

Meyve ve Sebzelere Hasat Sonrası Kalite Üzerine Yenilebilir Film ve Kaplamaların Etkisi

Ayşe Tülin Öz, Özge Süfer

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Karacaoğlan Yerleşkesi, Osmaniye

Geliş Tarihi (Received): 06.03.2012, Kabul Tarihi (Accepted): 03.04.2012

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): aysetulinoz@osmaniye.edu.tr (A.T. Öz)

☎ 0 328 827 10 00 / 3603 📠 0 328 825 00 97

ÖZET

Meyve ve sebzelerde hasat sonrası depolama sırasında meydana gelen kalite kayıplarını azaltmak amacıyla bitkisel kökenli, doğal yeni alternatif uygulamalara olan ilgi artarak devam etmektedir. Yenilebilir film ve kaplamalar hasat sonrası kayıpları azaltmada kullanılan kimyasal madde ve modifiye atmosfer uygulamalarına alternatif olabilecek doğal, ucuz ve uygulanabilirliği kolay yöntemlerden biridir. Taze meyve sebzelerde yenilebilir film ve kaplamalar, birçok aktif maddenin polimeriyle esansiyel yağlar kullanılarak yapılabilmektedir. Kaplama uygulamaları ile birlikte düşük sıcaklıkta muhafaza ve diğer hasat sonrası teknolojilerin kullanımı, meyve ve sebzelerde hem metabolizmayı yavaşlatabilmekte ve hem de kalite korunumunu sağlayarak mikrobiyal bozulmaları kontrol edilebilmektedir. Bu çalışmada, bitkisel kökenli antimikrobiyal yenilebilir kaplama uygulamalarının taze meyve ve sebzelerde hasat sonrası raf ömrüne ve ürün kayıplarına olan etkisinin öneminden bahsedilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yenilebilir film, Yenilebilir kaplama, Esansiyel yağlar, Hasat sonrası bozulma

Effect of Edible Film and Coatings on the Postharvest Quality of Fruits and Vegetables

ABSTRACT

Novel phytogetic applications to reduce postharvest quality and microbial losses in fruits and vegetables during storage have attracted a great interest in recent years. Edible films and coatings could be an alternative to chemical preservatives or packaging applications like modified atmosphere packaging to minimize postharvest losses during storage. Herbs and herbal products can be also used to enhance the safety and shelf life of foods. Effective edible films and coatings for fruits and vegetables can be produced by incorporation of essential oils and active polymeric substances into the structure of films and coatings. Coating applications combined with low temperature storage and other post-harvest techniques are able to both slow down metabolism in fruits and vegetables and to control microbial decay while providing quality preservation of fruits and vegetables. In this paper, the effect of phytogetic antimicrobial edible film and coatings on postharvest quality of fruits and vegetables during storage was reviewed.

Key Words: Edible film, Edible coating, Essential oils, Post-harvest decay

GİRİŞ

Diğer gıdalardan farklı olarak taze meyve ve sebzeler hasattan sonra ürün gelişimini tamamlarken, etilen üretimi ve solunum gibi devam eden metabolik olaylar, ürünlerin olgunlaşmasını hızlandırarak bozulmasına ve

raf ömrünün kısalmasına sebep olmaktadır [1, 2]. Bu durum, ürünlerin besin değeri, aroması, dokusu ve görünüşünü etkileyerek ürünün bozulmasında sebep olmaktadır [3]. Gelişmekte olan ülkelerde, hasat sonrası ürün kayıpları genellikle uygun olmayan depolama şartları ve taşıma yöntemlerine bağlı olarak ciddi

oranlarda gerçekleşmektedir. Ülkemizde de soğuk zincirin çeşitli aşamalarında gerçekleşen kayıplar önemli boyutlara ulaşmaktadır. Yapılan çalışmalar geliştirmekte olan ülkelerde meyvelerde ve sebzelerde hasat sonrası işleme sırasında oluşan kayıpların yaklaşık %20-25'inin mikrobiyal bozulmalardan kaynaklandığı göstermektedir [4-7]. Gelişmiş ülkelerde ise bu kayıplar %5 ve altında gerçekleşmektedir [8]. Meyve ve sebzelerde hasat sonrası kayıpların önemli bir kısmını çürümeler oluşturmaktadır [2]. Meyve ve sebzelerde meydana gelen ve çoğunlukla depolama sırasında oluşan ve sonrasında pazarlama aşamasında daha da şiddetlenen bu kayıpların önlenmesinde sentetik fungusitler kullanılmaktadır [2, 4, 6, 7, 9]. Ancak yoğun fungusit kullanımı hem patojenlere hızla dayanıklılık kazandırmakta ve hem de ihrac edilen ürünlerde kalıntı sorunu ortaya çıkarmaktadır [8]. Hasat sonrası depolama sırasında meydana gelen kayıpların yüksek olması ve bu kayıpları azaltmak amacıyla kimyasal uygulamalar ile yapılan mücadele yöntemlerine kısıtlayıcı önlemler getirilmesi araştırmacıları son zamanlarda doğal uygulamalara yöneltmektedir. Kullanılan kimyasal maddelerin toksik etkisinin kısa süreli depolanan ürünlerde tamamen kaybolmaması son zamanlarda hasat sonrası kayıpların engellenmesi için kullanılan koruma önlemleri olarak doğal uygulamaların tercih edilmesine sebep olmuştur. Hasat edilen ürünlerde bozulma kayıplarını azaltmak için, daha güvenli ve çevre dostu alternatifleri araştırmaya güçlü bir bilimsel ve toplumsal talep olmasından dolayı, dünyadaki eğilim fungusitlerin kullanımını azaltmaya yöneliktir [10].

Her geçen gün taze meyve ve sebzelerde daha güvenli ve kaliteli ürüne olan talebin artması yeni ambalajlama yöntemlerine olan ilgiyi arttırmaktadır. Doğal kaplama materyalleri ile hem ürünün kalite kayıplarını, hem de mikrobiyal bozulmaları minimum seviyeye indirmek amacıyla doğal antimikrobiyal kaplamaların kullanımı, bu talepleri karşılama doğrultusunda hızla ilerlemektedir.

Yenilebilir kaplama uygulamasına yönelik yapılan çalışmaların çoğu işlenmiş gıda ürünlerinin veya taze kesilmiş ürünlerin raf ömrünün korunmasına yönelik uygulamalardır. Fakat yenilebilir doğal kaplamalar, taze meyve sebzelerde de kalitenin korunumunu sağlayarak, su kaybı ve metabolizma hızını yavaşlatarak muhafaza ömrünün arttırmasına önemli düzeyde katkı sağlamaktadır [11]. Özellikle lipit bazlı kaplamalar meyvenin dış görünüşünü iyileştirerek albenisini arttırmaktadır.

Yapılan bilimsel çalışmalar, yenilebilir kaplama olarak kullanılan maddelerin ürüne yaptığı etkilerin birbirinden farklı olduğunu göstermektedir. Özellikle antimikrobiyal etkiye sahip olan esansiyel yağlar, mikrobiyal bozulmaları engellemede yoğun olarak kullanılmaktadır. Doğal bileşenlerin en büyük gruplarından birisini esansiyel yağlar oluşturmaktadır. Esansiyel yağlar, işlenmemiş ya da işlenmiş gıdaların raf ömrünü, mikrobiyal gelişim hızını azaltarak arttırmaktadır [1, 12]. Bu maddelerin bazıları, bulaşıcı organizmalara karşı bitkinin savunma sistemine katkıda bulunarak ürünlerin ömrünü uzatmaktadır [1, 13, 14]. Bitkisel uçucu

maddeler gıdalarda sıklıkla aroma verici olarak kullanılmakta ve genellikle güvenilir (GRAS, Generally Regarded as Safe) kabul edilmektedir [15].

Gıdaların raf ömrünü arttırmada kimyasal koruyucu içermeyen ürünlerin kullanımının gün geçtikçe artması, doğal bileşenlere olan ilgiyi arttırmaktadır. Fakat yapılan ticari uygulamalar daha çok işlenmiş gıda ürünleri ile sınırlı kalmaktadır. Yapılan bilimsel çalışmalar, taze meyve ve sebzelerde yenilebilir doğal kaplama uygulamalarının hasat sonrası raf ömrünü, kalitesini ve mikrobiyal bozulmaları önlemede başarılı olduğunu göstermektedir. Bu da taze bahçe ürünlerinde de yenilebilir kaplamaların ticari olarak yapılmasının gerekliliğini göstermektedir. Konunun önemini belirtilmesi ve genel durumunun değerlendirilmesi için bu çalışma yapılmıştır.

YENİLEBİLİR KAPLAMALARIN ÖNEMİ

Günümüzde dünya çapında yıllık yaklaşık 150 milyon ton plastik üretilmekte ve plastiğin üretimi ve tüketimi hızla artmaya devam etmektedir [16]. Bu plastiklerin çoğu ham yağ bazlıdır. Ayrıca plastik atıkların işlenmesi, bozunmayan polimerler ve atıkların bertarafı yüzünden ciddi çevresel problemlere neden olmaktadır. Bu nedenle, gıda ambalajlamada kolaylıkla biyolojik olarak bozunabilen (biyobozunur) zirai biyopolimerlerin kullanımı, yalnızca bu problemleri çözmekle kalmayarak, ayrıca üretim fazlası tarımsal ürünler için de yeni bir kullanım alanı yaratmaktadır [17-19]. Biyobozunur filmlerin çoğu yenilebilirdir ve ılımlı koşullar altında üretilir. Gıda ambalajlama sektöründe doğal polisakaritlere özellikle nişasta kökenli biyobozunur polimerlere olan ilgi, alerjik olmamaları, düşük maliyetle bol miktarda üretilebilmeleri ve kolaylıkla erişilebilen artık tarımsal hammaddeler olmalarından dolayı gittikçe artmaktadır [20]. Belirtilen nedenlerden ötürü pek çok çalışma nişasta bazlı materyallerin geliştirilmesi üzerine yoğunlaşmıştır. Nişasta, buğday, mısır, patates gibi çok çeşitli bitkisel kaynaktan doğal olarak ortaya çıkan bir polimerdir. Nişasta gıdanın pek çok bileşeni ya da katkı maddesiyle etkileşime girebilir [21]. Buna rağmen güçlü hidrofilik davranış (zayıf nem bariyeri) ve gıda ambalajlama sektöründe kullanılan geleneksel, biyobozunur olmayan plastik filmlerden daha zayıf mekanik özelliklere sahip olma gibi büyük dezavantajlara sahiptir [20].

Biyolojik olarak bozunmaya uğrayan, gıdalarla beraber tüketilebilen, çevreye ve insan sağlığına zarar vermeden atık endişesini ortadan kaldıran doğal bitkisel kaynaklı ürünler üzerine yapılan çalışmalar hızlı bir şekilde yaygınlaşmaktadır. Ambalaj materyali olarak kullanılan kaplamalar ve filmler farklı koruma etkilerine sahiptirler [22]. Film sistemlerinde antimikrobiyal madde yavaş bir şekilde film tabakasından gıdaya geçmektedir. Böylece film içerisinde ve gıda yüzeyinde yüksek derişimlerde antimikrobiyal madde kalmakta ve mikroorganizmaya karşı daha uzun süre etki göstermektedir [23, 24].

Meyve ve sebzeler hasat sonrası hızlı metabolik olaylardan ve solunum hızından dolayı hızlı bir şekilde bozulduğundan, yenilebilir kaplama uygulamaları

modifiye atmosfer etkisi yaratmaktadır. Yenilebilir kaplamalar taze ürünlerin çevresinde bir bariyer oluşturarak ürünlerin solunum hızını, gaz değişimini ve nem kaybını kontrol edebilmekte, olgunlaşma ile birlikte hücrelerin zarar görerek yaşlanmayla raf ömrünün azalmasına engel olarak ürünlerin raf ömrünü uzatabilmektedir. Taze bahçe ürünlerine uygulanacak yenilebilir kaplama seçimi ürünün solunum, su kaybı hızı gibi ürünün özellikleri ve depolama koşulları dikkate alınarak seçilmelidir [25, 26]. Yenilebilir antimikrobiyal kaplamalar aroma kaybını, nem transferini, renk değişimini, solunumunu ve oksidasyonunu azaltarak, taze meyve ve sebzelerin genel görünüşünü koruyarak, raf ömrünü uzatmaktadır [11, 27].

Taze meyve ve sebzelerde raf ömrünü uzatmak amacıyla yapılan çalışmalarda farklı kompozisyonlarda yenilebilir kaplama uygulamaları yapılmıştır. Bu çalışmalardan bazıları kısaca özetlenmiştir. Kitinin bir türevi olan kitosan mükemmel film oluşturma kapasitesine ve antimikrobiyal fonksiyonlara sahiptir ve ayrıca taze çileğin (*Fragaria x ananassa*), böğürtlenin (*Rubus idaeus*) [28-31] dilimlenmiş mango meyvesinin (*Mangifera indica*) [32], turunçgillerin (*Citrus sp.*) [33], kalite kayıplarını kontrol etmek amacıyla başarıyla kullanılmıştır. Süt proteini temelli bir madde olan ve mükemmel oksijen bariyerleme özelliğine sahip kazeinat, hasat sonrası solunumu kontrol etmek amacıyla, havuçta (*Daucus carota*) [34], elmada (*Malus sylvestris*), patatesten (*Solanum tuberosum*) [35], kerevizde (*Apium graveolens var. dulce*) [36] ve çilekte [37] başarı ile uygulanmıştır. Sukroz-yağ asiti esteri kombinasyonu, ticari bir kaplama ürünü olan Semperfresh'in kivinin (*Actinidia arguta*) [38], kirazın (*Prunus avium*) [39], ve sakız kabağının (*Cucurbita pepo*) [40] ağırlık kaybını etkin olarak azalttığı ve nem kaybını engelleyerek ananasın (*Ananas comosus*) raf ömrünü 5 haftaya kadar uzattığı belirlenmiştir [41]. Sodyum alginat ise doğal lineer bir polisakkarittir ve nem tutma, jel oluşturma gibi cazip fiziksel ve biyolojik özelliklere sahiptir [42]. Karvakrol, kekik yağı, sitral, limon otu yağı, tarçın aldehit, tarçın yağı gibi bitki türevli esansiyel yağların ve onların bileşenlerinin gıda uygulamalarında elma-bazlı antimikrobiyal yenilebilir filmlerin hazırlanmasında kullanılabilir olduğunu göstermektedir [43]. Ayrıca, polisakkaritler, lipitler, proteinler ve bunların kombinasyonları taze ürünler için kaplama materyali olarak kullanılabilir [25].

YENİLEBİLİR KAPLAMALARIN TAZE MEYVE ve SEBZELERİN HASAT SONRASI FİZYOLOJİLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Hasattan sonra sebze ve meyvelerde bozulmaya neden olan biyolojik olayların hızlanması, ürünlerin besin değerini, kalitesini, aromasını, dokusunu ve görünüşünü olumsuz etkiler. Yenilebilir kaplamalar oksijen, karbondioksit, nem ve katı maddelerin hareketine karşı yarı geçirgen bir yapı sağlayarak, solunum hızını, su kaybını ve oksidatif reaksiyonları azaltmaktadır [1, 44]. Oksijen, gıdalarda vitamin kayıpları, enzimatik esmerleşme, mikroorganizmaların gelişimi, yağların acılaştırılması gibi pek çok bozulma reaksiyonlarında rol

oynamaktadır. Bundan dolayı pek çok ambalajlama stratejisi gıda ürününü korumak için oksijenin uzaklaştırılmasına odaklanmaktadır [45]. Ayrıca, oksijene ve karbondioksite geçirgenlik, taze meyve ve sebze gibi canlı dokuların solunumu için gereklidir [27]. Yenilebilir kaplamalar, meyvenin iç gaz atmosferini kontrol atında tutabilir, meyve solunum hızını minimize edebilir, meyvenin bozulmasını ve nem kaybını azaltarak su buharına karşı bariyer görevi görebilir [25]. Yenilebilir film ve kaplamalar meyve ve sebzelerde nem kaybı, gaz değişimini ve oksidasyon reaksiyonunu kontrol etmek amacıyla uygulanmaktadır. Eğer uygun geçirgenlikte bir kaplama seçilirse, bu kaplamaya kontrollü solunumu sağlayacak özellikler sağlayabilir ve sonuç olarak taze meyve ve sebzelerin raf ömrü uzatılabilir. Yenilebilir filmlerin oksijen geçirgenliği (OG), film bileşimine katkı maddesi olarak bazı antioksidanların katılmasıyla kontrol edilebilir. Su buharı geçirgenlikleri (SBG), suyun bozulma reaksiyonlarında önemli rol oynamasından ve kısmen de olsa ölçüm kolaylığından dolayı, yenilebilir filmlerin en çok çalışılan özelliklerinden biridir [46-49].

Esansiyel yağlar, yenilebilir ve tıbbi bitkilerde bulunur. Esansiyel yağlar ve bileşenleri gıdalarda aroma verici maddeler olarak sıklıkla kullanılmaktadır ve geniş spektrumlu antimikrobiyal etkileri olduğu iyi bilinmektedir [50-52]. Bileşim, yapı, yağların fonksiyonel gruplarında olduğu gibi antimikrobiyal aktiviteyi belirlemede önemli rol oynamaktadır. Genellikle, fenolik grup içeren bileşikler en etkili olanlardır [53, 54]. Bunların arasında; karanfil, kekik, biberiye, dağ kekiği, adaçayı ve vanilya bitkilerinin yağlarının mikroorganizmalara karşı oldukça aktif oldukları görülmüştür. Bunlar genellikle, Gram negatif bakterilerden çok Gram pozitiflere karşı inhibitör etki göstermektedirler [55-57]. Bu durum pek çok esansiyel yağ için doğrudan, sennamom ve citral gibi bazı bileşikler ise her iki bakteri grubuna karşı da etkilidir [51, 58, 59]. Ayrıca, yağların bazı fenolik olmayan bileşenleri de (allil isotiyosiyanat, AIT gibi) Gram negatif bakteriler [60, 61] ile Gram pozitif funguslara karşı etkilidir [62, 63].

Tekil filmlerin (kombinasyon halinde olmayan) oksijen, su buharı ve karbondioksite karşı geçirgenliklerinin ölçülmesi gıdaya uygulanacak olan kaplama formülasyonunun seçimine yardımcı olmaktadır [27].

YENİLEBİLİR KAPLAMA UYGULAMALARININ TAZE MEYVE ve SEBZELERİN HASAT SONRASI ÜRÜN BOZULMALARI ÜZERİNE ETKİLERİ

Gıda ürünlerinde bakteriyel ve fungal gelişmeyi engellemek için gıda katkı maddeleri yerine kullanılan bitkisel ürünler gıda güvenliğini ve raf ömrünü iyileştirmede doğal alternatiflerin kaynağı olarak bilinmektedir. Gerçekte bu maddelerin bazıları, önemli aroma kalite kriterlerine sahip olan uçucu bileşiklerle karakterize edilmektedir [64]. Taze ürünlerin çürütücü mikroorganizmalara karşı olan savunma sistemlerinde anahtar rolü bu uçucu bileşiklerin bazılarının varlığını oynadığı söylenebilir [65].

Bu uçucu bileşiklerin bazıları, hidroperoksitleri oluşturan doymamış yağ asitlerinin oksijenasyonunu katalizleyen lipoksigenaz metabolik yolu sayesinde üretilir. Bu ikincil moleküller, bitkinin hasar görmüş yerlerindeki mikrobiyal üremeye karşı savunma sisteminde önemli rol oynayan bileşikler için substrat görevi yaparlar [82]. Özellikle aldehitler ve bunların ilgili alkoller, hidroperoksit lisaz, izomeraz ve dehidrogenazların aktiviteleri sonucu üretilir. Sebze ve meyvelerin doğal aromalarının çoğunluğu, bu metabolik yol sonucu oluşturulan 6 karbonlu hekzenal, hekzenol, 2-(E)-hekzenal ve 3-(Z)-hekzenol gibi bileşiklerden kaynaklanmaktadır. Ayrıca, bu bileşikler domates, çay, çilek, zeytinyağı, üzüm, elma ve armutta aromayı oluşturan önemli bileşenlerdir [83]. Çoğunlukla terpenoidlerin oluşturduğu bitki esansiyel yağlarının pek çok patojeni kapsayan mikroorganizma gruplarına karşı gösterdiği antimikrobiyal aktivite üzerinde çalışılmaktadır [54, 84]. Özellikle *Labiata* [85-88] ve turunçgil meyvelerinden [65] elde edilen yağların aktiviteleri pek çok kişi tarafından araştırılmaktadır.

Meyve ve sebzelerin hasat sonrası hastalıklarının kontrolünde antagonistlerin (mikroorganizmaların) kullanımına dair iki temel yaklaşım bulunmaktadır; (1) ürünün kendisinde bulunan ve üremesi teşvik edilebilen ya da yönetilebilen mikroorganizmaların kullanımı, (2) hasat sonrası patojenlere karşı sentetik olarak uygulanan mikroorganizmaların kullanımı. Doğal olarak ortaya çıkan antagonistler, meyve ve sebzelerin yüzeyinde kendiliğinden bulunurlar ve izolasyonlarından sonra hasat sonrası hastalıkların kontrolü için kullanılırlar [66-68]. Yapılan bir çalışmada, turunçgil meyvelerinin yüzeyinin yıkandığı su mikrobiyolojik olarak incelenmiş, suyun dilüsyonunda yalnızca bakteri ve mayaların yer aldığı, besiyeri ortamında ise birkaç kırmızı küfün olduğu görülmüş ve bakteri ve mayaların, küflerin gelişimini baskılayabileceği belirtilmiştir. Bu nedenle, meyve ve sebzelerin yıkadıkları zaman, yıkanmadıkları duruma göre bozulmaya daha duyarlı olduklarını göstermektedir [2]

Birçok araştırmacı tarafından antagonistlerin kullanımı hakkında pek çok çalışma yapılmıştır [4, 69-76]. Buna rağmen, antagonistlerin patojenler üzerinde hangi etki mekanizmasını/mekanizmalarını kullandığı tam olarak anlaşılamamıştır. Antagonistlerin biyokontrol aktivitelerini açıklamak amacıyla birkaç etki mekanizması önerilmiştir. Halen, hasat sonrası bozulmaya neden olan patojenleri kontrol eden mikrobiyal ajanların en önemli etki mekanizmalarının patojen ve antagonistler arasındaki besin ve yer mücadelesi olduğu kabul edilmektedir [74, 77-80]. Ayrıca, antibiyotiklerin üretimi (antibiyosis), parazitizm ve indüklenmiş direnç antagonistlerin diğer etki mekanizmaları olarak görülmektedir [4, 76, 81].

SONUÇ

Taze meyve ve sebzelerin sağlık açısından öneminin her geçen gün daha fazla anlaşılması ve düşük kalorili yiyeceklerin tüketilmesine verilen önemin artması bu ürünlere olan talebi de arttırmaktadır. Fakat ürünlerin çabuk bozulabilir yapısı uzun süre muhafaza edilmesini zorlaştırmaktadır. Son zamanlarda hasat sonrası bahçe

ürünlerinin tazeliğini, kalitesini koruyan, mikrobiyal bozulmalardan kaynaklanan kayıpları azaltan sağlık açısından hiçbir risk taşımayan doğal alternatif yöntemlerin uygulamasının önemi gittikçe artmaktadır. Yenilebilir film ve kaplamalar bu uygulamalardan en dikkat çekici olanıdır. Bitkisel uçucu maddelerin GRAS kabul edilmesi, esansiyel yağların meyve ve sebzelerin güvenliği ve raf ömrünü artırma amacıyla yenilebilir kaplama teknolojisinde kullanımını mümkün kılmaktadır. Esansiyel yağların antimikrobiyal etkisi, içerdiği pek çok yağ ve aroma bileşiğinin, küfler üzerindeki mikotoksin üretimini azaltma ya da durdurma yeteneğinden ileri gelmektedir. Yenilebilir film ve kaplamaların en önemli avantajı, gıdaların besleyici özelliğini ve tadını artırarak güvenli olarak tüketilmesini sağlamaktır. Bu antimikrobiyal kaplamalarla, oksidasyon reaksiyonları engellenerek, yapısal ve besleyici özellikler artırılır, raf ömrünün uzamasına olumlu katkılar sağlanabilir. Tüm bu sonuçlar dikkate alındığında, ürünlerin korunmasına yönelik ticari uygulamaların olduğu kadar bilimsel çalışmaların da ülkemizde yaygınlaşması gerektiği görülmektedir. Sonuç olarak çevre kirliliği ve insan sağlığı açısından yenilebilir doğal uygulamaların gelecekte de önemini koruyarak devam edeceği beklenmektedir. Ülkemizin meyve ve sebze üretiminde dünyada söz sahibi bir konumda bulunması da dikkate alınırsa bu yeni uygulamaların pratiğe aktarılarak ticari olarak üretiminin yaygınlaştırılmasının sağlanması ile dünya pazarında yer alması ve hak ettiği konuma gelebilmesi söz konusu olabilir.

KAYNAKLAR

- [1] Mastromatteo, M., Conte, A., Del Nobile, M.A., 2010. Combined use of modified atmosphere packaging and natural compounds for food preservation. *Food Engineering Rev.* 2: 28-38.
- [2] Sharma, R.R., Singh, D., Singh, R., 2009. Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables by microbial antagonists: A review. *Biological Control* 50: 205-221.
- [3] Oraikul, B., Stiles, M.E., 1991. Modified Atmosphere Packaging of Food. Ellis Horwood, England.
- [4] El-Ghaout, A., Wilson, C.L., Wisniewski, M.E., 2004. Biologically based alternatives to synthetic fungicides for the postharvest disease of fruits and vegetables. In: Naqvi, S.A.M.H. (Ed.), *Diseases of Fruits and Vegetables*, Vol.2. Kluwer academic publishers, The Netherlands, pp.511-535.
- [5] Droby, S., 2006. Improving quality and saty of fresh fruits and vegetables after harvest by use of biocontrol agents and natural materials. *Acta Horticulturae* 709:45-51.
- [6] Zhu, S.J., 2006. Non-chemical approach to decay control in postharvest fruit. In: Nouredin, B., Norio, S. (Eds.), *Advances in Postharvest Technologies for Horticultural Crops.*, Research Signpost, Trivandrum, India, pp.297-313.
- [7] Sing, D., Sharma, R.R., 2007. Postharvest diseases of fruits and vegetables and their management. In: Prasad, D. (Ed.), *Sustainable Pest Management*. Daya Publishing House, New Delhi, India.

- [8] Özelkök, İ. S., Acıcan, T., Yalçın, M., Kaynaş, K., 2005. Depolanabilen Bahçe Ürünlerinde Kayıpların Önlenmesi Amacıyla Prototip Bir Sıvı Kimyasal (Antioksidant, Fungusit, Mineral) Aplikatörünün Geliştirilmesi. Proje No: TOGTAG, TARP-2544.
- [9] Korsten, L., 2006. Advance in control of postharvest diseases in tropical fresh produce. *Int. J. Postharvest Technol. Innovation* 1(1): 48-61.
- [10] Mari, M., Neri, F., Bertolini, P., 2007. Novel approaches to prevent and control postharvest diseases of fruit. *Steward Postharvest Review*, 36(6): Article 4. Steward Postharvest Solutions Ltd., London, UK.
- [11] Olivas, G.L., Barbosa-Canovas, G.V., 2005. Edible coatings for fresh-cut fruits. *Crit. Rev. Food Sci.* 45: 657-670.
- [12] Beuchat, L.R., Golden D.A., 1989. Antimicrobials occurring naturally in foods. *Food Technol.* 43(1): 134-142
- [13] Deans, S.G., Ritchie, G., 1987. Antimicrobial properties of plant essential oils. *Int. J. Food Microbiol.* 5: 165-180
- [14] Kim, H.Y., Lee, Y.J., Hong, K.-H., Kwon, Y.-K., Sim, K.-C., Lee, J.-Y., Cho, H.-Y., Kim, I.-S., Han, S.-B., Lee, C.-W., Shin, I.-S., Cho, J.S., 2001. Isolation of antimicrobial substances from natural products and their preservative effects. *Food Sci. Biotechnol.* 10(1): 59-71
- [15] Newberne, P., Smith, R.L., Doul, J., Feron, V.J., Goodman, J.I., Murno, I.C., Portoghese, P.S., Waddel, W.J., Wagner, B.M., Weil, C.S., Adams, T.B., Hallagan, J.B., 2000. GRAS flavouring substance. *Food Technology* 54: 66-83.
- [16] Parra, D.F., Tadini, C.C., Ponce, P., Lugao A.B., 2004. Mechanical properties and water vapour transmission in some blends of cassava starch edible films. *Carbohydrate Polymers* 58: 475-481.
- [17] Okada, M., 2002. Chemical syntheses of biodegradable polymers. *Progress in Polymer Science*, 27:7-133.
- [18] Pavlath, A.E., Robertson, G.H. 1999. Biodegradable polymers vs recycling: What are possibilities. *Crit. Rev. Anal. Chem.* 29(3): 231-241.
- [19] Scott, G., 2000. Green Polymers. *Polymer Degradation and Stability* 68:1-7.
- [20] Salleh, E., Muhamad, I.I., 2005. Starch-based antimicrobial films incorporated with lauric acid and chitosan. International Conference on Advancement of :Materials and Nanotechnology 2007 Book Series: AIP Conference Proceedings 1217: 432-436 (DOI: 10.1063/1.3377861, Published: 2010).
- [21] Fama, L., Rojas, A.M., Goyanes, S., Gerschenson, I., 2004. Mechanical properties of tapico-starch edible films containing sorbates. *LWT* 38: 631-639.
- [22] Ayana, B., Turhan, K. N., 2010. Gıda Ambalajlamasında antimikrobiyal madde içeren yenilebilir filmler/kaplamalar ve uygulamaları. *Gıda* 35(2): 151-158.
- [23] Coma, V., Martial-Gros, A., Garreau, S., Copinet, A., Salin, F., Deschamps, A. 2002. Edible antimicrobial films based on chitosan matrix. *J Food Sci.* 67: 1162-1169.
- [24] Çağrı, A., Üstünlü, Z., Ryser, E.T. 2002. Inhibition of three pathogens on Bologna and summer sausage using antimicrobial edible films. *J Food Sci.* 67(6): 2317-2324.
- [25] Baldwin, E.A., Nisperos-Carriedo, M.O., Baker, R.A., 1995. Edible coatings for lightly processed fruits and vegetables. *HortScience* 30: 35-38.
- [26] Perez-Gago, M.B., Gonzalez-Aguilar, G.A., Olivas, G.I., 2010. Edible coatings for fruits and vegetables. *Steward Postharvest Rev.* 6:1-4.
- [27] Ayranci, E., Tunc, S., 2004. The effect of edible coatings on water and vitamin C loss of apricots (*Armeniaca vulgaris* L.) and green peppers (*Capsicum annuum* L.). *Food Chemistry* 87: 339-342.
- [28] Han, C., Zhao, Y., Leonard, S.W., Traber, M.G., 2004. Edible coating to improve storability and enhance nutritional value of fresh and frozen strawberries (*Fragaria x ananassa*) and raspberries (*Rubus ideaus*). *Postharvest Biology Technology* 33: 67-68.
- [29] Park, S.I., Stan, S.D., Daeschel, M.A., Zhao, Y., 2005. Antifungal coatings on fresh strawberries (*Fragaria x ananassa*) to control mold growth during cold storage. *J. Food Sci.* 70: 202-207.
- [30] Vargas, M., Albors, A., Chiralt, A., Gonzales-Martinez, C., 2006. Quality of cold-stored strawberries as affected by chitosan-oleic acid edible coatings. *Postharvest Biol. Technol.* 41: 164-171.
- [31] Ribeiro, C., Vicente, A.A., Teixeira, A.J., Miranda, C., 2007. Optimization of edible coating composition to retard strawberry fruit senescence. *Postharvest Biol Technol.* 44: 63-70.
- [32] Chien, P.J., Yang, F.H., Sheu, F., 2007. Effects of edible chitosan coating on quality and shelf life of sliced mango fruit. *J. Food Engineering* 78: 225-229.
- [33] Fornes, F., Almela, V., Abad, M., Agusti, M., 2005. Low concentration of chitosan coating reduce water spot incidence and delay peel pigmentation of clementine mandarin fruits. *J. Sci. Food Agric.* 85: 1105-1112.
- [34] Mei, Y., Zhao, Y., 2003. Barrier and mechanical properties of milk protein-based edible films containing nutraceuticals. *J. Agric. Food Chem.* 51: 1914-1918.
- [35] Letien, C., Vachion, C., Mateescu, M.A., Lacroix, M., 2001. Milk protein coatings prevent oxidative browning of apples and potatoes. *J. Food Science* 66: 512-518.
- [36] Avena-Bustillos, R.J., Krochta, J.M., Saltveit, M.E., 1997. Water vapor resistance of red delicious apples and celery stick coated with edible caseinate-acetylated monoglyceride films. *J. Food Sci.* 62: 351-354.
- [37] Vachon, C., D'Aprano, G., Lacroix, M., Letendre, M., 2003. Effect of edible coating process and irradiation treatment of strawberry *Fragaria* spp. on storage-keeping quality. *J. Food Sci.* 68: 608-612.
- [38] Fisk, L.C., Silver, M.A., Strik, B.C., Zhao, Y., 2008. Postharvest quality of hardy kiwifruit (*Actinidia arguta* 'Ananasnaya') associated with packaging and stored conditions. *Postharvest Biology Technology* 47: 338-345.

- [39] Yaman, Ö., Bayindirli, L., 2002. Effect of edible coating and cold storage on shelf life and quality of cherries. *LWT- Food Sci. Technol.* 35: 146-150.
- [40] Kaynas, K., Ozelkok, I.S., 1999. Effect of semperfresh on postharvest behavior of cucumber (*Cucumis sativus* L.) and summer squash (*Cucurbita pepo*) fruits. *Acta Horticulture* 492: 213-220.
- [41] Nimitkeatkai, H., Srilaong, V., Kanlayanarak, S., 2006. Effect of edible coating on pineapple fruit quality during cold storage. *Acta Horticulture* 712: 643-647
- [42] Pei, H.N., Chen, X.G., Li, Y., Zhou, H.Y., 2008. Characterization and ornidazole release in vitro of a novel composite film prepared with chitosan(poly(vinyl alcohol)/alginate. *J. Biomed. Mater. Res.* 85: 566-572.
- [43] Maria, A., Avena-Bustillos, J., Olsen, C., Friedman, M., Henika, P.R., Martin-Belloso, O., Pan, Z., Mchugh, T.H., 2007. Effects of plant essential oils and oil compounds on mechanical, barrier and antimicrobial properties of alginate-apple puree edible films. *Journal of Food Engineering* 81: 634-641.
- [44] Park, H.J., 1999. Development of advanced edible coating for fruits. *Trends in Food Science and Technology* 10: 254-260.
- [45] Gontard, N., Thibault, R., Cuq, B., Guilbert, S., 1996. Influence of relative humidity and film composition on oxygen and carbon dioxide permeabilities of edible films. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 44: 1064-1069.
- [46] Ayranci, E., Buyuktas, B.S., Cetin, E.E., 1997. The effect of molecular weight of constituents on properties of cellulose-based edible films. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie* 30: 101-104.
- [47] Gontard, N., Marchesseau, S., Cuq, C. L., Guilbert, S., 1995. Water vapour permeability of edible bilayer films of wheat gluten and lipids. *International Journal of Food Science and Technology* 30: 49-56.
- [48] Kamper, S. L., Fennema, O., 1984. Water vapour permeability of edible bilayer films. *Journal of Food Science* 49: 1482-1485.
- [49] McHugh, T.H., Aujard, J.F., Krochta, J.M., 1994. Plasticized whey protein edible films: Water vapour permeability properties. *Journal of Food Science* 59: 416-419.
- [50] Alzoreky, N.S., Nakahara, K., 2002. Antimicrobial activity of extracts from some edible plants commonly consumed in Asia. *Int. Food Microbiol.* 80: 223-230.
- [51] Kim J., Marshal, M.R., Wei, C., 1995. Antimicrobial activity of some essential oil components against five food borne pathogens. *J Agric Food Chem.* 43: 2839-2845.
- [52] Packiyasothy, E.V., Kyle, S., 2002. Antimicrobial properties of some herb essential oil. *Food Aust.* 54(9): 384-387.
- [53] Deans, S.G., Noble, R.C., Hiltunen, R., Wuryani, W., Penzes, L.G., 1995. Antimicrobial and antioxidant properties of *Syzygium aromaticum* (L.) Merr&Perry: impact upon bacteria, fungi and fatty acids levels in ageing mice. *Flv. Frag. J.* 10: 323-328.
- [54] Dorman, H.J.D., Deans, S.G., 2000. Antimicrobial against from plant: antimicrobial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology* 88: 308-316.
- [55] Mangena, T., Muyima, N.Y.O., 1999. Comparative evaluation of the antimicrobial activities of essential oils of *Artemisia afra*, *Pteronia incana* and *Rosemarinus officinalis* on selected bacteria and yeast strains. *Lett. Appl. Microbiol.* 28: 291-296.
- [56] Marino, M., Bersani, C., Comi, G., 2001. Impedance measurement to study antimicrobial activity of essential oils from *Lamiaceae* and *Compositae*. *Int. J. Food Microbiol.* 67: 187-195.
- [57] Zaika, L.L., 1988. Spice and herbs: their antimicrobial activity and its determinaton. *J Food Safety* 9: 97-118.
- [58] Sivropoulou, A., Papanikolaou, E., Nikolaou, C., Kokkini, S., Lanaras, T., Arsenakis, M., 1996. Antimicrobial and cytotoxic activities of Origanum essential oil. *J. Agric. Food Chem.* 44:1202-1205.
- [59] Skandamis, P., Tsigarida, E., Nychas, G.-J.E., 2002. The effect of oregano essential oil on survival/death of *Salmonella typhimurium* in meat stored at 5°C under aerobic, VP/MAP conditions, *Food Microbiol.* 19: 97-103.
- [60] Ward, S.M., Delaquis, P.J., Holley, R.A., Mazza, G., 1998. Inhibition of spoilage and pathogenic bacteria on agar and pre-cooked roasted beef by volatile horseradish distillates. *Food Res. Int.* 31: 19-26.
- [61] Yin, M.N., Cheng W.S., 2003. Antioxidant and antimicrobial effects of four garlic derived organosulfur compounds in ground beef. *Meat Sci.* 63: 23-28.
- [62] Holley, R.A., Patel, D., 2005. Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobials. *Food Microbiol.* 22: 273-292.
- [63] Nielsen, P.V. Rios, R., 2000. Inhibition of fungal growth on bread by volatile components from spices and herbs, and their possible application in active packaging with special emphasis on mustard essential oil. *Int. J. Food Microbiol.* 60: 219-229.
- [64] Utama, I.M.S., Willis, R.B.H., Ben-Yehoshua, Kuek, C., 2002. In vitro efficacy of plant volatiles for inhibiting the growth of fruits and vegetables decay microorganisms. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50:6371-6377.
- [65] Ben-Yehoshua, S., Rodov, V., Perez, J., 1998. Constitutive and induced resistance of citrus fruit against pathogens. In G.I. Johnson, E. Highly, D.C. Joyce (Eds.), *Disease resistance in fruits*. ACIAR Proceeding no:80 (pp. 78-89). Canberra, Australia: Australian Centre for international Agricultural Research.
- [66] Janisiewicz, W.J., 1987. Postharvest biological control of blue mold on apple. *Phytopathology* 77: 481-485.
- [67] Sobiczewski, p., Bryk, H., Berezynski, S., 1996. Evaluation of epiphytic bacteria isolated from apple leaves in the control of postharvest diseases. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research* 4: 35-45.

- [68] Chalutz, E., Wilson, C.L., 1990. Postharvest biocontrol of green and blue mold and sour rot of citrus fruit by *Debaryomyces hansenii*. *Plant Disease* 74: 134-137.
- [69] Droby, S., Chalutz, E., Wilson, C.L., Wisniewski, M.E., 1989. Characterization of the biocontrol activity of *Debaryomyces hansenii* in the control of *Penicillium digitatum* on grapefruit. *Canadian Journal of Microbiology* 35: 794-800.
- [70] Wisniewski, M., Biles, C., Droby, S., 1991. The use of yeast *Pichia quilliermondii* as a biocontrol agent: Characterization of attachment to *Botrytis cinerea*. In: Wilson C.L., Chalutz, E., Eds., Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables. Proc. Workshop, US Department of Agriculture, ARS-92, pp. 167-183.
- [71] Filonow, A.B., Vishniac, H.S., Anderson, J.A., Janisiewicz, w.j., 1996. Biological control of *Botrytis cinerea* in apple by yeast from various habitats and their putative mechanism of antagonism. *Biological Control* 7(2): 212-220.
- [72] Chand-Goyal, T., Spotts, R.A., 1997. Biological control of postharvest disease of apple and pear under semi-commercial and commercial conditions using three saprophytic yeast. *Biological Control* 10(3):199-206.
- [73] Korsten, L., de-Villiers E.E., Wehner, F.C., Kotze, J.M., 1997. Field sprays of *Bacillus subtilis* and fungicides for control of preharvest fruit diseases of avocado in South Africa. *Plant Disease* 81: 455-459.
- [74] Filonow, A.B., 1998. Role of competition for sugar by yeasts in the biocontrol of gray mold of apple. *Biocontrol Science and Technology* 8: 243-256.
- [75] Calvente, V., Benuzzi, D., de Tosetti, M.I.D., 1999. Antagonistic action of siderophores from *Rhodotorula glutinis* upon the postharvest pathogen *Penicillium expansum*. *International Biodeterioration and Biodegradation* 43: 167-172.
- [76] Janisiewicz, W.J., Tworowski, T.J. Sharer, C., 2000. Characterizing the mechanism of biological control of postharvest diseases on fruit with a simple method to study competition for nutrients. *Phytopathology* 90(11): 1196-1200.
- [77] Droby, S., Chalutz, E., Wilson, C.L., Wisniewski, M.E., 1992. Biological control of postharvest diseases: a promising alternative to use of synthetic fungicides. *Phytoparasitica* 20: 1495-1503.
- [78] Wilson, C.L., Wisniewski, M.E., Droby, S., Chalutz, E., 1993. A selection strategy for microbial antagonists to control postharvest diseases of fruits and vegetables. *Scientia Horticulturae* 53: 183-189.
- [79] Ippolito, A., Nigro, F., 2000. Impact of preharvest application of biological control agents on postharvest diseases of fresh fruits and vegetables. *Crop Protection* 19(8/9): 715-723.
- [80] Jijakli, M.H., Grevesse, C., Lepoivre, P., 2001. Modes of action of biocontrol agents of postharvest diseases: challenges and difficulties. *Bulletin-OILB/SROP* 24 (3): 317-318.
- [81] Barkai-Golan, R., 2001. Postharvest diseases of fruits and vegetables: Development and Control. Elsevier Sciences, Amsterdam, The Netherlands.
- [82] Casey, R., West, S.I., Hardy, D., Robinson, D.S., Wu, Z., Hughes, R.K., 1999. New frontiers in food enzymology: recombinant lipoxygenases. *Trends in Food Science and Technology* 10: 297-302.
- [83] Gardini, F., Lanciotti, R., Belletti, N., Guerzoni, M.E., 2002. Use of natural aroma compounds to control microbial growth in foods. In R. Mohan (Ed.), Research advances in food science, vol. 3 (pp. 63-78). Kerala: Global Research Network.
- [84] Delaquis, P.J., Stanich, K., Girard, B., Mazza, G., 2002. Antimicrobial activity of individual and mixed fractions of dill, cilantro, coriander and eucalyptus essential oils. *International of Food Microbiology* 74: 101-109.
- [85] Juven, B.J., Kanner, Sched, F., Weisslowicz, H., 1994. Factors that interact with the antibacterial of thyme essential oil and its active constituents. *Journal of Applied Bacteriology* 76: 626-631.
- [86] Lambert, R.J.W., Skandamis, P.N., Coote P.J., Nychas G.-J.E., 2001. A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. *J Apply Microbiol.* 91: 453-462
- [87] Tsao, R., Zhou, T., 2000. Interaction of monoterpenoids, methyl jasmonate and Ca in controlling postharvest brown root of sweet chery. *HortScience* 35: 1304-1307.
- [88] Basilico, M.Z., Basilico, J.C., 1999. Inhibitory effects of some spice essential oils on *Aspergillus ochraceus* NRRL 3174 growth and ochratoxin A production. *Letters in Applied Microbiology* 29: 238-241.