

## Elmada Fizyolojik Bozukluklar

Fatih ŞEN<sup>1</sup> Ali İSLAM<sup>2\*</sup> Saadet KOÇ<sup>2</sup> İsmail KARAÇALI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir, TÜRKİYE

<sup>2</sup>Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Ordu, TÜRKİYE

\*Sorumlu Yazar  
e-posta: islamali@odu.edu.tr

Geliş Tarihi : 25.11.2009

Kabul Tarihi : 28.12.2009

### Özet

Ülkemiz, 65 milyon ton'luk dünya elma üretiminde 3 milyon ton ile 4. sırada yer almaktadır. Türkiye, üretilen elmanın % 0,3-0,4'lik kısmı ihraç etmektedir. Bu çalışmada ülkemiz açısından önem arz eden elma meyvesinde hasat öncesi ve hasat sonrası görülen önemli fizyolojik bozukluklar (kabuk yanıklığı, acı benek, iç sulanması, meyve eti kahverengileşmesi, karbondioksit (CO<sub>2</sub>) zararı, düşük oksijen (O<sub>2</sub>) zararı, güneş yanıklığı, çatlama, paslanma) hakkında çalışmalar derlenmiştir. Bozuklukların oluşma nedenleri ve belirtileri açıklanmış ve bu bozukluklara hassa çeşitler vurgulanmıştır. Ayrıca, bozuklukların önlenmesi ve tespiti ile ilgili uygulamalar üzerinde de durulmuştur. Sonuçta hasat öncesi ve sonrası fizyolojik bozuklukların azaltılması veya önlenmesi hakkında alınabilecek tedbirler sıralanarak önerilerde bulunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** *Malus communis* L., acıbenek, kabuk yanıklığı, paslanma, depolama

## Physiological Disorders of Apple

### Abstract

Our country is the 4th with its 3 million tones apple production in the world ,which has got the 65 million tones apple. Turkey exports 0,3-0,4 % part of its apple production. In this research, post and preharvest physiological disorders (superficial scald, bitter spot, water core, flesh browning, CO<sub>2</sub> induced injury, low CO<sub>2</sub> injury, light induced scald, cleavage, corroding) for apple, which is important for our country, have been discussed. Causes of the formation and indication have explained and sensitive cultivars have given. Additionally, prevention of disorders and detection practices are emphasized. As a result, some advices have been aligned about reduction or prevention of physiological disorders which are about pre and post-harvest.

**Key Words:** *Malus communis* L., bitter spot, corroding, superficial scald, storage

## GİRİŞ

Türkiye; coğrafi konumu, üretime uygun verimli ve geniş tarım alanları, değişik bölgelerin ekolojik farklılıkları sayesinde meyve ve sebzelerin iyi koşullarda ve kaliteli olarak yetişebildiği nadir ülkelerden biridir. Ülkemizde yılda yaklaşık 43 milyon ton taze meyve sebze üretilmektedir. 2008 yılı verilerine göre yumuşak çekirdekli meyveler, taze meyve üretimimizin % 23'ünü oluştururken, elma bu grubun en önemli meyvesidir. Türkiye elma ihracatı, 2007 verilerine göre 9644 ton'dur [1]. 2009 yılı ilk beş ayında Türkiye geneli yaş meyve ihracatı yapılan ilk beş ürün içerisinde elma üçüncü sırada yer almaktadır olup, dünya toplam elma üretiminin % 4'ü ülkemiz tarafından karşılanmaktadır [2].

İsparta, Niğde, Karaman, Denizli, Antalya, Amasya ve Tokat illeri başta olmak üzere birçok ilde elma yetiştiriciliği yapılmaktadır. Starking ana çeşit olmak üzere Granny Smith, Fuji, Mondial Gala, Jersey Mac gibi diğer çeşitlere de yönelim söz konusudur.

### Elmada Görülen Önemli Fizyolojik Bozukluklar

Ürünün kalitesinde çeşit, yetiştirme koşulları, bahçe

kuruluşu ve bakım işlerinin yanı sıra hasat ve depolama koşulları da önemli rol oynamaktadır. Elma yetiştiriciliğinde hasat olgunluğu, hasat ve hasat sonrası dönemlerde (taşıma, paketleme evi işlemleri) yapılan işlemlere gereken özenin gösterilmesi, uygun depolama koşullarının sağlanması bu ürünün depolama ömrünü dolayısıyla kalitesini doğrudan yada dolaylı olarak etkilemektedir. Bu faktörlerden bir yada birkaçının eksikliği elmada görülen fizyolojik bozuklukların nedenini oluşturmaktadır.

Elmada görülen önemli fizyolojik bozukluklar, hasat dönemi ve sonrasında kabuk yanıklığı, acı benek, iç sulanması, meyve eti kahverengileşmesi, karbondioksit zararı ve düşük oksijen zararıdır. Hasat öncesi dönemde ise güneş yanıklığı, çatlama ve paslanma dikkate alınması gereken fizyolojik bozukluklardır.

Elma çeşitlerinin fizyolojik bozukluklara karşı duyarlılıkları farklılık göstermektedir. Önemli fizyolojik bozukluklara karşı hassas olan elma çeşitleri Çizelge.1' de verilmiştir.

### Kabuk Yanıklığı

Kabuk yanıklığı birçok elma ve armut çeşidinde sıkça rastlanılan fizyolojik bir bozukluktur. Bazı elma çeşitlerinde ise uzun süreli (>3 ay) depolamalarda ortaya

**Çizelge 1.** Elmada Görülen Önemli Fizyolojik Bozukluklar ve Bu Bozukluklara Hassas Çeşitler

Fizyolojik Bozukluk	Hassas Elma Çeşidi
Kabuk Yanıklığı	Granny Smith, Red Delicious, Golden Delicious, Stayman, Mc Intosh
Acı Benek	Gravenstein, Baldwin, Northern Spy, Grimes Golden, Grany Smith, Greening, Delicious, Stayman, Yellow Newton, Cripsin
İç Sulanması	Granny Smith, Red Delicious, Fuji, Baldwin, Jonathan, Delicious, Winesap, Stayman
Unlaşma	Greening, Grimes Golden, York, Mc Intosh, Jonathon, Delicious
İç Bozukluğu	Stayman, Rome Beauty
Karbondioksit Zararı	Cox, Mc Intosh
Düşük Oksijen Zararı	Cortland, Mc Intosh
Güneş Yanıklığı	Granny Smith, Sunburn
Çatlama	Stayman, Winesap, Jonathan, Delicious
Paslanma	Golden Delicious

Kaynak: [12, 20, 30, 35]

çıkılmaktadır. Meyve yüzeyinde kahverengi lekeler şeklinde görülmektedir. Bozukluk epidermis ve hipodermis hücrelerinde görülür, meyve eti sağlamdır. Bu bozukluk meyvenin görüntüsünü bozar, hastalıklara duyarlı hale getirir [30].

İleri aşamalarda meyve yüzeyinde çöküntüler meydana gelmekte, meyve etinde alkol ve asetaldehit birikimi artmaktadır.

Kabuk yanıklığının biyokimyası tam olarak anlaşılacakla birlikte, kabuk yüzeyinde tutulan aromatik maddeler de kabuk yanıklığına neden olmaktadır. Yapılan çalışmalar kutikule tabakasında tutulan bu maddenin sesquiterpen ( $\alpha$ -farnesene) olduğunu ve bunun oksidasyonu sonucu kararmaların oluştuğunu göstermiştir [11].  $\alpha$ -farnesen etilen üretimi ile birlikte meyve yüzeyinde birikerek yüzey yanıklıklarına neden olmaktadır [19].

Meyvesinde fazla alkol ve asetaldehit oluşturan çeşitler, hasat öncesi dönemdeki su azlığı, ışıklandırmanın ve düşük sıcaklığın (< 10°C) yetersiz olması, erken hasat, aşırı gübreleme sonucu oluşan iri meyveler, ürünün depoya alınmasındaki gecikmeler veya geç soğutma kabuk yanıklığı sorununu arttıran başlıca faktörlerdir [12]. Granny Smith ve Red Delicious gibi elma çeşitleri kabuk yanıklığına oldukça duyarlıdır [20].

Önemli kayıplara neden olduğu bilinen kabuk yanıklığı, difenilamin (DPA) ve etoksiquin uygulamaları ile özellikle hassas elma çeşitlerinde önemli derecede kontrol altına alınmıştır [16,34]. İzin verilen ülkelerde depolama öncesi bu çözeltiler % 0,1-0,2'lik konsantrasyonlarda kasaların üzerinden dökme şeklinde (drencher) [20] veya daldırılarak uygulanmaktadır. Sınır kalıntı DPA için 10 ppm, etoksiquin için ise 3 ppm'dir. Diğer ülkelerde uçucu madde difüzyonunu arttıran yağ emdirilmiş kağıtlara sarılmaktadır. Bu iki madde antioksidan olarak çalışır ve bozukluğu azaltır. Düşük oksijen konsantrasyonu yani kontrollü atmosferli (KA) depolar da bu bozukluğun azalmasında etkilidir [15,20].

Son yıllarda yapılan çalışmalar 1-Metilsiklopropan (1-MCP) uygulamasının da kabuk yanıklığını azalttığını göstermiştir [32]. 1-MCP, etilen algılanmasını engelleyerek yüzey yanıklığının gelişmesini önlemektedir [27].

$\alpha$ -farnesene karşı DPA ve 1-MCP'nin etki mekaniz-

maları birbirinden farklıdır [11]. DPA etilen üretimini ve  $\alpha$ -farnesen birikimini azaltırken [31], 1-MCP etilen ve  $\alpha$ -farnesen üretimini engellemektedir [31].

Dayanıklı çeşitlerle yetiştiricilik yapılması, ağaçların yeterince ışık alacak şekilde budanması, hasat zamanının doğru seçilmesi, ürünün kısa sürede depoya alınarak uygun koşullarda saklanması ve iyi bir havalandırma (günde 5-6 kez) ile etilen seviyesinin 1 ppm'in altında tutulması gibi uygulamalar kabuk yanıklığının önlenmesinde etkilidir.

Bir elma bahçesinde kabuk yanıklığına olan eğilimi saptamak için, hasat tarihinden 2 hafta önce meyveler toplanarak 0,038 mm kalınlığında ağzı açık torbada 21°C'de 2-6 hafta süre ile bekletilir. Süre sonunda kabukta meydana gelen yanıklıklardan bahçenin bu bozukluğa olan eğilimi anlaşılacaktır.

#### Acı Benek

İstisnalar hariç sadece depolama esnasında ortaya çıkan acı benek oluşması bahçedeki büyüme şartlarıyla da sıkı sıkıya ilişkilidir. Meyvenin kalsiyum beslenmesindeki yetersizliği, buna karşın potasyum ve azot beslenmesindeki fazlalıklar bozukluk belirtilerini arttırmaktadır [22,35]. Bozukluk, meyvenin çiçek ucundan başlayan ve öncelikle epiderminin altında kalan küçük, yuvarlak (3-4 mm çapında), kahverengi, koyu kahverengi, mantarlaşmış ve süngerimsi ölü bir doku şeklinde ortaya çıkmaktadır [12,17,30].

Bozukluğun derecesi yıldan yıla ve uygulamalara göre değişiklik göstermektedir. Sıcak ve kurak yaz günleri, topraktan kalsiyum alınımını zorlaştıran az veya aşırı nem, yüksek toprak sıcaklığı, meyve iriliğini arttırıcı uygulamalar, erken hasat, hasat sonrası olgunluğu hızlandıran koşullar, depolamanın geciktirilmesi, soğutmanın hızla yapılmaması, meyve iriliğinin artması, aşırı azotlu ve potasyumlu gübreler acı benek oluşumunu arttıran önemli faktörlerdir [12,30].

Depolanacak meyvelerde acı benek tahmini; mineral analizleri [8] yada meyvenin gelişimi süresince olgunlaşmanın hızlandırılması [26] gibi yöntemler ile tahmin edilebilmektedir. Ancak meyveye de zarar veren (destructive-

ve) bu yöntemlerin yerine, meyve olgunluğu ve kalitesinin belirlenmesinde zarar vermeyen (non-destructive) yöntemlerin kullanımı daha uygun olacaktır. Bu amaçla acı benek potansiyelini erken dönemde saptamaya yönelik yakın infrared yansıtıcı spektroskopisi (NIR-Near Infrared Reflectance) kullanılarak birçok meyve çeşidinde iç kalite ve kalite bozuklukları ile ilgili başarılı bir şekilde çalışılabilmektedir [5]. NIR spektroskopisi hızlı bir şekilde örneğe zarar vermeden, kuru madde, pH ve asit seviyesi gibi pek çok bilgiyi de aynı anda verebilmektedir [14]. Acı beneği saptamada kullanılan diğer bir yöntem de floresan görüntüleme metodudur [18]. Floresan yöntemi yüksek doğruluk oranına sahip, hızlı bir yöntemdir [6]. Floresan, olgunlaşma ve yaşlanma belirtileri sonucunda klorofilde oluşan kırılmalar, antosiyanin ve karotenoid sentezi gibi stres koşullarına duyarlıdır [10].

Şüpheli bahçelerde meyveler % 1 asetilen bulunan bir polietilen torba içinde 32°C'de 2 gün bekletilir. Daha düşük sıcaklıklarda tutulursa acı beneğin ortaya çıkışı gecikir. Oluşan acı benek belirtileri bahçenin durumunu gösterir. Sorunlu bahçelerde hasat bir süre geciktirilir ve hasat edilen ürünler direkt satılır, eğer zarar az ise ürünün uygun koşullarda hemen depolanması gerekmektedir.

Acı beneği azaltmak için birçok yöntem bulunmaktadır. Uygun çeşit seçmek, sert kesimden ve kısa budamalardan, aşırı azot ve potasyumlu gübrelere kaçınmak, kalsiyum beslenmesini iyileştirmek, yeterli bor alınımını sağlamak, özellikle yaz aylarında düzenli ve dengeli sulama yapmak verimi arttırmakla birlikte bozukluğu da önemli derecede ortadan kaldırmaktadır. Hasat sonrasında ürün hızla soğutulmalı ve uygun depolama koşullarında (yüksek oransal nemde) saklanmalıdır [20].

Kalsiyum beslenmesini iyileştirmek için gelişme döneminde 3-4 defa kalsiyum uygulaması yapılmalıdır. Kırmızı elma çeşitlerinde % 0,6-0,8 kalsiyum klorür, yeşil kabuklu çeşitlerde kalsiyum nitrat uygulanmalıdır. Son yıllarda yapılan çalışmalarda hasat sonrası kalsiyum klorürlü çözeltilere batırılması ve hatta bunun vakum tekniği ile birlikte yapılmasının meyvenin kalsiyum miktarını arttırmada etkili olduğu bildirilmiştir [13]. Hasat sonrası yapraklar dökülmeden önce kalsiyum (Ca) ve bor (B) uygulamalarının yumurtalık ve genç meyvede Ca ve B miktarını arttırdığı saptanmıştır [28].

### İç Sulanması

İç sulanmasında, meyvenin öz bölgesinde, iletim demetlerinin yakınında ve bazı durumlarda da korteks dokusu içinde dağınık alanlar şeklinde, camı, yarı saydam sulu bir görünüş ortaya çıkmaktadır [30,35]. Dokuda zamanla alkol, asetaldehit ve etilasetat birikmesiyle karar meydana gelmektedir. İç sulanması görülen meyvelerde problem başlangıçta dışarıdan anlaşılmamaktadır. İleri devrelerde Delicious'da olduğu gibi çiçek ucunda kabuk rengi karararak meyvenin özgül ağırlığı artmaktadır.

Bozukluğun nedeni floemden gelen sıvının hücreye girmeden hücre aralarına dolmasıdır. Bu suda bulunan

sorbitol, fruktoza dönmeden kalır ve birikir. Meyve asitçe fakir ve tatlı bir hal alır [12].

İç sulanması hasat devresinde enine kesilen meyvelerde görülür. Hasat sırasında bozukluk hafif ise depoda veya çıkarıldıktan sonra kaybolur, ileri derecede ise kaybolmaz. Hafif dereceli bozukluklar 1-2°C'de % 85 oransal nemde bir süre depolandıklarında kaybolur.

İç sulanması görülen meyvelerin pazara sunulmadan önce ayrılmasında kullanılan bir takım yöntemler vardır. Transmission ışığı kullanarak bozukluğu saptayan optik sistemler ve bozuk meyveyi özgül ağırlık artışından dolayı ayıran sulu çözeltiler bu yöntemlerden ikisidir [12]. Örneğin, Delicious için etil, metil, isopropil alkol ile hazırlanan 0,877 g/cm<sup>3</sup> lük çözelti kullanılır.

Bazı elma çeşitleri duyarlı (Garnny Smith, Fuji, Baldwin, Jonathan, Delicious) olduğundan doğru çeşit seçilmelidir [12,20]. Ekstrem hava koşulları olumsuz etki yapmaktadır. Budama ve besleme özellikle Ca'lu gübrelemeye önem verilmelidir [35]. Meyveler bozukluk belirtisi vermeden hasat uygun zamanda yapılmalı, hasat geciktirilmemelidir [30].

### Meyve Eti Kahverengileşmesi

Depolama esnasında ortaya çıkabilecek yüksek karbondioksit miktarları dokularda stres faktörü ve dolayısıyla hidrojen peroksit oluşumuna neden olmaktadır [4]. Dokularda hidrojen peroksit miktarının artması hücre membranının fonksiyonunu bozmaktadır. Membranların kırılması polifenol oksidaz gibi enzimlerin sitozollerde birikimine neden olmaktadır. Enzim ve substrat arasındaki oksidatif reaksiyon hücrelerin ölümüne ve sonuçta ette kahverengileşmeye neden olur [4]. KA koşullarında depolanan 'Pink Lady' elma çeşidinde depolamadan iki ay sonra ilk zararlanmalar görülmekte, askorbik asit miktarında azalma, dehidra askorbik asit miktarında ise artma meydana gelmektedir [4]. KA depolarda karbondioksit hassas elma çeşitlerinde meyve eti kahverengileşmesi ortaya çıkabilmektedir. Bu elma çeşitlerinde bozukluğun aralıklarla yada beklenmedik bir şekilde görülmesinden dolayı kontrol edilmesinde zorluk çekilen ciddi bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır.

Meyve eti kahverengileşmesinde başlıca dikkat edilmesi gereken konu membran stabilizesinin sağlanmasıdır. Antioksidantlar, membran stabilizesinin korunmasında önemli rol oynamaktadır. Askorbik asit ve Ca, membran stabilizesi korumak için birlikte çalışırlar [4]. Ca hücre membran yapısındaki fosfolipid stabilizasyonunda önemli bir rol oynamaktadır [21]. Hasattan sonra meyve içine Ca infiltrasyonunu sağlayan uygulamalar, hasat dönemi boyunca membran organizasyonu ve fonksiyonunu geliştirdiği için kalitenin korunmasında önemlidir [25]. Bor hücre duvarı yapısı üzerinde [23] ve plazma membranında düzenleyici bir rol oynamaktadır [24].

Castro ve arkadaşları (2008) hasat sonrası 'Pink Lady' elmalarında DPA uygulamasının, 4 ay süreyle KA ve soğuk depo koşullarında kahverengileşme reaksiyonunu tamamen engellediğini bildirmişlerdir.

### Karbondioksit Zararı

Yüksek karbondioksit konsantrasyonu toksik dozda süksinik asit birikimine yol açarak elmada öz kararmasına neden olmaktadır. Zararlanan kısımlar sağlam dokudan keskin sınırlarla ayrılmış kırmızı-kahverengi bölgeler oluşturmaktadır. Önce sulu görünen bu bölgeler zamanla kuruyarak oyuklar oluşturur [12,33].

Zararın boyutu çoğunlukla elma çeşidinden ve yetiştirme koşullarından etkilenir [9]. Duyarlı çeşitlerde (Cox, McIntosh) % 3-5 karbondioksit koşullarında bir süre sonra zararlanmalar meydana gelir. Karbondioksit zararı meyve iriliği, yaşlanma ve düşük sıcaklık zararları ile ilişkilidir. Erken hasat edilen meyveler karbondioksit zararına duyarlıdır [30].

Meyvenin karbondioksit yaralanmasına en hassas olduğu dönem, kontrollü atmosferde depolamanın başladığı ilk günlerdir. Bu dönemlerde karbondioksit miktarını düşük bir değerde tutmak zararlanmaların azalmasında önemli olacaktır [3]. Ayrıca, KA depolamasından önce meyvelerin soğuk depo koşullarında tutulması, karbondioksit zararlanmasının azalmasında önemli ölçüde etkili olmuştur [3].

Fawbush ve arkadaşları (2008) 1, 2,5 ve 5 kPa karbondioksit içeren ortamlarda 1-MCP uygulaması yapılmış elmalarda (% 29) yapılmayanlara (% 17) göre hafatalık depolama sonunda zararlanmanın daha fazla olduğu gözlenmiştir.

Karbondioksit zararlanmalarına ticari anlamda ilk tavsiyeler 1990'ların başında DPA uygulamaları ile 1990'ların başında yapılmıştır [34]. Sonraki zamanlarda DPA uygulamalarının hem iç hem de dış karbondioksit zararlanmalarını azalttığı, kimi zaman da önlediği görülmüştür [3,33]. Depo sıcaklığı ve atmosferinin bileşimini çeşide uygun hale getirilmesi zararın önlenmesinde önemlidir [29].

### Düşük Oksijen Zararı

Ortamdaki oksijen azlığı solunum seyrini bozar ve anaerob solunum giderek artar. Doku içinde asetaldehit, etilasetat ve etil alkol oluşur. Alkol birikimi belli konsantrasyonu (100 mg/100 g'ı) aşınca aroma bozulur ve doku zararlanmaları görülür. Az miktardaki alkol havalandırma ile atılır ve metabolizma normale döner [12].

Bazı elma çeşitleri (Cortland, McIntosh) düşük oksijen konsantrasyonlarında (% 1) tutulduğunda meyve etinde kararmalar ve kabukta kahverengi çöküntüler meydana gelir. Hasadın geciktirilmesi bu bozukluğa duyarlılığı artırır. Meyvelerin düşük oksijen zararına duyarlılığı hasat öncesi ve sonrası birçok faktör tarafından etkilenmektedir [33].

### Güneş Yanıklığı

Özellikle sıcak bölgelerde yetiştirilen elma çeşitlerinde ağaç üzerinde güneş gören meyve yüzeylerinde görülür. Kahverengi veya bozuk renkli zararlanmalar şeklinde görülür [35]. Zararlanma meyve kabuğunda gözle gö-

rülür şekilde ve kabuk altında belirtiler verir. Yeşil kabuk rengine sahip elma çeşitlerinde kabukta proteinlerin denatüre olması ve lipitlerin mobilize olmasıyla klorofil parçalanır ve renkte açılmalar, esmerleşmeler meydana gelir, renk bozulur. Zarar gören elmalarda nişasta hızla parçalanır, şeker ve içsel etilen miktarı artar, oluşan yararlı mikroorganizmaların girişini kolaylaştırır.

Özellikle su azlığında ve rüzgarın olmadığı dönemde, ışık ve hava sıcaklığı ile ısınan kabuğun ısısı daha da artmakta ve kabuk hücrelerinin ölmesine neden olmaktadır. Bu zararlanmanın görüldüğü meyvelerde kalite bozulmaktadır.

Bodur elma bahçelerinde topraktan yansıyan ışıktan zararlanmalara neden olduğundan yüksek sıcak zararları görülür. Güneş yanıklığına neden olan koşullar elmalarda iç sulanmasına neden olur. Bazı elma çeşitlerinin (Sunburn) güneş yanıklığına duyarlılığı fazladır.

Güneş yanıklığının önlenmesinin yolu meyve üzerine doğrudan gelen güneş ışığının engellenmesidir. Bunun için değişik örtü materyalleri kullanılmaktadır. Ayrıca elma bahçelerinde güneş yanıklığını önlemeye yönelik kaolen minerali içerikli ürünlerin kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Bu ürünler ıslanabilir toz formunda olup uygulanması kolaydır.

### Çatlamalar

Elma meyvelerin gelişme döneminde iç basıncın kabuk basıncından fazla olması durumunda çatlama meydana gelir. İç basınç genellikle su alımıyla ve hücresel gelişmeyle artmaktadır. Meyvede çatlama genellikle büyümeyi kısıtlayan koşulların arkasından büyümeyi teşvik eden koşulların oluşmasıyla ortaya çıkar. Elma meyvelerinde çatlama yavaş yavaş oluşur.

Çatlamaların nedenleri farklılık gösterir ve belirlenmesi güçtür. Kabuk elastisitesini azaltan ve doku içinde osmatik basıncı arttıran koşullar ve geç hasat çatlamayı artırıcı etki yapar. Elmalarda erken dönemde görülen çatlamaların nedenleri çeşitli kabuk zararlanmaları (güneş yanığı ve paslanma) ve kurumadır.

Çeşitlerin çatlamaya karşı duyarlılıkları farklılık göstermektedir. Düz kabuklu olmayan, paslanmaya hassas, kuvvetli gelişen elma çeşitleri (Stayman Winesap, Jonathan) çatlamaya daha duyarlıdır.

Yetiştiriciliğin yapılacağı bölgeye uygun elma çeşidinin seçilmesi, su düzensizliklerinden kaçınmak, bakım işlerini düzgün yaparak kabuk zararlarını önlemek ve hasadın zamanında yapılmasını sağlamak çatlamaların azaltılmasında önemlidir.

### Paslanma

Paslanma meyve yüzeyinde mantar tabakasının oluşmasıdır. Kabuk yüzeyinin gelişme döneminin başında çeşitli nedenlerle zarar görmesiyle, epiderminin yerine hipodermisten oluşan fellogen dokunun çalışması sonucu 2-3 tabakalı periderm tabakası oluşur. Paslanma, meyveyi bozamaz ve gelişmesine zarar vermez fakat kabuk yüzeyi suberinle örtüldüğü için düzgünlüğünü ve parlaklığı



ğını kaybeder, kirli sarı-kahverenkte donuk ve pürüklü bir görünüm alır. Bu yüzeylerde kütikular mum tabakası oluşmadığı için su kaybı daha hızlı olur. Yoğun paslanmanın görüldüğü bölgenin altındaki hücre bölünmesi ve uzaması sınırlandırıldığından gelişme geri kalır.

Paslanma çiçeklenmeden sonraki 30-40 günlük dönemde görülür. Özellikle çiçeklenmeden sonraki 2-3 haftada (fındık iriliği) görülen düşük sıcaklıklar (< 4°C), bu dönemde kullanılan bakırlı ve kükürtlü ilaçlar, hızlı gelişmeyi teşvik eden gece sıcaklıkları (15-20°C), susuzluk ve çatlamaya neden olan koşullar (yüksek oransal nem, çiğ, meyve yüzeyinde uzun süre suyun kalması gibi) paslanmayı artırır.

Elmalarda paslanmaya neden olan etmenler çok ve çeşitlidir. Ancak en önemlisi meyvenin büyüme düzensizliği ve kütikular mum yapısıdır. Hava nemi ise en önemli ekolojik faktördür. Paslanma kalıtım faktörleri, iklim faktörleri, bakım işleri ve biyotik etmenlere göre değişiklik gösterdiğinden bu bozukluğun derecesi yetiştirilen çeşit, mevsim, bölge ve bahçeye göre farklılık göstermektedir. Örneğin paslanma bakımından en sorunlu elma çeşidi Golden Delicious çeşididir.

Paslanmadan korunmak için öncelikle çeşit ve bahçe yerinin seçiminin doğru yapılması gerekmektedir. Örneğin denizden yüksek yerlerde paslanma daha az meydana gelir. Bahçeler iklim koşullarının kararlı olduğu, çok hafif ve ağır toprak yapısına sahip olmayan bölgelerde kurulmalı, çevresine rüzgar kırınlar yapılmalıdır. Çiçeklenme sonrası aşırı azotlu gübre verilmesinden kaçınılmalı, su yeterli ve dengeli verilmeli, bakım işleri düzenli yapılmalıdır. Fungisit uygulamalarında kullanılan ilaçların etkisi iyi bilinmelidir. Paslanmanın sorun olduğu bahçelerde kullanılacak özel preparatlar geliştirilmiştir. Örneğin kükürt, kaolin ve bor içeren Golclair ve silisyum dioksit içeren Aposil gibi. Golclair % 1, Aposil % 2,5 ve boraks çözeltisi % 0,15-0,25 çiçeklenmeden sonra bir hafta ara ile birkaç defa uygulanır. Bu amaçla epidermis hücrelerinin gelişimini iyileştiren giberrellik asit çiçek dökümünden hemen ve 10 gün sonra 5-10 ppm konsantrasyonunda uygulanabilir.

## SONUÇ

Elma yetiştiriciliğinde hasat öncesi iklim koşulları, bakım işleri, hasat ve hasat sonrası işlemler ürünün kalitesini ve muhafaza ömrünü etkilemektedir. Yukarıda özet olarak açıklanan fizyolojik bozukluklar her yıl yetiştiricilik özellikle de depolama aşamasında önemli kayıplara neden olmaktadır. Bu bozukluklar aynı zamanda fungal hastalıkların gelişmesini kolaylaştırmaktadır. Bunun için fizyolojik bozuklukların azaltılması, fungal kayıpları da azaltacağından pazarlanabilir ürün miktarını arttıracaktır. Fizyolojik bozuklukların önlenmesi ve/veya azaltılmasında daha az duyarlı olan çeşitlerin seçilmesi önemlidir. Bakım işleri (gübreleme, sulama, budama vb.) zamanında ve itina ile yapılmalı ve iklim koşulları takip edilmelidir. İyi yetiştirilmiş bir elma meyvesi uygun zaman-

da hasat edilerek en kısa sürede soğutulmalı ve uygun depo koşullarında saklanmalıdır. Elma meyvesinin iyi tarım uygulamalarına uygun şekilde yetiştirilmesi, doğru zamanda hasat edilmesi ve hasat sonrası uygun depolama koşullarının sağlanmasıyla fizyolojik kayıplar azaltılacaktır. Bunun sonucunda daha kaliteli elma meyvesinin daha fazla ve uzun süre piyasaya arzı sağlanacaktır.

## KAYNAKLAR

- [1] Anonim, 2009a, <http://faostat.fao.org/site/535/DesktopDefault.aspx?PageID=535#ancor>, Erişim tarihi: 09.09.2009.
- [2] Anonim, 2009b, <http://www.igeme.org.tr/stats/index.cfm>, Erişim tarihi: 10.07.2009.
- [3] Argenta, L.C., Fan, X., Mattheis, J.P., 2000. Delaying establishment of controlled atmosphere or CO<sub>2</sub> exposure reduces 'Fuji' apple CO<sub>2</sub> injury without excessive fruit quality loss. *Postharvest Biol. Technol.*, 20:221-229.
- [4] Castro, E., Barrett, D. M., Jobling, J., Mitcham, E. J., 2008. Biochemical factors associated with a CO<sub>2</sub>- induced flesh browning disorder of Pink Lady apples. *Postharvest Biology and Technology*, 48:182-191.
- [5] Clark, C.J., McGlone, V.A., De Silva, H.N., Manning, M.A., Burdon, J., Mowat, A.D., 2004. Prediction of storage disorders of kiwifruit (*Actinidia chinensis*) based on visible-NIR spectral characteristics at harvest. *Postharvest Biol. Technol.*, 32:147-158.
- [6] DeEll, J.R., van Kooten, O., Prange, R.K., Murr, D.P., 1999. Application of chlorophyll fluorescence techniques in post harvest physiology. *Hortic. Rev.*, 23:69-107.
- [7] Fawbush, F., Nock, J.F., Watkins, C.B., 2008. External Carbon Dioxide and 1- Methylcyclopropene (1-MCP) in the 'Empire' Apple Postharvest Biology and Technology, 48:92-98.
- [8] Ferguson, I.B., Watkins, C.B., 1989. Bitter pit in apple fruit. *Hort. Rev.*, 11:289-355.
- [9] Fernandez-Trujillo, J.P., Nock, J.F., Watkins, C.B., 2001. Superficial scald, carbon dioxide injury, and changes of fermentation products and organic acids in 'Cortland' and 'LawRome' apples after high carbon dioxide stress treatment. *J. Am. Soc., Hortic. Sci.*, 126:235-241.
- [10] Huybrechts, C., 2003. The use of a fluorescence imaging system to study pre- and post-harvest stress in fruit trees and apples. Ph.D. Dissertation. Biological Sciences, Limburgs Universitair Centrum, Diepenbeek, Belgium.
- [11] Jung, S. K., Watkins, C. B., 2008. Superficial scald control after delayed treatment of apple fruit with diphenylamine (DPA) and 1-methylcyclopropene (1-MCP). *Postharvest Biology and Technology*, 50:45-52.
- [12] Karaçalı, İ. 2009. Bahçe Ürünlerinin Muhafaza ve Pazarlanması, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 494.
- [13] Klein, J.D., Lurie S. and Ben-Arie, R., 1990. Qua-

- lity and cell wall components of 'Anna' and 'Granny Smith' apples treated with heat, calcium and ethylene. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 115:954-958.
- [14] Lammertyn, J., Nicolaï, B.M., De Smedt, V., De Baerdemaeker, J., 1998. Non-destructive measurement of acidity, soluble solids and firmness of Jonagold apples using NIR-spectroscopy. *Trans. ASAE* 41, 1089-1094.
- [15] Lau, O.L., 1997. The effectiveness of 0.7% O<sub>2</sub> to attenuate scald symptoms in 'Delicious' apples is influenced by harvest maturity and cultivar strain. *J. Amir. Soc. Hort. Scie.*, 122:691-697.
- [16] Little, C., Holmes, R., 2000. *Storage Technology for Apples and Pears*. Department of Natural Resources and Environment, Victoria, Australia, 528 s
- [17] Lotz, E., 1996. Control of physiological post-harvest disorders. In: Combrink, J. (Ed.), *Integrated Management of Post Harvest Quality*. Agricultural Research Council-Infruitec, Stellenbosch, South Africa, 43-49.
- [18] Lötze, E., Huybrechts, C., Sadie, A., Theron, K. I., Valcke, R. M., 2006. Fluorescence imaging as a non-destructive method for pre-harvest detection of bitter pit in apple fruit (*Malus domestica* Borkh.). *Postharvest Biology and Technology*, 40:287-294.
- [19] Lurie, S., Lers, A., Shacham, Z., Sonogo, L., Burd, S., Whitaker, B., 2005. Expression of  $\alpha$ -farnesene synthase AFS1 and 3-hydroxy-3-methylglutaryl-coenzyme a reductase HMG2 and HMG3 in relation to  $\alpha$ -farnesene and conjugated trienols in 'Granny Smith' apples heat or 1-MCP treated to prevent superficial scald. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 130:232-236.
- [20] Mitcham, E. J., and F. G. Mitchell. 2002. Postharvest handling systems: Pome fruits. In: *Postharvest technology of horticultural crops* ed. A.A. Kader, 333-344. University of California Division Agriculture and Natural Resources Publication 3311, Oakland, CA.
- [21] Marinos, N.G., 1962. Studies on submicroscopic aspects of mineral deficiencies. I. Calcium deficiency in the shoot apex of barley. *Am. J. Bot.*, 49:834-841.
- [22] Nicolai, B. M., Lötze, E., Peirs, A., Scheerlinck, N., Theron, K. I., 2006. Non-destructive measurement of bitter pit in apple fruit using NIR hyperspectral imaging. *Postharvest Biology and Technology*, 40:1-6.
- [23] O'Neill, M.A., York, W.S., 2003. The composition and structure of plant primary cell walls. In: Rose, J.K.C. (Ed.), *The Plant Cell Wall*. Blackwell, Oxford, 1-54.
- [24] Parr, A.J., Loughman, B.C., 1983. Boron and membrane function in plants. In: Robb, D.A., Pierpoint, W.S. (Eds.), *Metals and Micronutrients: Uptake and Utilization by Plants*. Academic Press, London, pp., 87-107.
- [25] Picchioni, G.A., Watada, A.E., Conway, W.S., Whitaker, B.D., Sams, C.E., 1995. Cell membrane stability and the role of calcium infiltration in postharvest quality of apples. *Hort. Sci.*, 30, 642.
- [26] Retamales, J.B., Valdes, C., Dilley, D.R., 2000. Bitter pit prediction in apples through Mg infiltration. *Acta Hort.*, 512:169-179.
- [27] Rupasinghe, H.P.V., Murr, D.P., Paliyath, G., Skog, L., 2000. Inhibitory effect of 1-MCP on ripening and superficial scald development in 'McIntosh' and 'Delicious' apples. *J. Hort. Sci. Biotechnol.*, 75:271-276.
- [28] Şen, F., İ. Karaçalı, M.E. İrget, Ö.L. Elmacı, M. Tepecik, 2008. Elma meyvelerinin kalsiyum beslenmesinin iyileştirilmesinde hasat sonrası kalsiyum ve bor uygulamasının etkileri. *Bahçe Ürünlerinde IV. Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu*, 08-11 Ekim 2008, Antalya.
- [29] Smock, R.M., 1977. Nomenclature for internal storage disorders of apples. *HortScience*, 12:306-308.
- [30] Snowdon, A.L., 1990. *Acolor Atlas of Post-Harvest Diseases & Disorders of Fruits & Vegetables*. Volume 1: General Introduction & Fruits. Wolfe Scientific Ltd, London.
- [31] Tsantili, E., Gapper, N.E., Arquiza, J.M.R.A., Whitaker, B.D., Watkins, C.B., 2007. Ethylene and  $\alpha$ -farnesene metabolism in green and red skin of three apple cultivars in response to 1-methylcyclopropene (1-MCP) treatment. *J. Agric. Food Chem.*, 55:5267-5276.
- [32] Watkins, C.B., 2006. The use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on fruits and vegetables. *Biotechnol. Adv.*, 24:389-409.
- [33] Watkins, C.B., Kupferman, E. and Rosenberger D.A., 2006. Apple. In: *The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks*. Ed. Grossi C., Wang, C.Y. and Saltveit, M., 143-156. *Agricultural Handbook Number 66*.
- [34] Watkins, C.B., 2003. Principles and practices of postharvest handling and stress. In: Feree, D., Warrington, I.J. (Eds.), *Apples: Crop Physiology, Production and Uses*. CAB Publishing, 585-614.
- [35] Wills, R., B. McGlasson, D. Graham, and D. Joyce. 1998. *Postharvest an introduction to the physiology & handling of fruit, vegetables & ornamentals*. 4<sup>th</sup> edition. UNSW Press, Sydney, Australia.