



Isparta İli'nde Elmalarda Sorun Olan Hasat Sonrası Hastalıkların ve Yaygınlık Oranlarının Belirlenmesi

Hülya ÖZGÖNEN*

Handan ÇULAL KILIÇ

Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, 32260, Isparta, TÜRKİYE

*Sorumlu Yazar

e-posta: hozgonen@ziraat.sdu.edu.tr

Geliş Tarihi : 19.11.2009

Kabul Tarihi : 22.12.2009

Özet

Bu çalışma, 2006-2008 yılları arasında Isparta ilinde soğuk hava depolarında bulunan elmalarda hasat sonu hastalıkların ve yaygınlık oranlarının belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. *Penicillium expansum* elmalarda en yaygın görülen hasat sonu çürüklük olarak belirlenmiştir. *Penicillium* çürüklüğüne bağlı kayıpların %40'a varan oranlarda olduğu belirlenmiştir. Yüzeysel çürüklük ya da meyve içi siyah çürüklüğü olarak bilinen *Alternaria alternata*, *Penicillium* çürüklüğünün ardından yaygın olarak belirlenen diğer etmen olmuştur. Bunların yanı sıra, *Botrytis cinerea* (gri küf), *Glomerella cingulata* (acı çürüklük), *Venturia inaequalis* (kara leke), *Cryptosporiopsis* spp. (boğa gözü), *Sphaeropsis* çürüklüğü ve bir bazidiomycet üyesi hasat sonrası hastalıklara neden olan funguslar arasında yer almıştır. *Mucor* ve *Aspergillus* çürüklükleri daha düşük oranlarda görülmüş (%3.0 ve %5.5) ve hasat sonu kayıplara neden olan etmenler arasında daha az öneme olduğu belirlenmiştir. Hasat sonrası ortaya çıkan fizyolojik bozukluklar arasında acı benek, yüzeysel kararmalar, soğuk zararı, nem düzensizliklerine bağlı oluşan belirtiler ve içsel kahverengileşme dikkat çekici olmuştur. Bu çalışma sonucunda hasat sonu kayıplara neden olan biyotik ve abiyotik hastalıkların belirlenmesi bölgemiz için hasat öncesi ve sonrası önlemlerin alınmasında ve mücadele yaklaşımlarının belirlenmesinde önemli olacaktır.

Anahtar kelimeler: Elma, hasat sonrası hastalıklar, soğuk hava deposu, *Penicillium*, Isparta

The Determination of Post-Harvest Diseases of Apples and Prevalence in Isparta

Abstract

This study was conducted to determine the post-harvest diseases and prevalence of apples in cold storage of Isparta in 2006-2008. *Penicillium expansum* was determined the most common post-harvest rot of apples. The losses of rot depending on *Penicillium* were around 40%. Superficial mold and black rot caused by *Alternaria alternata* was determined the common disease following *Penicillium*. In addition, the other post-harvest diseases were *Botrytis cinerea* (gray mold), *Glomerella cingulata* (bitter rot), *Venturia inaequalis* (pin point scab), *Cryptosporiopsis* spp. (bull's eye rot), *Sphaeropsis* rot and a member of basidiomycet group. *Mucor* and *Aspergillus* rots were at lower rates and determined to be the less important factors of losses of post-harvest. Among physiological disorders appeared post-harvest such as bitter pit, superficial scald, cold damage, humidity disorders and internal browning were remarkable. As a result of this study, the determination of biotic and abiotic diseases cause losses will be important to take precautions before and after harvest and to manipulate the control approaches in our region.

Keywords: Apple, post-harvest diseases, cold storage, *Penicillium*, Isparta

GİRİŞ

Elma Ülkemizde yoğun olarak üretimi yapılan, üretim ve alan bakımından ilk sıralarda yer alan bir meyvedir. Türkiye'de elma üretimi 2.504.494 tondur [1]. Isparta sahip olduğu iklim koşulları nedeniyle elma üretiminin gerçekleştiği önemli illerimizden birisidir. Isparta'da elma üretimi 18.106 ha alanda yapılmaktadır.

Yumuşak çekirdekli meyveler içerisinde yer alan elma uzun süreli depolanabilen meyvelerimizdendir. Nitekim elma hasadından sonra soğuk hava depolarında Eylül ayından itibaren yaklaşık 6-7 ay süreyle depolanabilmekte ve yılın diğer aylarında pazarlama imkanı doğmaktadır. Isparta'da yaklaşık 330.000 ton kapasite ile toplam 87 adet soğuk hava deposu bulunmakta ve Türkiye'deki ikinci büyük depo kapasitesine sahip il olarak karşımıza çıkmaktadır [2].

Soğuk hava depoları geleneksel olarak %90 ve üzeri nisbi nem ve 1-2°C'de soğutma yapılan koşullarda ve duvarlar nem tutmayacak özellikle izolasyonu düzgün geniş odalar şeklindedir. Kontrollü ve modifiye atmosfer

koşullarında ise O₂ ve CO₂ oranı dengede tutularak muhafaza işlemi uzun süre yapılabilmektedir [3].

Elmanın depolama sürecinde spesifik nedenleri parazitik olan ve olmayan veya fizyolojik olarak sınıflandırılan nedenlerden kaynaklanan hasat sonrası bozulmalar meydana gelebilmektedir [4, 5 ve 6]. Elma ve armut gibi uzun süre depolanan meyveler hasat sonrası hastalıklara son derece açıktır [7]. Hasat sonu kayıplar modern depolama tesislerine ve tekniklerine rağmen, her yıl değişen oranlarda karşımıza çıkabilmektedir. Hasat sonu hastalıkların ürün çeşidi ve depo koşullarına bağlı olarak %20-50 arasında değişen oranlarda kayıp meydana getirdiği bildirilmiştir [8]. Gerçekte, kayıplar yalnızca hasat sonrası depolama sürecinde değil yetiştirme sezonunda, hasat sırasında, taşıma ve pazarlamada hatta tüketiciler tarafından satın alındığında bile meydana gelebilir [9]. Hasat edilen ürünlerde depolama sürecinde meydana gelen fizyolojik değişimlere bağlı olarak hasat sonrası hastalıklara karşı duyarlılık artış gösterebilmektedir [10]. Mikrobiyal orjinli hasat sonrası hastalıklar genelde hasat öncesi latent enfeksiyonlar şeklinde başlar veya hasat sonra-

sında depolama sürecinde ortaya çıkar. Fungal ve bakteriyel etmenler tarafından meydana getirilen hasat sonrası hastalıklar en yaygın olanlarıdır [11]. Bunların dışında, abiyotik nedenlerden kaynaklanan belirtiler genel olarak kararmalar, yanıklıklar, beneklenmeler, iç ve dış kahverengilikler, nem düzensizlikleri vb. şeklinde ortaya çıkabilmektedir [12].

Hasat sonu hastalıklardan dolayı meydana gelen ürün kayıplarının azaltılması önemli hale gelmiştir. Bu amaçla çalışmamızda, soğuk hava depolarında meydana hasat sonrası kayıpların nedenleri, yaygınlık oranlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Elde edilen veriler hasat sonrası kayıpların azaltılması için alınacak önlemlerin belirlenmesine ışık tutacaktır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Survey Çalışmaları

Çalışma 2006-2008 yılları arasında yürütülmüştür. 2006 yılında, depo koşullarının belirlenmesi, meyvelerde hastalık belirtileri, örnek alma, izolasyon, teşhis ve tanıya yönelik araştırmalar yapılmıştır. 2007 ve 2008 yılında ise çalışmalar tamamen hastalık yaygınlıklarının belirlenmesine yönelik olmuştur. Bu arada farklı belirtilere sahip meyvelerden örnekler alınarak teşhis ve tanı çalışmaları devam etmiştir. Üç yıl süreyle aynı soğuk hava depolarında gözlem yapılmıştır.

Isparta iline bağlı toplam 9 ilçede ve 46 işletme ve 201.800 ton hacme sahip depo alanında surveyler yürütülmüştür (Çizelge 1).

Depo koşulları ile ilgili gözlemler

Gözlem yapılan tüm depolarda depo sıcaklığı, havalandırma, kasa özelliği, yapılan kimyasal uygulamalar ve diğer uygulamalar hakkında bilgi alınmış ve bu bilgiler not edilmiştir.

Meyve örneklerinin alınması ve patojenlerin izolasyonu

Gözlem yapılan depolarda tipik fungal hastalık belirtisi gösteren meyveler alınarak polietilen torbalar içerisine konulmuş ve laboratuvara getirilmiştir. Meyve alınan örneklerde genel olarak kararma, çürüklük, yüzeyde küf gelişimi, doku kahverengileşmesi gibi belirtiler esas alınmıştır [13].

Meyve dokularından fungal etmenlerin izolasyonlarını yapmak amacıyla Patates Dekstroz Agar (PDA) kullanılmıştır. İzolasyonda sağlıklı ve hastalıklı doku bir arada olacak şekilde küçük parçalar kesilerek %1 NaOCl solusyonunda yüzeysel dezenfeksiyona tabi tutularak 2 kez steril distile suda yıkanmış ve steril kurutma kağıdının üzerinde fazla nemi alınmıştır. Doku parçaları PDA ortamı üzerinde kültüre alınarak 24°C'de 1 hafta inkübe edilmiştir. Halihazırda depo koşullarında fungal sporulasyonun gerçekleştiği meyve yüzeyinden steril ortamda öze yardımıyla misel alınarak PDA ortamına inoküle edilmiş ve aynı şartlarda inkübasyona bırakılmıştır. İzolasyonun yanı sıra yüzeysel lekeler görülen fakat sporulasyonun gerçekleşmediği meyveler bir nem çemberine konularak aynı zamanda sporulasyonun teşvik edilmesi sağlanmıştır. Daha sonra gelişen koloniler saflaştırılmış ve eğik agarda kültüre alınarak +4°C'de saklanmıştır.

Fizyolojik bozukluk gösteren meyveler benzer şekilde polietilen torbalar içerisine konulmuş ve tanısı yapılmak üzere laboratuvara getirilmiştir.

Depolarda yapılan gözlem sırasında özellikle ahşap kasalarda nemden kaynaklanan küflenmelerin neden olduğu fungal etmenlerin belirlenmesi amacıyla örnekler alınmıştır. Daha önceden hazırlanmış PDA ortamının bulunduğu petrilere öze yardımıyla misel ekimi yapılmış ve petri kapları 24°C'de 1 hafta inkübe edilmiştir. Daha sonra gelişen kolonilerden saflaştırma yapılmıştır. Fungusların cins veya tür düzeyinde tanılanmasında makroskobik ve mikroskobik gözlemler yapılmış ve teşhis anahtarlarından yararlanılmıştır [14].

Çizelge 1. Gözlem yapılan ilçeler ve depo sayısı

İlçe	Depo sayısı	Toplam kapasite (ton)
Merkez	3	10.200
Eğirdir	18	76.200
İslamköy	1	3500
Atabey	2	1000
Gönen	1	3500
Gelendost	11	68.500
Keçiborlu	2	7300
Uluborlu	3	11.500
Senirkent	5	20.100
Toplam	46	201.800

Patojenite testleri

Saf olarak kültürü elde edilen fungal etmenler sağlıklı meyvelere inokule edilerek hastalık belirtilerinin oluşumu gözlenmiştir. Patojenite testleri için sağlıklı Red Delicious meyveleri kullanılmıştır. Bunun için patojenite testi uygulanacak her fungal etmen PDA üzerinde kültüre alınmış ve 5-7 gün süreyle 24°C'de inkübe edilmiştir. Taze kültürlerden steril distile su ile spor süspansiyonları hazırlanarak bir haemocytometer aracılığıyla konsantrasyonları 10⁶ spor/ml'ye ayarlanmıştır. Sağlıklı meyveler %1'lik NaOCl solusyonuna kısa süreli daldırılmış daha sonra steril saf su ile yıkanmış ve kurutma kağıtları üzerinde fazla nemi alınmıştır. Meyve ekسينinin 3 ayrı yerinden bir mantar delicisi kullanılarak hafifçe yaralandırılmış ve bu bölgelere her patojen için hazırlanan spor süspansiyonundan 250µl damlatılmıştır. Meyveler bir nem çemberi içerisine konularak 24°C'ye ayarlı bir iklim odasında inkübasyona bırakılmıştır. İnokulasyonda her hastalık için 10'ar meyve kullanılmıştır. Günlük gözlem yapılmış hastalık belirtilerinin gelişimi kaydedilmiştir.

Hastalıkların yaygınlıklarının belirlenmesi

Biyotik ve abiyotik nedenlerden kaynaklanan hastalıkların yaygınlıklarının belirlenmesi amacıyla gözlem yapılan depolarda örnekleme yapılmıştır. Bunun için kasalanmış haldeki meyvelerden 10 ton hacim alanından 5 farklı yerden 1'er kasa olacak şekilde alınarak sayım yapılmış, her hastalık için belirti gösteren meyve sayısı ve kasa içindeki toplam meyve sayısı not edilmiştir. Elde edilen veriler üzerinden her depo için hastalık yaygınlığı % olarak hesaplanmış ve sayım yapılan depo sayısına ve büyüklüğüne göre tartılı ortalama hesabıyla ilçe bazında hastalık yaygınlığı (%) hesaplanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma ile ilgili elde edilen veriler 11'i resmi 35'i özel kuruluş olmak üzere toplam 46 soğuk hava deposundan elde edilmiştir.

Depo koşulları ile ilgili gözlemler

Soğuk hava depoları ile ilgili olarak sıcaklık, nem havalandırma vb gibi fiziksel koşullar, yapılan kişisel görüşmeler sonucunda alınan bilgiler doğrultusunda ortaya konulmuş ve bu bilgiler not edilmiştir.

Soğuk hava depolarının büyük çoğunluğu geleneksel koşullarda depolamanın yapıldığı odaların bulunduğu depolardır. Ancak bunların az bir kısmında 1000-1500 ton kapasiteli kontrollü atmosfer şartlarında depolamanın yapıldığı odalar bulunmuştur.

Sıcaklık: Sıcaklıklar deponun bulunduğu yer ve ilçelere göre değişmekle birlikte ifade edilen sıcaklık aralığı genellikle -2-4°C arasında değişmiştir.

Nisbi nem: Nisbi nem deponun bulunduğu yer ve ilçelere göre değişmekle birlikte ifade edilen aralık genellikle %80-95 arasında değişmiştir. Depo odalarındaki nisbi nemin muhafaza edilmesi amacıyla taban kısmına periyodik olarak sulama, odalara su püskürtüldüğü ifade edilmiştir.

Havalandırma: Havalandırma depo atmosferindeki etilen gazının uzaklaştırılması amacıyla 1 saat süreyle yapıldığı bildirilmiştir.

Kasa özelliği: Depolarda genellikle ahşap kasaların kullanıldığı gözlenmiştir. Kasalar kavak, siyah çam ve kızılçamdan üretilmiştir. Özellikle ikinci yıldan sonra kullanılan ve siyah çamdan üretilen kasalarda nemden dolayı küflenmenin çok kızılçamdan üretilen kasalarda pek görülmediği ifade edilmiştir. Bunların dışında az miktarda plastik kasanın (genellikle %5 oranında) kullanıldığı depolar bulunmuştur. Yalnız %90'ı plastik kasanın kullanıldığı ve 300kg'lık elma kapasiteli büyük kasaların bulunduğu birer depo dikkat çekmiştir.

Kimyasal uygulamalar: Depolarda sürekli bir kimyasal uygulama yapılmadığı bildirilmiştir. Yalnızca elma depolara konulmadan öncesinde depo ortamının 1 veya 2 kere thiram veya captan etkili maddeli bir fungusitle ve kükürt ile ilaçlandığı ifade edilmiştir. Bir depoda bazı elma çeşitlerinde kararmanın engellenmesi için meyve depoya girmeden öncesinde MCP (methyl cyclo propen) uygulaması yapıldığı bildirilmiştir. Bir depoda da bazı dönemlerde UV dezenfeksiyonunun uygulandığı belirtilmiştir. Bazı depolarda kireç uygulaması veya kireç badanası yapıldığı görülmüştür.

Genel uygulamalar: Depolarda sezon sonunda genel temizlik yapıldığı bildirilmiştir.

Patojenlerin izolasyonu, patojenite testleri ve hastalık tanı çizelgesi

Patojenite testi yapılan tüm fungal etmenler meyvede tipik belirtilerini oluşturmuştur. Meyvelerden izole edilen ve patojenite testleri yapılan hasat sonu fungal hastalıkların Latince ve Türkçe adları ve belirtileri Çizelge 2'de sunulmuştur.

Kasalardan alınan örneklerden elde edilen funguslar genel olarak *Alternaria*, *Penicillium*, *Cladosporium* cin-

Çizelge 2. Önemli fungal etmenler tarafından meydana getirilen hastalıklar ve tanı çizelgesi

Etmen	Türkçe adı	Belirtileri
<i>Penicillium expansum</i>	Mavi küf	Yumuşak, sulu; lezyonlar keskin bir sınırla çevrili ve kahverengi, genellikle enfeksiyon noktasından başlayan beyaz miselyum ve mavi veya mavimsi-yeşil spor kitlesi
<i>Alternaria alternata</i>	Alternaria çürüklüğü	Meyve yüzeyi ve meyve etinde siyahlaşma ve süngerimsi dokular
<i>Botrytis cinerea</i>	Botrytis çürüklüğü	Açık kahverengiden koyu kahverengiye değişen lezyonlar, nemli koşullarda havai yoğun gri miselyum
<i>Aspergillus</i> spp.	Aspergillus çürüklüğü	Koyu renkli çürüklük, doku çökmesi ve lezyon üzerinde yoğun siyah spor kitlesi
<i>Mucor</i> sp.	Mucor çürüklüğü	Yumuşak, sulumsu görüntü, kahverengi lezyonlar, yüksek nemde beyazımsı gri miselyum ve siyah renkli sporangium oluşumu
<i>Rhizopus stolonifer</i>	Rhizopus çürüklüğü	Meyve yüzeyinde genişleyen kahverengi lezyonlar ve yoğun fırça benzeri grimsi-siyah misel
<i>Glomerella cingulata</i>	Acı çürüklük	Meyvenin iç kısmına doğru V- biçimli ilerleyen kahverengi lezyonlar veya çürüklük
<i>Venturia inaequalis</i>	Kara leke	Meyve yüzeyinde çok sayıda kaba yuvarlak siyah lezyonlar (0.1-4 mm çapta)
<i>Botryosphaeria dothidea</i>	Beyaz çürüklük	Meyvelerde küçük, yuvarlak kahverengi lekeler, kırmızı bir hale ile kuşatılmış, içe doğru ilerleyen silindirik formunda çürüklük
<i>Cryptosphaeropsis (Neofabrarea)</i> sp.	Boğa gözü	Meyvede kahverengi birbirine bağlı ardışık gelişen yuvarlak lekeler ve leke üzerinde fungusun acervuli adı verilen konsantrik halkalar şeklinde spor yatakları
<i>Sphaeropsis</i> sp.	Sphaeropsis çürüklüğü	Kahverengi lezyon, ileri derecede çürümüş alanlarda siyahlaşma, yüksek nemde beyaz miselyum ve piknidyum oluşumu
Coprinus türleri	B a z i d i o m y c e t funguslar	Meyve üzerinde yuvarlak, çökük merkez kısmı daha açık renkli olan ancak koyu kahverengi sınırla çevrili lekeler, sıkı ve kuru meyve dokusu, lekeler üzerinde nemli koşullarda beyaz miselyum

cine bağlı türler ve Bazidiomycet funguslardır. Kasaların üzerinde gelişen funguslar depo içerisinde inokulum kaynağı olarak görev yapmaktadır. Hasat sonu hastalıklar meyvede hasat sırasında meydana gelen mekanik yaralardan girerek meyvede gelişir. Dolayısıyla kasa içerisindeki hastalıklı meyvelerden diğer sağlıklı meyvelere enfeksiyon bulaşma riski artmaktadır. Nitekim depolamada kullanılan kasaların çürüklük funguslarının yayılmasında etkili olduğu diğer araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir [15 ve 16]. Bunun yanı sıra, depo içerisinde aşırı nemden kaynaklanan meyve üzerinde yüzeysel küflenme ve meyvenin sap kısımlarında küflenme dikkat çekmiştir. Bunların yine *Alternaria* sp. ve *Botrytis cinerea* olduğu belirlenmiştir. Yüzeysel küflerin meyvede yaralanma olmadığı sürece herhangi bir çürüklüğe neden olmadığı görülmüştür.

Depolardan alınan meyve örneklerinde en sık rastlanan hasat sonu fizyolojik bozukluklar ve belirtileri Çizelge 3'de özetlenmiştir.

Hastalıkların yaygınlıklarının belirlenmesi

2007-2008 yılları arasında soğuk hava depolarında daha önceden tanıları yapılmış tipik belirtilere sahip önemli hasat sonu hastalıklarının sayımları yapılarak yaygınlık oranları (%) belirlenmiştir.

Hasat sonu hastalıklara neden olan bir grup etmen özellikle hasat öncesi ve sonrasında meyve yüzeyinde meydana gelmiş yaralardaki latent enfeksiyonlardan kaynaklanmıştır. Hasat sonu hastalıkların yaygınlık oranları soğuk hava depolarının bulunduğu yer, depolama koşulları ve yıllara göre değişmiştir (Çizelge 4). Çalışmamızda depolama sürecindeki kayıpların büyük çoğunluğunun *P. expansum* ve *B. cinerea* tarafından meydana getirildiği ortaya konulmuştur. Mavi küf en yoğun olarak Eğirdir ve Keçiborlu'daki soğuk hava depolarında bulunmuş ve yaygınlık oranları sırasıyla %40 ve %35'lere ulaşmıştır. Gri küf %12'ye varan oranda yaygınlık göstermiştir. Bu iki önemli hastalığı takiben *Alternaria* meyve içi siyah çürüklüğü değişen oranlarda çürüklüğe neden olmuştur. *Aspergillus*, *Mucor* ve *Rhizopus* diğerlerine göre daha az önemde olmakla birlikte belli oranlarda çürüklüklerin nedenleri arasında yer almıştır.

Çizelge 3. Önemli fizyolojik hastalıklar ve tanı çizelgesi

Etken	Belirtileri
Acı benek	Ca noksanlığından kaynaklanır, elma çeşidine bağlı olarak kabuk dokusu altında mantarimsı kahverengi lezyonlar, acımsı tat
Yüzeysel karamalar	Granny Smith'de yoğun, meyve kabuğu üzerinde düzensiz kahverengi yama gibi lekeler
İçsel kahverengileşme	Çekirdek evi civarında oluşur kahverengileşme
Soğuk zararı	Kabuk kısmında ve/veya yüzeysel olarak kabukta oluşan yarı şeffaf dokular veya kahverengileşme
Nem düzensizlikleri	Buruşma
İçsel sululuk	Meyvenin merkez kısmında suda ıslanmış yağlımsı görüntü

Çizelge 4. Fungal etmenler tarafından meydana getirilen hastalıkların yaygınlık oranları

İlçe	Yaygınlık Oranı (%)											
	Penicillium		Alternaria		Botrytis		Aspergillus		Mucor		Rhizopus	
	2007	2008	2007	2008	2007	2008	2007	2008	2007	2008	2007	2008
Merkez	16	11	6	4	1	3	2	2	-	-	4	1
Eğirdir	40	13	5	6	8	12	-	5	3	-	2	5
İslamköy	12	25	8	5	-	3	5	-	-	-	2	3
Atabey	5	15	3	4	5	9	-	5	2	-	-	5
Gönen	10	10	-	5	2	2	4	-	-	-	5	5
Gelendost	7	12	2	7	3	6	-	-	-	3	-	5
Keçiborlu	13	35	5	5	-	3	2	-	5	-	7	10
Uluborlu	12	6	8	-	4	4	-	-	-	-	1	1
Senirkent	15	8	10	3	2	2	-	-	-	-	-	-

Xiao ve ark. [17] tarafından yapılan bir çalışmada, Washington'da benzer şekilde mavi küf ve gri küfün elmalarda en önemli sorun olduğu bildirilmiştir. Ancak, buna ilave olarak Sphaeropsis çürüklüğü ve boğa gözü en önemli sorun olarak depolarda kayıplara neden olduğu ifade edilmiştir. Bizim çalışmamızda bu hastalıklar bulunmasına rağmen oranları nisbeten düşük olmuştur. Aynı araştırmacılar gri küf, mavi küf, Sphaeropsis çürüklüğü ve boğa gözünü sırasıyla %35, 25, 20 ve 14 oranında tespit etmişlerdir. Yine uzun yıllar yapılan surveyler sonucunda *P. expansum*'un en çok kayıplara neden olan hastalık olduğu ortaya konulmuştur. Bunun ardından gri küf ve boğa gözünün de kayıplara neden olduğu bildirilmiştir [18]. Sanderson [19] ise, yaptığı bir çalışmada, sırasıyla gri küf, Penicillium çürüklüğü ve *Mucor* çürüklüklerinin önemini ortaya koymuştur.

İngiltere'de yapılan surveylerde soğuk hava depolarında meydana gelen hasat sonu hastalıkların tamamı içerisinde Penicillium çürüklükleri kayıpların %50'sini, Botrytis çürüklüğü ise %40'ını paylaşmıştır [20].

Bu hastalıklar ya daha sonrasında depolama sürecinde koşullar uygun olduğunda yavaş yavaş gelişerek çü-

rüklüklere neden olurlar ya da depo atmosferinde buldukları zamanda bu yüzeydeki yaralardan giriş yaparak gelişmelerini sürdürürler. Depolama sürecinde herhangi bir kasada gelişen çürüklük etmenlerinin kasa içerisinde yayılmaya devam etmesi muhtemeldir. Dolayısıyla hasat sırasında açılmış mekanik yaralar hasat sonrası hastalıklar için ideal enfeksiyon yeri sağlamaktadır [21 ve 22].

Reuveni ve ark. [23], İsrail'de *Alternaria alternata*'nın önemli hasat sonu hastalıklardan birisi olduğu ve 1997-2001 yılları arasında yapılan surveylerde özellikle Red Delicious elma çeşidinde enfekteli meyve yoğunluğunun %4-15 arasında değiştiği bildirilmiştir. Aynı araştırmacılar meyvelerin en az %9'unun enfekteli olması halinde meyvelerin çok düşük fiyata pazarlandığını ifade etmiştir.

Diğer fungal etmenlerin yer aldığı bir grupta ise hastalıklar genellikle bahçe döneminde yaprak, sürgün ve meyvede tipik hastalık belirtilerine neden olan fakat depolama sürecinde gelişmelerini meyvede devam ettiren hastalıklardır (Çizelge 5). Başta Red Delicious, Golden Delicious ve Granny Smith olmak üzere pek çok elma çeşidinin muhafaza edildiği soğuk hava depolarında hasat sonu hastalıklar değişen oranlarda çürüklükler meydana getirmiştir.

Çizelge 5. Fungal etmenler tarafından meydana getirilen hastalıkların yaygınlık oranları

İlçe	Yaygınlık Oranı (%)											
	<i>Glomerella</i>		<i>Venturia</i>		<i>Botryosphaeria</i>		<i>Cryptosphaeropsis</i>		<i>Sphaeropsis</i>		<i>Coprinus</i>	
	2007	2008	2007	2008	2007	2008	2007	2008	2007	2008	2007	2008
Merkez	3	5	5	7	-	2	-	-	-	-	3	-
Eğirdir	4	2	10	6	3	-	2	-	1	4	3	7
İslamköy	-	5	5	2	-	-	-	-	-	-	2	-
Atabey	-	-	6	13	5	2	-	3	2	5	-	-
Gönen	4	11	8	2	-	-	-	-	-	-	2	2
Gelendost	-	-	4	4	5	12	-	-	2	2	-	5
Keçiborlu	16	10	-	8	-	-	5	2	-	-	2	2
Uluborlu	-	-	2	4	-	-	-	-	-	-	-	-
Senirkent	5	5	2	7	2	5	-	-	-	-	2	1

Bunlardan en önemlisi olan acı çürüklük 3 ilçe haricinde gözlem yapılan tüm depolarda belirlenmiştir. Bunun ardından kara leke en yaygın bulunan hastalık olmuştur. Kara leke enfeksiyonları bulunan meyveler depoya konulduğu zamanda depoda da ilerleyebilmektedir. Fakat bu lekeler depo koşullarında topluğüne başı büyüklüğünde yayılan çakma lekeler şeklinde oluşmaktadır. Boğa gözü hastalığı bazı ilçelerimizdeki soğuk hava depolarında rastlanmazken bazı ilçelerimizdeki depolarda sorun olmaya başlamıştır. Bahçe döneminde önlem alınmayan ve depolara taşınan bu hastalık daha sonraki dönemlerde daha yüksek oranlarda kayıp oluşturması muhtemeldir. Hastalıklar arasında çeşit farklılığı çok dikkat çekici olmamış ancak, boğa gözü özellikle en fazla Golden Delicious'ta etkisini göstermiştir.

Hasat sonu hastalıklar sadece Ülkemizde değil diğer ülkelerde de soğuk hava depolarında önemli bir sorundur. İngiltere'de yapılan surveylerde soğuk hava depolarında ve kontrollü atmosfer şartlarında fungal çürüklüklerden kaynaklanan kayıpların %0-25 arasında değiştiği bildirilmiştir. Spesifik elma çeşitlerinde, Braeburn'da %0-15, Mc Intosh'da %0-15 ve Gala çeşidinde %0-10 arasında kayıp meydana gelmiştir [20].

Fungal hastalıkların yanı sıra meyvede hasat öncesi ve hasat sonrası eksik ya da yanlış uygulanan kültürel pratiklerden kaynaklanan hasat sonu fizyolojik bozuklukların yaygınlık oranları belirlenmiştir (Çizelge 6).

Depo şartlarında en yaygın olarak görülen fizyolojik

bozukluklar Ca eksikliğinden kaynaklandığı bilinen acı benek ve kararmadır. Acı benek çeşit ayrımı gözetmeksizin depo koşullarında ortaya çıkan bir bozukluktur. Bu eksiklik çok şiddetli olduğu zamanda bahçe döneminde de ortaya çıktığı bildirilmiştir [24 ve 25].

Retamales ve Valdes [26], yaptıkları bir çalışmada iki sezon boyunca farklı metodlar kullanarak acı benek yaygınlığının sırasıyla %75 ve %78.5 oranında olduğunu bildirmiştir.

Yüzeysel kararmalar gözlem yapılan depolarda en fazla Granny Smith ve kontrollü atmosferde depolanan Golden Delicious çeşidinde yoğun olarak belirlenmiştir. Nitekim özellikle Granny Smith elma çeşidinde yüzeysel kararmanın dünyada pek çok yerde sorun olduğu ve meyvenin albenisini bozduğu bildirilmiştir [27]. Kararmanın depolama sürecinde meyvenin kabuk dokusunda oluşan oksidatif ürünlerden ve uçucu bileşiklerden meydana geldiği ifade edilmiştir [28]. Erkan ve ark.[29], kontrollü atmosfer koşullarında depolanan Granny Smith meyvelerinde kararmanın daha düşük oranda olduğunu bildirmiştir. Bu kararma belirtilerinin azaltılmasında MCP uygulamasının etkili olduğu yapılan bir çalışma ile ortaya konulmuştur [30].

Soğuk zararı ve buruşma meyve yüzeyinden kolaylıkla fark edilen bozukluklardandır. İçsel kahverengileşme ve içsel sululuk meyvenin iç kısmında olması dolayısıyla meyve yüzeyinde hafif kahverengileşme, görüntü ve albenide bozukluk olan meyveler kesildiğinde iç kı-

Çizelge 6. Fizyolojik bozuklukların yaygınlık oranları (%)

İlçe	Yaygınlık Oranı (%)											
	Acı benek		Yüzeysel kararma		İçsel kahverengileşme		Soğuk zararı		Buruşma		İçsel sululuk	
	2007	2008	2007	2008	2007	2008	2007	2008	2007	2008	2007	2008
Merkez	3	20	-	-	2	5	1	3	5	5	-	-
Eğirdir	17	10	8	15	3	6	-	-	-	3	-	4
İslamköy	-	12	5	-	-	-	3	6	2	5	-	-
Atabey	20	6	12	4	-	5	-	3	-	-	3	-
Gönen	-	10	-	-	3	-	-	-	-	-	-	5
Gelendost	10	17	5	20	-	7	-	-	5	8	-	-
Keçiborlu	2	5	-	-	5	-	-	-	-	-	6	10
Uluborlu	-	12	10	22	-	5	-	4	-	-	-	-
Senirkent	2	-	-	-	3	3	-	-	9	4	-	-

sımdaki belirtiler net bir şekilde görülebilmektedir. İçsel kahverengileşme depoda CO₂ konsantrasyon artışı ile beraber geç hasat, büyük çaplı ve aşırı olgun meyvede ortaya çıktığı bildirilmiştir [31].

SONUÇ

Depo koşullarında elmalarda çok sayıda biyotik ve abiyotik nedenlerden kaynaklanan hasat sonu bozulmalar tespit edilmiştir. Hasat sonu kayıplar doğal olarak her yıl iklim koşulları, yetiştiricilikte uygulanan pratikler, çeşit, hasat zamanı ve depolama koşulları gibi faktörlere bağlı olarak değişebilir. Yetiştiricilik sırasında meyvede meydana gelen yaralanmalar, bazı uygulamalar sonucunda meyvede hassasiyetin artması ile çürüklüğe neden olan funguslar yaralanmış ve hassas dokulardan meyveye giriş yaparak enfeksiyona neden olurlar. Hasat sırasında yağmur yağması veya nispi nemin yüksek olması kirliliği artırarak yine funguslar tarafından meyve enfeksiyonunu teşvik eder. Aşırı olgunlaşmış meyvede çürüklük meydana gelme riski her zaman yüksektir. Aynı zamanda depolama süresi uzadıkça meyvenin enfektelenme olasılığı da artmaktadır. Yüksek kaliteli meyve kontrollü atmosfer depolarda muhafaza edildiği zamanda meyve çürüklükleri daha az oranda meydana gelir ki burada oksijen oranı düşük olduğu için mikroorganizma gelişimi daha yavaştır.

Meyvelerin depolanması süresince alınacak önlemler önemli düzeyde hasat sonrası hastalıkları azaltmada önemli olmaktadır. Funguslar açısından enfeksiyon kaynaklarının elemine edilmesi, sanitasyon ve hijyen kayıplarının azaltılmasında uygulanacak pratikler arasında olmalıdır. Elmaların depolanmasında kullanılan ahşap kasalar orman ağaçlarından yapılmakta ve herhangi bir dezenfektan kullanılmadığı için küflenme meydana gelmektedir. Ahşap kasalarda doğal olarak bazı bazidiomycet fungusların gelişmekte ve buradan da meyveye yayılmaktadır.

Depolarda belli oranlarda kayıplar muhtemeldir, ancak çürüklüğe neden olan funguslar bunların kontrolü ile ilgili bilgiye sahip olmak önemlidir. Çünkü çoğu funguslar farklı şekillerde dokulara girerek farklı belirtiler oluşturabilirler. Bu etmenlerin tanınması, bulaşma şekillerinin bilinmesine ilave olarak vejetasyon periyodunun başlaması ile birlikte yetiştiricilikten hasada ve depoya konulmasına kadar alınacak önlemler hasat sonu hastalıkların azaltılmasında önemli olacaktır.

KAYNAKLAR

[1]. Anonim, 2008. www.tuik.gov.tr
 [2]. Anonim, 2007. www.die.gov.tr
 [3]. Kader AA, 1985. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. Food Technol., 40:99-104.

[4] Snowdon AL, 1990. Color Atlas of Post-Harvest Diseases and Disorders of Fruits and Vegetables, Vol. 1, General Introduction of Fruits. CRC Press, Boca Raton FL.
 [5]. Snowdon AL, 1992. Color Atlas of Post-Harvest Diseases and Disorders of Fruits and Vegetables, Vol. 2, General Introduction of Vegetables. CRC Press, Boca Raton FL.
 [6]. Conway WS, Leverentz B, Saftner RA, Janisiewicz WJ, Sams CE, Leblanc E, 2000. Survival and growth of *Listeria monocytogenes* on fresh-cut apple slices and its interaction with *Glomerella cingulata* and *Penicillium expansum*. Plant Disease, 84:177-181.
 [7]. Benli M, Kınay P, 2003. Elmada epifitik mayaların *Botrytis cinerea* ve *Penicillium expansum* üzerine antagonistik etkileri. G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi, 16(4):649-658.
 [8]. Klein JD, Lurie S, 1991. Postharvest heat treatment and fruit quality. Postharvest News Information, 2:15-19.
 [9]. Dennis C, 1983. Postharvest Pathology of Fruits and Vegetables. Acad. Press, London.
 [10]. Eckert JW, Ogawa JM, 1988. The chemical control of postharvest diseases of deciduous fruits, berries, vegetables and root/tuber crops. Ann. Rev. Phytopathol, 26:433-469.
 [11]. Çınar Ö, 1986. Depolanmış Ürün Hastalıkları. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları. Ders Notu. No:20, 90 s.
 [12]. Ogawa JM, English H, 1991. Diseases of Temperate Zone Tree Fruit and Nut Crops. Univ. Calif., Div. Agric. Nat. Res., Pub. 3345.
 [13]. Jones AL, 1990. Compendium of Apple and Pear Diseases. Ed. H.S. Aldwickle, American Phytopathological Society, 100 pp.
 [14]. Barnett HL, Hunter BB, 1972. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. Third Edition. Burgess Publishing Company, Minneapolis, Minnesota. 241 p.
 [15]. Spotts RA, Holmes RJ, Washington WS, 1988. Sources of spores and inoculum concentration related to postharvest of apple and pear. Aust. Plant Pathol. 17:48-52.
 [16]. Sanderson PG, Spotts RA, 1995. Postharvest decay of winter pear and apple fruit caused by species of *Penicillium*. Phytopathology, 85:103-110.
 [17]. Xiao CL, Kim YK, Faubion D, 2004. Decay control with new tools. Washington Tree Fruit Postharvest Conference. December, 8th. Yakimo, WSU-TFREC Postharvest Information Network. P. 1-7.
 [18]. Cappellini RA, Ceponis MJ, Lightner GW, 1987. Disorders in apple and pear shipment to the New York market in 1972-1984. Plant Disease, 71:852-856.
 [19]. Sanderson PG, 2000. Management of decay around the world and at home. 16th Annual Postharvest Conference, Yakima, WA, March, 14-15.
 [20]. Bedford K, 2000. Preventing decay. 16th Annual

- Postharvest Conference, Yakima, WA, March, 14-15, Postharvest Information Network, <http://www.postharvest.tfrec.wsu.edu/applehome.html>
- [21]. Lakshminarayana S, Sommer NF, Polito V, Fortlage RJ, 1987. Development of resistance to infection by *Botrytis cinerea* and *Penicillium expansum* in wounds of mature apple fruits. *Phytopathology*, 77:1674-1678.
- [22]. Bruton BD, 1994. Mechanical injury and latent infection leading to postharvest decay. *HortScience*, 29:747-749.
- [23]. Reuveni M, Sheglov D, Cohen Y, 2003. Control of moldy core decay in apple fruits by β -aminobutyric acids and potassium phosphites. *Plant Disease*, 87:933-936.
- [24]. Patterson ME, 1986. Preserving Granny Smith quality and condition. *Postharvest Pomology Newsletter*, 4(2):1-6
- [25]. Ferguson IB, Watkins CB, 1989. Bitter pit in apple fruit. *Hort. Reviews*, 2:289-355.
- [26]. Retamales JB, Valdes CA, 2000. Bitter pit prediction in apples and use of fruit magnesium infiltration. Postharvest Information Network. <http://postharvest.tfrec.wsu.edu/pgDisplay.php?article=EMK2000B>
- [27]. Soria Y, Recasens I, Gatius F, Puy J, 1999. Multivariate analysis of superficial scald susceptibility on Granny Smith apples dipped with different postharvest treatments. *J. Agric. Food Chem.* 47(12):4854-4858.
- [28]. Whitaker BD, 2004. Oxidative stress and apple scald. *Hortscience*, 39(5):924-929.
- [29]. Erkan M, Pekmezci M, Gübbük H, Kardeşin I, 2004. Controlled Atmosphere storage reduces scald development in Granny Smith apples. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 28, 43-48.
- [30]. Fan X, Mattheis D, Blankenship S, 1999. Development of apple superficial scald, soft scald, core flush and greasiness is reduced by MCP. *J. Agric. Food Chem*, 47(8):3063-3068.
- [31]. Kupferman E, 2002. Minimizing internal browning in apple and pears. WSU-Tree Fruit Research and Extension Center. Postharvest Information Network. P. 1-2