanik özellikler, vb.) karşılayabilmelidir,

- iv. yüzey görünümünü iyileştirmelidir (Çizelge 1). Ayrıca kullanılan ham maddeler genellikle GRAS seviyesinde olmalı, yavaş, fakat kontrollü ürün solunumuna izin vermeli, yapısal bütünlük sağlamalı ve mekanik işlemeyi geliştirmeli, gıda katkı maddelerini birleştirici görev yapmalı ve mikrobiyal bozulmayı uzun depolama süreleri boyunca engellemeli veya azaltmalıdır (Krochta, 2002).

Çizelge 1. Yenilebilir kaplamalar ve uygulanan meyve-sebzeler

Ürün	Kaplama materyali	Referans
Elma	Kazeinat, PAS protein	Le Tien ve ark., 2001
Dilimlenmiş elma	HPMC	Cisneros-Zevallos ve Krochta 2003
	Aljinat, jelatin, CMC	Moldão-Martins ve ark., 2003
	Zein	Bai ve ark.,2003
	Karrajenan, PAS izolat	Lee ve ark., 2003
	PAS izolat, HPMC	Perez-Gago ve ark. 2005
Avokado	Metilselüloz	Maftoonazad ve Ramaswamy 2005
Dilimlenmiş havuç	Ksantan gum	Mei ve ark., 2002
	Kalsiyum kazeinat, pektin, PAS izolat, CMC	Lafortune ve ark., 2005
Kiraz	Kazeinat, süt proteini	Certel ve ark., 2004
Mısır	Zein	Carlin ve ark., 2001
Yeşil biber	Lipit bazlı kaplama	Conforti ve Ball, 2002; Conforti ve Zinck, 2002
Kivi	Pullulan	Diab ve ark., 2001

Marul	Aljinat bazlı kaplama	Tay ve Perera, 2004
Dilimlenmiş Liçi meyvesi	Kitosan	Dong ve ark., 2004; Jiang ve ark., 2005
Mango	Zein, selüloz türevleri	Hoa ve ark., 2002
Şeftali	CMC	Toğrul ve Arslan, 2005
Dilimlenmiş armut	MC bazlı kaplamalar	Guadalupe ve ark., 2003; Olivas ve ark., 2003
Erik	HPMC/ lipit kompozit	Perez-Gago ve ark., 2003
Ahududu	Kitosan	Han ve ark., 2004b
Çilek	Kazeinat, PAS protein	Han ve ark., 2004a; 2004b
	Kitosan, HPMC	Park ve ark., 2005
	Kitosan	Vu ve ark., 2011
	Pullulan	Diab ve ark., 2001
	Buğday gluten bazlı	Tanada-Palmu ve Grosso, 2005
Dilimlenmiş taze deniz kestanesi	Kitosan	Pen ve Jiang, 2003
Brokoli	Kitosan, CMC	Ansorena ve ark., 2011
Mavi yemiş	Asitte çözünen kitosan, suda çözünen kitosan, kalsiyum kazeinat, sodyum aljinat	Duan ve ark., 2011

Yenilebilir film ve kaplamaların ana maddelerini proteinler, polisakkaritler, lipitler, reçineler veya bunların karışımları oluşturmaktadır (Debeaufort ve ark., 2000; Matuska ve ark., 2006). Proteinler bitki ve hayvanlarda yapı veya biyolojik aktivite sağlayan polimerik bileşenlerin geniş bir alanını kapsamaktadır. Proteinler polisakkaritlerden farklıdır. Zira proteinler yaklaşık olarak 20 aminoasit

monomerinden oluşmaktadır. Her bir aminoasit merkezi karbon atomuna bağlanmış farklı bir yan gruba sahiptir. Bu yan grup hidrofobik, hidrofilik, negatif veya pozitif olarak yüklenmiş olabilir. Dünya nüfusunun az bir yüzdesi bir veya daha fazla proteine alerjiktir ve proteinlerden oluşan film ve kaplamalar genellikle alerjik özelliği azaltmamaktadır. Bundan dolayı alerjik özelliği olan kişilerin ilgili proteinlerden korunabilmesi için ürün etiketinde bu konunun belirtilmesi gerekmektedir (Alper ve Acar, 1998)

4.2.1. Protein bazlı kaplamalar

Hem hayvansal proteinlerden (süt proteini gibi) hem de bitkisel proteinlerinden (zein, soya proteini ve buğday gluteni gibi) elde edilen yenilebilir kaplamalar, özellikle düşük bağıl nemde mükemmel O₂, CO₂ ve lipidbariyer özellikleri sergilemektedir (Baldwin ve Baker, 2002). Protein esaslı filmler ve kaplamalar güçlü bağlayıcı özellikleri nedeniyle çatlamaya yatkındır (Lim ve ark., 2002) ve nispeten zayıf nem bariyer özellikleri sergilemektedir.

4.2.1.1. Bitkisel protein bazlı kaplamalar

Zein mısır endospermde bulunan ve alkolde çözünen bir proteindir. Endospermdeki toplam proteinin %50'sini veya daha fazlasını oluşturmaktadır. (Shukla ve Cheryan, 2001). Alkol-su karışımı ile ekstrakte edilebilir ve granül bir toz halinde kurutulabilirler. Ticari zein esas olarak mısır öğütme endüstrisinin yan ürünüdür ve yıllardır film oluşturma özellikleri araştırılmakta ve ticari olarak kullanılmaktadır (Carlin ve ark., 2001). Zein çözeltisiyle oluşturulmuş filmler ürün üzerinde sert, parlak, dayanıklı ve mikroorganizmalar için koruyucu bir tabaka oluşturmaktadır. Zeinden yapılmış yenilebilir filmler kırılındırlar. Bu nedenle esnekleştirilebilmeleri için plastikleştirilmeleri gerekmektedir (Bai ve ark., 2003). Yenilebilir veya biyolojik olarak parçalanabilir zein esaslı filmlerin ve kaplamaların performansı, bileşimlerine ve morfolojilerine bağlıdır. Plastikleştiricilerin ilave edilmesi ve aynı zamanda çapraz bağlı

ajanlar, mekanik ve bariyer özelliklerini etkilemektedir (Zevallos ve Krochta, 2003). Zein kaplamaların O₂ ve CO₂ geçirme oranları alçak yoğunluklu polietilen, metil selüloz ve hidroksi propil selüloz filmlerinkinden daha düşük, poliester filmlerinkine ise benzerdir (Krochta, 1992). Orta düzeyde O₂ ve CO₂ bariyer özelliğine sahip filmler atmosfer O₂'inin etkisini azaltarak ve içindeki CO₂ konsantrasyonunu artırarak sebzelerin solunumunu artırmaktadır (Koyuncu ve Savran, 2002). Cho ve ark. (2002), yaptıkları çalışmada mısır zeini-stearik asit filmlerini peynir altı suyu tozu ve sodyum kazeinat filmleri karışımına lamine etmişlerdir. Mısır zeini laminasyonu gerilme gücünü artırıp, su buharı geçirgenliğini azaltarak ürünün mekanik ve su bariyer özelliklerini geliştirmiştir. Fakat bu işlem filmin uzama özelliğini azaltmıştır. Zein eker ve kurutulmuş fındık ezmesinin kaplanması da kullanılmaktadır. Çünkü bu filmler O₂ ve lipit için iyi bir bariyer özelliğine sahiptir. (Swenson ve ark., 1953). Ayrıca domateslere 5 µm kalınlıkta zein filmi uygulaması şiring ambalaj filmlerinden daha düşük O₂ ve CO₂ geçişine neden olmaktadır (Park ve ark., 1994).

Buğday gluteni, buğday nişastası üretiminde ortaya çıkan bir yan üründür. Yüksek molekül ağırlığı, yaygın apolar karakteri ve fraksiyonlarının çeşitliliği en önemli özellikleri arasındadır. Buğday gluteninden seçici gaz bariyer özelliği gibi orijinal özelliklere ve kauçuk benzeri mekanik özelliklere sahip filmler yapılabilmektedir (Tanada-Palmu ve Grosso, 2005). Buğday gluteni esaslı filmler homojen, saydam, mekanik olarak güçlü ve nispeten su dayanımına sahiptirler. Bunlar gıda esaslı katkı maddeleri kullanıldığı ve kirletici maddelerin kullanılmadığı zaman yenilebilmektedirler (Baldwin ve Baker, 2002).

Lipofilik karakterli polimerler, hayvansal ve bitkisel yağların veya aroma bileşikleri gibi nonpolar maddeler içeren ürünlerin ambalajlanması için uygun olmayabilir. Doğal olarak hidrofilik olan protein filmleri tek başına sarıcı film olarak veya sentetik ambalajlama materyallerine ilave edilerek kullanılabilir. Polimer filmlerin aroma geçirgenliği çoğunlukla O₂ geçirgenlikleriyle ilişkilendirilmiştir

(Tanada-Palmu ve Grosso, 2005). Buğday gluteni filmleri aroma bariyerleri olarak son zamanlarda dikkat çekmektedirler, ancak bu filmlerin aroma geçirgenliği özelliklerinin araştırılması gerekmektedir (Temiz ve Yeşilsu, 2006).

Besinsel ve fonksiyonel özelliklerinden dolayı soya proteini kullanımı son yıllarda sürekli artmaktadır. Gıda endüstrisinde kullanılan soya proteinleri protein içeriğine bağlı olarak soya unu, konsantresi ve izolatu olarak sınıflandırılmaktadır. Soya protein izolatu, filmlerin yapımında ham materyal olarak yaygın bir şekilde kullanılan en önemli proteinlerden biridir (Gennadios ve ark., 1994). Soya proteini yenilebilen ürünler için uygulanabilen ve biyolojik olarak parçalanabilen çevre dostu bir üründür (Swain ve ark., 2004).

Soya protein filmlerinin özellikleri çeşitli faktörler tarafından etkilenmektedir. Film oluşturan çözeltilerin protein konsantrasyonu, pH'sı ve uygulanan ısıl işlemler, kurutulmuş filmlere uygulanan ısıl işlemler, enzimatik işlemler, aldehitler ile çapraz bağlanmalar ve lipitler ile kombinasyonu şeklinde özetlenebilir (Rhim ve ark., 2000).

Soya protein izolatu, stearik asit ve pullulandan oluşan optimum yenilebilir bir film elde edilmiş ve kivilerin korunması için kullanılmıştır. Kaplanmış kivilerde olgunlaşma işleminin yavaşladığı, 37 günlük depolama süresince kaplanmış ve kaplanmamış kivilerin yumuşama oranlarının sırasıyla %29-%100 olduğu ve böylece kivilerin kaplanmasıyla depolama sürelerinin 3 kattan fazla arttığı tespit edilmiştir (Xu ve ark., 2001).

Çiğit tohumu filmleri iyi mekanik dayanım ve suda çözünmemeye ihtiyaç duyulan gıda olmayan paketlemenin belirli uygulamaları için kullanılabilir. Bu filmler ürünleri korumak, tohumları kaplamak ve su kaybını önleyici kaplama materyali olarak da kullanılırlar. Bu uygulamalarda film rengi, gözenekliliği ve biyolojik olarak parçalanabilirliği önemlidir. Film yapışkanlığı polimer yapısına, film oluşturma

işlemlerine, sıcaklığa, basınca, solvent tipine, katı madde / solvent oranına, film uygulama teknolojisine, plastikleştiricilerin varlığına hacim oluşturma ve çapraz bağlanma ajanlarına bağlıdır. Protein izolatlarının aksine çığit tohumu unu esaslı çözeltilerden film oluşturmak için gerekli şartların belirlenmesi oldukça zordur. Çünkü ham materyal protein, lipit, kül, selüloz ve karbonhidrat gibi maddelerden oluştuğundan oldukça kompleksir. (Marquie ve Guilbert, 2002).

4.2.1.2. Hayvansal protein bazlı kaplamalar

Yukarıda değinilen bitkisel proteinlerin yanında jelatin, kazein, PAS proteinleri, propolis gibi hayvansal proteinler kaplama materyali olarak kullanılmaktadır.

PAS proteini ve kazein gibi süt proteinleri sayısız işlevsel özellikleri sebebiyle yenilebilir filmler ve kaplamalar için önemli malzemelerdir. Kazein, toplam süt proteinlerinin yaklaşık % 80'ini temsil eder ve sulu çözeltilerden film oluşturabilir (Lin ve Zhao, 2007). Yüzey aktif malzeme olarak kazein şeffaf, kokusuz ve esnek yapısıyla emülsiyon filmlerinin oluşumu için kaplama materyali olarak kullanılabilir. Kazein kaplamalarının depolama sırasında kuru üzümde nem kaybını azaltmada önemli bir etkisi olmamıştır (Watters ve Brekke, 1961), ancak meyve ve sebzelerde nem kaybı kontrolünde kazein esaslı emülsiyon filmlerinin kazeinat filmlerden daha etkili olduğu gözlenmiştir (Krochta ve ark., 1990). Peynir altı suyu proteinleri, peynir işleme sırasında ortaya çıkan süt serumunda, çözünebilir toplam süt proteinlerinin % 20'sini temsil eder. Peynir altı suyu proteinleri de kazein bazlı filmlerde olduğu gibi uygun şekilde işlendiğinde şeffaf, kokusuz ve esnek filmler üretirler. O₂ ve yağ bariyeri ile bağlı nem içeriğine göre peynir altı suyu protein esaslı filmleri olarak sentetik polimer filmlerden daha iyi özellik gösterirler (Trezza ve Krochta, 2002). Kazeinat esaslı ve peynir altı suyu protein bazlı kaplamalar raf ömrünü uzatmak amacıyla O₂ ve nem bariyeri olarak kuru üzüm, dondurulmuş bezelye ve fıstıklarda uygulanmıştır (Chen, 1995; Mat'e ve Krochta, 1995). Bu proteinlerin özellikle yüzeydeki esmerleşmeyi

engellemek amacıyla kullanılmasının yararlı olacağı da belirtilmektedir. Örneğin elma ve patates dilimlerinin Ca-kazeinat veya peynir altı suyu protein izolatu ile kaplanmasının esmerleşmeyi engellediği, bunlardan peynir altı suyu protein izolatu ile kaplanmanın daha üstün bir antioksidan özellik gösterdiği öne sürülmektedir (Tien ve ark., 2001).

Propolis veya arı tutkalı doğadan bal arısı tarafından farklı bitki türlerinin yaprak örtüsünden kovanlarının yapımı ve bakımı için toplanan doğal bir reçineli maddedir. Bitki materyaline ve toplanma zamanına bağlı olarak değişmesiyle oluşan propolisin % 50'si flavonoidlerden ve fenolik bileşiklerinden olan reçine, %30'u mumlar, %10'u esansiyel yağlar, %5'i polen ve %5'i çeşitli organik bileşiklerden oluşmaktadır (Pietta ve ark., 2002). Propolisin etanolik ekstraktını içeren hidroksipropilmetilselüloz esaslı yenilebilir kaplamalar, depolama sırasında kalite ve raf ömrünü uzatmak için sofralık üzümlere uygulanmıştır. 10 günlük depolama sonunda kaplanmış numunelerin mikrobiyel yükünün kaplanmamış numunelere göre daha az olduğu belirlenmiştir (Pastor ve ark., 2011).

4.3. Polisakkarit bazlı kaplamalar

Selüloz, nişasta, agar, deniz yosunları (alginat, karragenan), kitosan gibi polisakkaritler, yenilebilir filmleri suda çözünen, yağa dirençli, sağlam ve esnek yapmak için kullanılmaktadır. Polisakkaritlerin hidrofilik yapısı nedeniyle bu materyalleri su kaybını azaltmak yerine gaz bariyeri olarak kullanmak avantajlıdır. Ancak yüksek nemli jelatinimsi polisakkarit kaplamalar gıdada nem bariyeri yerine nem kaybını etkili bir şekilde geciktirme özelliği gösterebilirler (Kester ve Fennema, 1986).

Selüloz bitki hücre duvarlarının yapısal malzemesidir. Genel olarak, selüloz türevleri mükemmel film formuna sahiptirler, ancak büyük ölçekli ticari kullanım için çok pahalıdır. Ticari olarak üretilen en yaygın selüloz türevleri CMC, MC, HPC ve

HPMC' dir. Bu malzemeler noniyoniktir ve diğer suda çözünür polisakkaritler, tuz ve yüzey aktif maddelerle uyumludur. Sulu veya sulu-etanol çözeltileri ile katı ve sıvı yağlara dayanıklı suda çözünen filmler üretilir (Nisperos-Carriedo, 1994).

Nişasta birçok bitkide bol bulunan doğal polisakkaridlerden biridir. Geniş kullanım aralığı olan düşük maliyetli bir hidrokolloiddir (Narayan, 1994). Nişasta filmleri genellikle şeffaf (Myllarinen ve ark., 2002) veya yarı şeffaf, kokusuz, tatsız ve renksiz ve düşük O₂ geçirgenliğine sahiptir (Rindlav ve ark., 1997). Nişasta filmlerinin O₂ geçirgenliği düşük olduğu için 20 °C'de % 50 - % 60 bağıl nemde ticari bir sentetik O₂ bariyer film olan etilen vinil alkol kopolimeri ile karşılaştırılabilir (Forsell ve ark., 2002). Dekstrinler, daha küçük molekül boyutlu nişastadan türetilir ve yenilebilir yapışkanlar olarak da kullanılır (Smith, 1984). Dekstrin kaplamalar daha iyi su buharı direnci sağlamalarından dolayı nişasta kaplamalardan daha koruyucu özellik gösterir (Lin ve Zhao, 2007). Pullulan yenilebilir nişastadan elde edilen mikrobiyal bir polisakkarittir ve biyolojik olarak parçalanabilir. Pullulan bazlı kaplamalar nem, O₂ ve CO₂ bariyer özelliklerinden dolayı taze çilekler ve kivilerin muhafazası için kullanılabilir (Diab ve ark., 2001). Genel olarak meyve ve sebzelerin muhafazası için nişasta ve türevleri iyi O₂ bariyeri ve yüksek solunum hızında olan meyve ve sebzelerin solunumunun geciktirilmesi için kullanılır.

Alginatlardan kahverengi yosun olarak da bilinen *Phaeophyceae* önemli yapısal polisakkaritlerdendir (Sanderson, 1981). Alginatlar homojen, şeffaf ve suda çözünür filmler oluşturur. Alginat esaslı filmler katı ve sıvı yağlara dayanıklıdır, ancak diğer hidrofilik polisakkaritler gibi yüksek su buharı geçirgenliği göstermektedir (Lin ve Zhao, 2007). Alginat kaplamalar iyi O₂ bariyeri olup (Conca ve Yang, 1993) meyveler ve sebzelerde lipit oksidasyonunu geciktirebilir (Kester ve Fennema, 1986). Alginat kaplamaların minimal işlenmiş havuçlarda ağırlık kaybını ve mikrobiyel yükü azalttığı belirlenmiştir (Amanatidou ve ark., 2000). Oksidatif ransidite, nem geçişi, yağ absorpsiyonu, görünüm, renk ve ağırlık kaybı özellikleri bakımından kalsiyum alginat

kaplama uygulanmış ve uygulanmamış mantarlar karşılaştırıldığında uygulama yapılanların daha iyi özellik gösterdiği belirlenmiştir (Hershko ve Nussinovitch, 1998).

Karragenan *Chondrus crispus*'dan ekstrakte edilmiş bir çeşit kırmızı deniz yosunudur. Karrageenan bazlı kaplamalar antioksidan olan askorbik asit ile birlikte kullanıldığında elma dilimlerinde duyuşal olarak beğenilmiş, mikrobiyal aktivite düşürülmüş ve oksidasyon azaltılmıştır (Lee ve ark., 2003).

Kitosan doğrusal bir polimer olan 2-amino-2-deoksi- β - D-glukandır ve doğal olarak oluşun katyonik biyopolimer olan kitinin deasetillenmiş bir şeklidir (Tharanathan ve Kittur, 2003). Kabuk bileşeni olarak kabuklularda (yengeç ve karides), iskelet maddesi olarak omurgasız hayvanlarda, hücre duvarı oluşturucusu olarak mantarlar ve böceklerde bulunur. Kitosan taze ürünler için mükemmel film oluşturucu özelliği, geniş antimikrobiyal aktivite, vitaminler ve mineraller ile uyumlu olması sebebiyle gelecek vaat eden kaplama malzemelerinden biri olmuştur (Ribeiro ve ark., 2007). Kitosan bazlı kaplamalar meyve ve sebzelerde olgunlaşmanın geciktirilmesi ve solunum hızlarının azaltılmasında etkilidir (Vargas ve ark., 2006). Han ve ark., (2004a, 2004b) taze çilekleri ve kırmızı ahududuları kitosan ile kaplayarak raf ömürlerini uzatmış, ağırlık kaybını, renk ve titrasyon asitliği değişimini azaltmışlardır. Kitosanla kaplanmış domates, hıyar ve kırmızı etli biberin olgunlaşma karakterleri değişmeden depolama ömürlerinin uzadığı belirlenmiştir (El Gauth ve ark., 1991).

4.4. Lipit bazlı kaplamalar

Lipit bazlı kaplamalar 800 yıldan uzun bir süredir kullanılmaktadır. Bu tip kaplamalar öncelikle nem kaybına karşı iyi bariyer olmalarını sağlayan hidrofobik özellikleri nedeniyle tercih edilmektedirler. Ürünün solunumunu azaltarak ömrünün uzamasını da sağlarlar. Ayrıca meye ve sebzelerde yüzey parlaklığını sağlamak için de kullanılmaktadırlar. Parafin mum, candelilla mum, balmumu, carnauba mum, polietilen

mum bu amaçla kullanılır. Kuru meyvelerde su kaybının geciktirilmesi için uygundur (Min ve Krochta, 2005).

Yenilebilir kaplama hazırlama teknolojisi, kaplamaya direnç ve esneklik veren plastikleştiricilerin ve diğer katkı maddelerinin seçimi, uygulanan teknikler ve kaplama kalınlığı kaplamanın son özellikleri üzerine etkilidir. Yenilebilir kaplamalar iki şekilde uygulanabilir: "Islak işlem" film oluşturucu bir solüsyonda biyo-polimer dağılımı veya çözündürmeyi (solüsyon-döküm) ve ardından solventin buharlaştırılmasını içerir. "Kuru işlem" bazı proteinlerin ve polisakaritlerin düşük nem seviyelerinde sıkıştırma kalıplama ve ekstrüzyonda sergilediği termoplastik davranışa dayanır (Liu ve ark., 2006). Yenilebilir kaplamaların uygulama yöntemlerinden çok sık kullanılan yöntemlerinden biri olan püskürtme yönteminde özellikle yüksek basınç sprey uygulayıcılar veya hava üfleyen sistemlerin geliştirilmesi meyve ve sebze kaplamada yaygın olarak kullanılmasına sebep olmuştur. Bu yöntemin, üstten püskürtmeli (Sprey) akışkan yatak kaplayıcı, alttan püskürtmeli akışkan yatak kaplayıcı ve teğet püskürtmeli akışkan yatak kaplayıcı tipleri de bulunmaktadır (Rossman, 2009).

5. Sonuç

Tüketicinin mikrobiyolojik bakımdan güvenli, pratik ve uzun raf ömürlü gıdaya artan talebi gıda endüstrisini yeni proses teknikleri ve paketleme stratejisi geliştirmeye zorlamıştır. Gıdaların dayandırılmasında uygulanan bütün yöntemlerin amacı mikrobiyolojik ve enzimatik değişimleri önlemek veya sınırlandırmaktır.

Artan kanser vakaları tüketicileri gıdayı en az işlem görmüş halde tüketmeye teşvik etmektedir. Sonuç olarak bu konuda yapılacak üretimin başarısı hammadde kalitesine, işlem sırasında dikkat edilen depolama ve hijyenik üretim koşullarına ve kullanılan koruyucuların ve ambalaj materyallerinin tüketilen gıda ile olan etkileşimine

bağlıdır. Bu konuda yapılacak araştırmalarda yukarıda bahsedilen konulara dikkat edilmesi uygun olacaktır.

6. Kaynaklar

Abadias, M., Usall, J., Anguera, M., Solsona, C & Viñas, I.(2008). Microbiological quality of fresh, minimally-processed fruit and vegetables, and sprouts from retail establishments. *International Journal of Food Microbiology*. 123 (1-2), 121-129.

Abreu, M., Beirao-da-Costa, S., Concalves, E., Beirao-da-Costa, M.L. & Moldao-Martins, M. (2003). Use of mild heat pre-treatments for quality retention of fresh-cut 'Rocha'pear. *Postharvest Biology Technology*, 30, 153-160.

Alonso, J., Canet, W. & Rodriguez, T. (1997). Thermal and calcium pretreatment affects texture, pectinesterase and pectic substances of frozen sweet cherries. *Journal of Food Science*, 62, 511-515.

Alper, N. & Acar, J., (1998). Yenilebilir film ve kaplamalar. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 1 (4) Ankara.

Amanatidou, A., Slump, R. A., Gorris, L. G. M. & Smid, E. J. (2000). High oxygen and high carbon dioxide modified atmospheres for shelf life extension of minimally processed carrots. *Journal of Food Science*, 65,61-66.

Ansorena, M. R., Marcovich, N. E. & Roura, S. I.(2011). Impact of edible coatings and mild heat shocks on quality of minimally processed broccoli (*Brassica oleracea* L.) during refrigerated storage. *Postharvest Biology Technology*, 59, 53-63.

Bai, J., Alleyne, V., Hagenmaier, R. D., Mattheis, J. P. & Baldwin, E. A. (2003). Formulation of zein coatings for apples (*Malus domestica* Borkh). *Postharvest Biology Technology*, 28, 259-268.

Baldwin, E. A. & Baker, R. A. (2002). Use of proteins in edible coatings for whole and minimally processed fruits and vegetables. In: Gennadios A, editor. Protein based films and coatings. Boca Raton, Fla.: CRC Press. pp 501-515.

Barron, C., Varaquaux, P., Guilbert, S., Gontrad, N. & Gouble, B. (2002). Modified atmosphere packaging of cultivated mushroom (*Agaricus bisporus* L.) with hydrophilic films. Journal of Food Science, 67, 251-255.

Beuchat, L. R. (1998). Surface decontamination of fruits and vegetables eaten raw: A review. Food Safety Unit World Health Organisation. WHO/FSF/FOS/98242 pages.

Bhagwat, A.A. (2006). Microbiological safety of fresh-cut produce: where are we now? Editor Matthews, K. R. Book Microbiology of fresh produce. pp. 121-165.

Brecht, J. K., Felkey, K., Bartz, J.A., Schneider, K.R., Saltveit, M. E. & Talcott, S. T. (2004). Fresh-cut vegetables and fruits. Horticultural Reviews, 30, 185-251.

Burnett, S. L. & Beuchat, L. R. (2001). Human pathogens associated with raw produce and unpasteurized juices, and difficulties in decontamination. Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology, 27 (2), 104-110.

Carlin, F., Gontard, N., Reich, M. & Nguyen-The, C. (2001). Utilization of zein coating and sorbic acid to reduce *Listeria monocytogenes* growth on cooked sweet corn. Journal of Food Science, 66,1385-1389.

Carpentier, B. & Cerf, O. (1993). Biofilms and their consequences, with particular reference to hygiene in the food industry. Journal of Applied Microbiology, 75, 499-511.

Catteau, M., Krembel, C. & Wauters, G. (1985). *Yersinia enterocolitica* in raw vegetables. Sciences des Aliments, 5, 103-106.

Cemeroğlu, B.S. (2011). Meyve Sebze İşleme Teknolojisi Nobel Yayınevi, Ankara. 1.cilt 250-315s.

Certel, M., Uslu, M. K. & Ozdemir, F. (2004). Effect of sodium caseinate- and milk protein concentrate-based edible coatings on the postharvest quality of Bing cherries. *Journal of the Food Science and Agriculture*, 84,1229-1234.

Chen, H. (1995). Functional properties and applications of edible films made of milk proteins. *Journal of Dairy Science*, 78, 2563-2583.

Cho, S.Y., Park, J.W. & Rhee, C. (2002). Properties of laminated films from whey powder and sodium caseinate mixtures and zein layers. *Lebensm-Wiss. U- Technology*, 35, 135-139.

Cisnero-Zevallos, L. & Krochta, J. M. (2003). Dependence of coating thickness on viscosity of coating solution applied to fruits and vegetables by dipping method. *Journal of Food Science*, 68, 503-510.

Conca, K. R. & Yang, T. C. S. (1993). Edible food barrier coatings. In: Ching C, Kaplan D, Thomas D, editors. *Biodegradable polymers and packaging*. Lancaster, Pa.: Technomic Publishing Co., Inc. pp 357-369.

Conforti, F. D. & Ball, J. A. (2002). A comparison of lipid and lipid/hydrocolloid based coatings to evaluate their effect on postharvest quality of green bell peppers. *The Journal of Food Quality*, 25, 107-116.

Conforti, F. D. & Zinck, J. B. (2002). Hydrocolloid-lipid coating affect on weight loss, pectin content, and textural quality of green bell peppers. *Journal of Food Science*, 67,1360-1363.

Debeaufort, F., Gallo, J. A. Q, Delporte, B. & Voilley, A. (2000). Lipid hydrophobicity and physical state effects on the properties of bilayer edible films. *Journal of Membrane Science*, 180, 47-55.

Diab, T., Biliaderis, C. G., Gerasopoulos, D. & Sfakiotakis, E. (2001). Physicochemical properties and application of pullulan edible films and coatings in fruit preservation. *Journal of the Food Science and Agriculture*, 81, 988-1000.

Dong, H., Cheng, L., Tan, J., Zheng, K. & Jiang, Y. (2004). Effects of chitosan coating on quality and shelf life of peeled litchi fruit. *Journal of Food Engineering*, 64, 355-358.

Duan, J., Wu, R., Strik, B. C. & Zhao Y. (2011). Effect of edible coatings on the quality of fresh blueberries (Duke and Elliott) under commercial storage conditions. *Postharvest Biology Technology*, 59, 71-79.

El Gauth, A., Arul, J. & Ponnampalam, R. (1991). Chitosan coating effect on storability and quality of fresh strawberries. *The Journal of Food Processing and Preservation*, 56, 1618-1620.

Fallik, E., Aharoni, Y., Grinberg, S., Copel, A. & Klein, J. D. 1994. Postharvest hydrogen peroxide treatment inhibits decay in eggplant and sweet red pepper. *Crop Protection*, 13(6), 451-454.

Forssell, P., Lahtinen, R., Lahelin, M. & Myllärinen, P. (2002). Oxygen permeability of amylose and amylopectin films. *Carbohydrate Polymers*, 47,125-129.

Garcia, A., Mount, J. R. & Davidson, P.M. (2003). Ozone and chlorine treatment of minimally processed lettuce. *Journal of Food Science*,. 68(9) 2747-2751.

Garret, E. (1994) 'Challenges and Opportunities in Marketing Fresh-cut Produce' *Modified Atmosphere Food Packaging* (Brady, A.L., ed.), pp. 31-34, Institute of Packaging Professionals, Herndon, VA, USA

Gennadios, A., McHugh, T. H., Weller, G. L. & Krochta, J. M. (1994). Edible coatings and films based on proteins. In: Krochta JM, Baldwin EA, Nisperos-Carriedo MO, editors. *Edible coatings and films to improve food quality*. Lancaster, Pa.: Technomic Publishing Co., Inc. pp 201-277.

Glick, B.R. (2005). Modulation of plant ethylene levels by the bacterial enzyme ACC deaminase. *FEMS Microbiology Letters*, 251, 1-7

Guadalupe, I. O., Rodriguez, J. J. & Barbosa-C´anovas, G. V. (2003). Edible coatings composed of methylcellulose, stearic acid, and additives to preserve quality of pear wedges. *Journal of Food Processing and Preservation*, 27, 299-320.

Han, C., Lederer, C, McDaniel, M. & Zhao, Y. 2004a. Sensory evaluation of fresh strawberries (*Fragaria ananassa*) coated with chitosan-based edible coatings. Journal of Food Science, 70, 172-178.

Han, C., Zhao, Y, Leonard, S. W. & Traber, M. G. 2004b. Edible coatings to improve storability and enhance nutritional value of fresh and frozen strawberries (*Fragaria × ananassa*) and raspberries (*Rubus ideaus*). Postharvest Biology Technology, 33, 67-78.

Hershko, V. & Nussinovitch, A. (1998). Relationships between hydrocolloid coating and mushroom structure. Journal of Agricultural and Food Chemistry 46, 2988-2997.

Hoa, T. T., Ducamp, M. N., Lebrun, M. & Baldwin, E. A. (2002). Effect of different coating treatments on the quality of mango fruit. The Journal of Food Quality 25, 471-468.

Huxsoll, C. C. & Bolin, H. R. (1989). Processing and Distribution Alternatives for Minimally Processed Fruits and Vegetables. Food Technology 43, 124-128.

Jiang, Y., Li, J. & Jiang, W. (2005). Effects of chitosan coating on shelf life of cold-stored litchi fruit at ambient temperature. Lebens Wissen Technology 38,757-761.

Kader, A. A. (1985). Postharvest biology and technology: an overview. In: Postharvest technology of horticultural crops. Davis, Calif.: The Regents of the Univ. of California, Division of Agriculture and Natural Resources. pp 3-7.

Kader, A. A. (2002). Quality parameters of fresh-cut fruit and vegetable products. In: Lamikanra O, editor. Fresh-cut fruits and vegetables. Boca Raton, Fla.: CRC Press LLC. pp 11-20.

Kester, J. J. & Fennema, O. R. (1986). Edible films and coatings: a review. Food Technology, 40(12),47-59.

Koyuncu, M. A. & Savran H. E., (2002). Yenilebilir film ve kaplamalar ve bahçe ürünlerinde kullanımı. S.D.Ü. Fen Bilimleri Dergisi, 6 (3) 73-83.

Krochta, J. M. (1992). Proteins as raw materials for films and coatings: definitions, current status, and opportunities. In: Singh RP, Wirakartakasumah MA, editors. *Advances in food engineering*. Boca Raton, Fla.: CRC Press. pp 517-538.

Krochta, J. M. (2002). Proteins as raw materials for films and coatings: definitions, current status, and opportunities. In: Gennadios A, editor. *Protein-based films and coatings*. Boca Raton, Fla.: CRC Press. pp 1-41.

Krochta, J. M., Pavlath, A. E. & Goodman, N. (1990). Edible films from casein-lipid emulsions for lightly-processed fruits and vegetables. In: Spiess, W. E. & Schubert, H., editors. *Engineering and food, Vol. 2, Preservation processes and related techniques*. New York: Elsevier Science Publishers. pp 329-340.

Lafortune, R., Caillet, S. & Lacroix, M. (2005). Combined effects of coating, modified atmosphere packaging, and gamma irradiation on quality maintenance of ready-to-use carrots (*Daucus carota*). *Journal of Food Protection*, 68, 353-359.

Lamikanra, O., Bett-Garber, K. I., Ingram, D. A. & Watson, M. A. (2005). Use of mild heat pre-treatment for quality retention of fresh-cut cantaloupe melon. *Journal of Food Science*, 70 (1), C53- C57.

Le Tien, C., Vachon, C., Mateescu, M. A. & Lacroix, M. (2001). Milk protein coatings prevent oxidative browning of apples and potatoes. *Journal of Food Science*, 66, 512-516.

Lee, J. Y., Park, H. J., Lee, C. Y. & Choi, W. Y. (2003). Extending shelf-life of minimally processed apples with edible coatings and antibrowning agents. *Lebens Wissen Technology* 36, 323-329.

Luchansky, J. B., Chen, Y., Porto-Fett, A. C. S., Pouillot, R., Shoyer, B. A., Johnson-DeRycke, R., Eblen, D. R., Hoelzer, K., Shaw Jr., W. K., van Doren, J. M., Catlin, M., Lee, J., Tikekar, R., Gallagher, D., Lindsay, J. A. & Dennis, S. (2017) Survey for *Listeria monocytogenes* in and on Ready-to-Eat Foods from Retail Establishments in the United States (2010 through 2013): Assessing Potential Changes

of Pathogen Prevalence and Levels in a Decade. *Journal of Food Protection*, 80(6), 903-921.

Lurie, S. (1998). Postharvest heat treatments. *Postharvest Biology Technology*, 14: 257-269.

Lim, L. T., Mine, Y., Britt, I. J. & Tung, M. A. (2002). Formation and properties of egg white protein films and coatings. In: Gennadios, A., editor. *Protein-based films and coatings*. Boca Raton, Fla.: CRC Press. pp 233-252.

Lin, D. & Zhao, Y. (2007). innovations in the development and application of edible coatings for fresh and minimally processed fruits and vegetables. *Comprehensive Food Science and Food Safety*, 6, 60-75.

Liu, L., Kerry, J. F. & Kerry, J. P. (2006). Effect of food ingredients and selected lipids on the physical properties of extruded edible films/casings. *International Journal of Food Science and Technology*, 41,295- 302.

Maftoonazad, N. & Ramaswamy, H. S. (2005). Postharvest shelf-life extension of avocados using methyl cellulose-based coating. *Lebens Wissen Technology*, 38,617-624.

Marquie, C. & Guilbert, S. (2002). Formation and properties of cottonseed protein films and coatings. *Protein-Based Films and Coatings*. In: Gennadios, A., editor. Part 5, CRC Pres, New York.

Mat'e, J. I. & Krochta, J. M. (1995). Effect of WPI coatings on the oxygen uptake of dry roasted peanuts. In: *Annual Meeting of the Institute of Food Technologists*, Anaheim, Calif., 3-7 June 1995.

Matuska, M., Lenart, A. & Lazarides, H. N. (2006). On the use of edible coating to monitor osmotic dehydration kinetics for minimal solids uptake. *Journal of Food Engineering*, 72, 85-91.

Mei, Y., Zhao, Y., Yang, J. & Furr, H. C. (2002). Using edible coating to enhance nutritional and sensory qualities of baby carrots. *Journal of Food Science*, 67, 1964-1968.

Min, S. & Krochta, J. M. (2005). Antimicrobial films and coatings for fresh fruit and vegetables. In: Jongen W, editor. Improving the safety of fresh fruit and vegetables. New York: CRC Press. pp 455-492.

Moldão-Martins, M., Beirão-da-Costa, S. M. & Beirão-da-Costa, M. L. (2003). The effects of edible coatings on postharvest quality of the “Bravo de Esmolfe” apple. European Food Research and Technology, 217, 325-328.

Mullan, M. & McDowell, D. (2003). Food packaging technology, Edited by Coles, R., McDowell, D., Kirwan, M.J., Blackwell, Oxford, UK.

Myllyarinen, P., Bul’eon, A., Lahtinen, R. & Forssell, P. (2002). The crystallinity of amylase and amylopectin films. Carbohydrate Polymers, 48, 41-48.

Morgan, P. W. & Drew, C. D. (1997). Ethylene and plant responses to stress. Plant Physiology, 100, 620-630.

Narayan, R. (1994). Polymeric materials from agricultural feedstocks. In: Fishman, M. L., Friedman, R. B., Huang, S. J., editors. Polymers from agricultural coproducts. Washington, D.C.: American Chemical Society. pp 2-28.

Nisperos-Carriedo, M. O. (1994). Edible films and coatings based on polysaccharides. In: Krochta, J. M., Baldwin, E. A. & Nisperos-Carriedo, M. O., editors. Edible coatings and films to improve food quality. Lancaster, Pa.: Technomic Publishing Co., Inc. pp 305-335.

Olivas, G. I., Rodriguez, J. J. & Barbosa-C’anovas, G. V. (2003). Edible coatings composed of methylcellulose, steric acid, and additives to preserve quality of pear wedges. Journal of Food Processing and Preservation, 27, 299-320.

Park, H. J., Chinnan, M. S. & Shewfelt, R. L. (1994). Edible corn-zein film coatings to extend storage life of tomatoes. Journal of Food Processing and Preservation, 18, 317-331.

Park, S., Stan, S. D., Daeschel, M. A. & Zhao, Y. (2005). Antifungal coatings on fresh strawberries (*Fragaria × ananassa*) to control mold growth during cold storage. Journal of Food Science, 70, M202-7.

Pastor, C., Sánchez-González, L., Marcilla, A., Chiralt, A., Cháfer, M. & González-Martínez, C. (2011). Quality and safety of table grapes coated with hydroxypropylmethylcellulose edible coatings containing propolis extract. *Postharvest Biology and Technology*, 60 (1), 64-70.

Pen, L. T. & Jiang, Y. M. (2003). Effects of chitosan coating on shelf life and quality of fresh-cut Chinese water chestnut. *Lebens Wissen Technology*, 36,359-364.

Perera, C. O., Balchin, L., Baldwin, E., Stanley, R. & Tian, M. (2003). Effect of 1- Methylcyclopropene on the Quality of Fresh- cut Apple Slices. *Journal of Food Science*, 68(6), 1910-1914.

Perez-Gago, M. B., Rojas, C. & del R'ío, M. A. 2003. Effect of hydroxypropyl methylcellulose-lipid edible composite coatings on plum (cv. *Autumn giant*) quality during storage. *Journal of Food Science*,68, 879-883.

Perez-Gago, M. B., Serra, M., Alonso, M., Mateos, M. & del R'ío, M. A. (2005). Effect of whey protein and hydroxypropyl methylcellulose-based edible composite coatings on color change of fresh-cut apples. *Postharvest Biology and Technology*, 36, 77-85.

Pietta, P. G., Gardana, C. & Pietta, A. M. (2002). Analytical methods for quality control of propolis. - *Fitoterapia*, 73 (1), 7-20.

Rhim, J. W., Gennadios, A., Handa, A., Weller, C. L. & Hanna, M. A. (2000). Solubility, tensile, and color properties of modified soy protein isolate films. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 4937-4941.

Ribeiro, C., Vicente, A. A, Teixeira, J. A. & Miranda, C. (2007). Optimization of edible coating composition to retard strawberry fruit senescence. *Postharvest Biology and Technology*, 44, 63-70.

Richard, F. C., Goupy, P. M., Nicolas, J. J., Lacombe, J. M. & Pavia, A. A., (1991). Cysteine as an inhibitor of enzymatic browning. 1. Isolation and characterization of addition compounds formed during oxidation of phenolics by apple polyphenol oxidase. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 39, 841-847.

Rindlav, A, Hulleman, S. H. D. & Gatenholm, P. (1997). Fromation of starch films with varying crystallinity. *Carbohydrate Polymers*, 34, 25-30.

Roberts, T. A., Pitt, J. I., Farkas, J. & Graw, F. H., (1998). *Microorganisms in food. Microbial ecology of food commodities.* Blackie Academic and Professional, UK.

Rodriguez, A. M., Alcalá, E. B., Gimeno, R. M. G. & Cosano, G. Z. (2000). Growth modelling of *Listeria monocytogenes* in packaged fresh green asparagus. *Food Microbiology*, 17, 421-427.

Rodriguez-Aguilera, R. & Oliveira, J. C. (2009). Review of design engineering methods and applications of active and modified atmosphere packaging systems. *Food Engineering Reviews*, 1, 66-83.

Rooney, M. L. (2005). Introduction to active food packaging technologies. In: Han, J. H., editor. *Innovations in food packaging.* San Diego, Calif.: Elsevier Academic Press. pp 63-79.

Rossmann, J. M. (2009). Edible films and coatings for food applications. In Editor Embuscado, M. E. & Huber, K. C. Springer, New York.

Sagoo, S. K. Little, C. L., Ward, L., Gillespie, I. A. & Mitchell, R. T. (2003). Microbiological study of ready-to-eat salad vegetables from retail establishments uncovers a national outbreak of Salmonellosis. *Journal of Food Protection*, 66 (3), 403-409.

Sanderson, G. R. (1981). Polysaccharides in foods. *Food Technology*, 35: 50-7, 83.

Sharma, R. M. & Singh, R. R. (2000). Harvesting, postharvest handling and physiology of fruits and vegetables. In: Verma, L. R. & Joshi, V. K., editors. *Postharvest technology of fruits and vegetables Vol. 1. Handling, processing, fermentation and waste management.* Tagore Garden, New Delhi: Indus Publishing Co. pp 94-147.

Shukla, R. & Cheryan, M. (2001). Zein: the industrial protein from corn. *Industrial Crops and Products*, 13, 171-192.

Smith, P. S. (1984). Food starches and their uses. In: Downing, D.L., editor. Gum starch and technology. New York: Cornell Univ., Institute of Food Science. pp 34-42.

Swain, S. N., Biswal, S. M., Nanda, P. K. & Nayak, P. L. (2004). Biodegradable soy-based plastics: Opportunities and challenges. Journal of Polymers and the Environment. 12 (1), 35-42.

Swenson, H. A., Miers, J. C., Schultz, T. H. & Owens, H. S. (1953). Pectinate and pectate coatings. II. Application to nut and fruit products. Food Technology, 7, 232-235.

Tanada-Palmu, P. S. & Grosso, C. R. F. (2005). Effect of edible wheat gluten-based films and coatings on refrigerated strawberry (*Fragaria ananassa*) quality. Postharvest Biology and Technology, 36, 199-208.

Tay, S. L. & Perera, C. O. (2004). Effect of 1-methylcyclopropene treatment and edible coatings on the quality of minimally processed lettuce. Journal of Food Science, 69, C131-5.

Temiz, H. & Yeşilsu, A. F. (2006). Bitkisel protein kaynaklı yenilebilir film ve kaplamalar. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 2: 41-50.

Tharanathan, R. N. & Kittur, F. S. (2003). Chitin-the undisputed biomolecule of great potential. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 43, 61-87.

Thompson, A. K. (2003). Postharvest treatments. In: Fruit and vegetables. Ames, Iowa: Blackwell Publishing Ltd. pp 47-52.

Tien, C., Vachon, C., Mateescu, M. A. & Lacroix, M. (2001). Milk protein coatings prevent oxidative browning of apples and potatoes. Journal of Food Science, 66(4), 512-516.

Toğrul, H. & Arslan, N. (2005). Carboxymethyl cellulose from sugar beet pulp cellulose as hydrophilic polymer in coating of apples. Journal of Food Science and Technology-Mysore, 42 (2), 139-144.

Trezza, T. A. & Krochta, J. M. (2002). Application of edible protein coatings to nut and nut-containing food products. In: Gennadios, A., editor. Protein-based films and coatings. Boca Raton, Fla.: CRC Press.

Vargas, M., Albors, A., Chiralt, A. & Gonzalez-Martinez, C. (2006). Quality of cold-stored strawberries as affected by chitosan-oleic acid edible coatings. *Postharvest Biology and Technology*, 41, 164-171.

Vu, K. D., Hollingsworth, R.G., Leroux, E., Salmieri S., & Lacroix, M. (2011). Development of edible bioactive coating based on modified chitosan for increasing the shelf life of strawberries. *Food Research International*. 44, 198-203.

Wang, H., Feng, H. & Luo, Y. (2007). Control of Browning and Microbial Growth on Fresh-Cut Apples by Sequential Treatment of Sanitizers and Calcium Ascorbate. *Journal of Food Science*, 72(1), M1.

Watters, G. G. & Brekke, J.E. (1961). Stabilized raisins for dry cereal products. *Food Technology*, 15, 236-238.

White, G. C. (1999). Chlorine dioxide. *Handbook of Chlorination*. New York: Van Nostrand Reinhold Co.

Xu, S., Chen, X. & Sun, D. W. (2001). Preservation of kiwifruit coated with an edible film at ambient temperature. *Journal of Food Engineering*, 50, 211-216.

Zevallos, C. L. & Krochta, J. M. (2003). Whey protein coatings for fresh fruits and relative humidity effects. *Journal of Food Science*, 68 (1), 176-181.