

**T.C.
ISPARTA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI**

**ISPARTA İLİ GELENEKSEL SOĞUK HAVA DEPOLARINDA
ODA ATMOSFERİNDEKİ FUNGAL ETMENLERİN VE ELMA
MEYVE BULAŞIKLIĞI İLE İLİŞKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

Süleyman Cengizhan YÜCEER

**Danışman
Prof. Dr. Hülya ÖZGÖNEN ÖZKAYA**

ISPARTA - 2024



© 2024 [Süleyman Cengizhan YÜCEER]

ETİK BEYANI

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak ve bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın hazırladığım bu tez çalışmasında;

Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, tezime ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

26/04/2024

Süleyman Cengizhan YÜCEER

.....

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	6
3. MATERYAL VE YÖNTEM	12
3.1. Materyal	12
3.2. Yöntem.....	12
3.2.1. Besiyeri hazırlığı	12
3.2.2. Depo atmosferinde tuzak petriolar kullanılarak fungus elde edilmesi.....	12
3.2.3. Saflaştırma ve tanı çalışmaları	14
3.2.4. Depoda meyve sayımı	14
3.2.5. Değerlendirme.....	14
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	16
4.1. Depo Atmosferindeki Fungus Yoğunluğunun Belirlenmesi.....	16
4.2. Tanı Çalışmaları	27
4.3. İlçelerdeki Soğuk Hava Depolarındaki Çürük Meyve Oranları.....	29
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	32
KAYNAKLAR	34
ÖZGEÇMİŞ	38

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ISPARTA İLİ GELENEKSEL SOĞUK HAVA DEPOLARINDA ODA ATMOSFERİNDEKİ FUNGAL ETMENLERİN VE ELMA MEYVE BULAŞIKLIĞI İLE İLİŞKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Süleyman Cengizhan YÜCEER

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Hülya ÖZGÖNEN ÖZKAYA

Bu tez çalışmasında, Isparta iline bağlı Eğirdir, Gelendost ve Senirkent ilçelerindeki iki farklı soğuk hava deposunun iki farklı oda atmosferindeki fungal mikrofloranın ve elma çürüklük oranlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, depo oda atmosferindeki funguslar tuzak besiyeri yöntemiyle yakalanmış ve cins düzeyinde koloni sayıları belirlenmiştir. Her ilçedeki depo odalarında, kasalara konan Golden Delicious çeşidi meyvelerindeki çürüklük sayıları ve çürüklük oranları (%) belirlenmiştir. Sayımı yapılan fungus cinsleri sırasıyla *Penicillium* spp., *Botrytis* spp., *Alternaria* spp., *Aspergillus* spp., *Geotrichum* sp. ve bazı maya türleri olmuştur. Elma depo atmosferindeki fungus cinslerinin oranları ilçeler ve depolar arasında değişmiştir. Depo odalarında en yaygın izole edilen fungus *Penicillium* spp olmuştur. Buna bağlı olarak depoya konan elma meyvelerindeki çürüklük oranları da değişkenlik göstermiştir. Çalışma sonucunda bu değişimin sebeplerinin depoya konan elma çeşidi ve depolarda sezon başı ve sonunda yapılan hijyen ve sanitasyon önlemlerine bağlı olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Elma, Fungal mikroflora, Soğuk hava deposu, *Penicillium* spp.

2024, 38 sayfa

ABSTRACT

Master's Thesis

DETERMINATION OF FUNGAL AGENTS IN THE ROOM ATMOSPHERE AND THEIR RELATIONSHIP WITH APPLE FRUIT CONTAMINATION IN TRADITIONAL COLD STORAGES IN ISPARTA PROVINCE

Süleyman Cengizhan YÜCEER

Isparta University of Applied Sciences
The Institute of Graduate Education
Department of Plant Protection

Supervisor: Prof. Dr. Hülya ÖZGÖNEN ÖZKAYA

In this thesis study, it was aimed to determine the fungal microflora and apple rot rates in two different room atmospheres of two different cold storages in Eğirdir, Gelendost and Senirkent districts of Isparta province. In the study, fungi in the storage room atmosphere were captured by the trap medium method and colony numbers were determined at the genus level. The number of rots and rot rates (%) in variety of Golden Delicious fruits placed in crates in the storage rooms in each district were determined. The fungal genera counted were *Penicillium* spp., *Botrytis* spp., *Alternaria* spp., *Aspergillus* spp., *Geotrichum* sp. and some types of yeast. The rates of fungal species in the apple warehouse atmosphere varied between districts and warehouses. The most commonly isolated fungus in the storage rooms was *Penicillium* spp. Accordingly, the rot rates in apple fruits placed in storage also varied. As a result of the study, it was concluded that the reasons for this change vary depending on the apple variety placed in the warehouse and the hygiene and sanitation measures taken at the beginning and end of the season in the warehouses.

Key Words: Apple, Fungal microflora, Cold storage, *Penicillium* spp.

2024, 38 pages

TEŞEKKÜR

Tezimin yürütülmesinde desteğini ve emeğini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili tez danışmanım sayın Prof. Dr. Hülya ÖZGÖNEN ÖZKAYA'ya teşekkür ederim. Tezime jüri üyesi olarak katkı saylayan sayın hocam Prof. Dr. Handan ÇULAL KILIÇ ve Prof. Dr. R. Ezgi DURAN'a teşekkür ederim.

2021-YL1-0126 No`lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederim.

Tez çalışmam sırasında laboratuvar aşamasında yardımlarını gördüğüm Zir. Yüksek Müh. Tuba ALBAYRAK ÜRÜN'e teşekkürlerimi sunarım. Tezle ilgili verilerin değerlendirilmesinde yardımcı olan Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Öğretim Üyesi sayın Prof. Dr. Ali ERKILIÇ'a teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Süleyman Cengizhan YÜCEER
ISPARTA, 2024

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Depo odasına konulan tuzak petri kapları.....	13
Şekil 3.2. Petri kaplarında fungus gelişimi için inkübasyon aşaması	13
Şekil 4.1. Petri kaplarında gelişen fungus kolonileri	16
Şekil 4.2. Petri kaplarında gelişen bazı funguslar (<i>Penicillium</i> spp., <i>Alternaria</i> spp. ve <i>Aspergillus</i> spp.).....	17
Şekil 4.3. İlçelerdeki soğuk hava depolarında toplam fungusların elde edilme miktarları (Koloni/Petri)	18
Şekil 4.4. İlçelerdeki soğuk hava depolarında <i>Penicillium</i> türlerinin elde edilme miktarları (Koloni/Petri)	19
Şekil 4.5. Eğirdir-1 soğuk hava deposunda fungusların izole edilme oranları (%) ...	20
Şekil 4.6. Eğirdir-2 soğuk hava deposunda fungusların izole edilme oranları (%) ...	21
Şekil 4.7. Gelendost-1 soğuk hava deposunda fungusların izole edilme oranları (%)	22
Şekil 4.8. Gelendost-2 soğuk hava deposunda fungusların izole edilme oranları (%)	23
Şekil 4.9. Senirkent-1 soğuk hava deposunda fungusların izole edilme oranları (%)	24
Şekil 4.10. Senirkent-2 soğuk hava deposunda fungusların izole edilme oranları (%).....	25
Şekil 4.11. <i>Penicillium expansum</i> 'un PDA ortamında gelişen kolonisi ve mikroskop görüntüsü.....	27
Şekil 4.12. <i>Alternaria alternata</i> 'nın PDA'da gelişen kültürü ve konidileri	28
Şekil 4.13. <i>Botrytis cinerea</i> 'nın PDA ortamında gelişimi ve konidileri	28
Şekil 4.14. <i>Aspergillus niger</i> 'in PDA üzerinde gelişen kolonisi	29
Şekil 4.15. Depoya yerleştirilen Golden elma meyvelerinin bulunduğu kasalar.....	30

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 1.1. Türkiye’de elma üretimi ve en çok üretim yapılan illeri	1
Çizelge 1.2. Türkiye geneli ve Isparta ili elma üretim alanları, üretim miktarları ve bazı ilçelerdeki ağaç sayıları	2
Çizelge 4.1. İlçelerdeki soğuk hava depolarında toplam fungusların elde edilme miktarları (Koloni/Petri)	17
Çizelge 4.2. İlçelerdeki soğuk hava depolarında <i>Penicillium</i> türlerinin elde edilme miktarları (Koloni/Petri)	18
Çizelge 4.3. Eğirdir-1 soğuk hava deposunda fungusların izole edilme oranları (%)	20
Çizelge 4.4. Eğirdir-2 soğuk hava deposunda fungusların izole edilme oranları (%)	21
Çizelge 4.5. Gelendost-1 soğuk hava deposunda fungusların izole edilme oranları (%)	22
Çizelge 4.6. Gelendost-2 soğuk hava deposunda fungusların izole edilme oranları (%)	23
Çizelge 4.7. Senirkent-1 soğuk hava deposunda fungusların izole edilme oranları (%)	24
Çizelge 4.8. Senirkent-2 soğuk hava deposunda fungusların izole edilme oranları (%)	25
Çizelge 4.9. Depo odalarına konan kasalardaki ortalama çürük meyve sayıları ve çürük meyve oranları (%)	30

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Cfu	Colony forming unit
Da	Dekar
m ³	Metreküp
mm	Milimetre
NaOCl	Sodyum hipoklorit
PCR	Polimeraz Zincir Reaksiyonu
PDA	Patates Dekstroz Agar
Spp.	Türler
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
vd.	ve diğerleri
%	Yüzde
&	ve
°C	Derece santigrad



1. GİRİŞ

Elma (*Malus domestica* Borkh.) önemli tarımsal ürünlerden birisi olup Rosaceae familyası, Pomoideae alt familyası *Malus* cinsinde yer alan ve farklı ekolojilerde üretimi yapılan yumuşak çekirdekli meyve türüdür. Elma tarımsal alanlarda ve doğada yabani tipleri olmak üzere tüm dünyada geniş yayılıma sahip bir bitkidir. Elmanın anavatanı Anadolu'nun da içinde yer aldığı Güney Kafkasya'dır. Ülkemizin bir çok bölgesi uygun ekolojik şartlara sahip olması nedeniyle elma yetiştiriciliği önemli bir konumdadır. Ülkemiz Isparta ili başta olmak üzere önemli gen merkezlerinden birisidir. Ülkemizde elma yetiştiriciliği yapılan en uygun bölgeler yabani elmanın yayılma alanlarına paralel olarak Kuzey Anadolu, Karadeniz kıyı bölgesi, İç Anadolu ve Doğu Anadolu yayları arasındaki geçit bölgeleri ve güneyde Göller Bölgesi'dir (Oğuz ve Karaçayır, 2009).

Dünyada 6500'den fazla elma çeşidi bulunmakla birlikte ülkemizde çeşit sayısı 460 civarındadır. Ülkemizde ekonomik olarak yetiştirilen ve tercih edilen Starking, Golden, Starkrimson, Granny Smith, Starkspur, Beacon, Jonathan, Black Stoyman Improved ve Amasya elmasıdır (Aşkın vd., 2002).

Türkiye Dünya elma üretiminde önemli bir yere sahiptir. Türkiye'deki toplam elma üretim alanı 1 688 000 da ve miktarı 4 493 000 tondur. Türkiye elma üretiminin 2022 yılına göre en fazla yapıldığı 5 il Çizelge 1.1'de verilmiştir (TÜİK, 2022).

Çizelge 1.1. Türkiye'de elma üretimi ve en çok üretim yapılan illeri

İller	Üretim Alanları (da)	Üretim Miktarları (ton)
Isparta	214 803	1 230 580
Niğde	235 030	438 327
Karaman	206 783	435 363
Konya	108 435	230 581
Denizli	73 992	187 416

Isparta ili 2022 yılı verilerine göre 214 803 da alanda 6 069 368 adet meyve veren ağaç ve 1 milyon 230 bin 580 ton elma üretimi ile Türkiye'de ilk sırada yer almaktadır (TÜİK, 2022).

Çizelge 1.2. Türkiye geneli ve Isparta ili elma üretim alanları, üretim miktarları ve bazı ilçelerdeki ağaç sayıları (TUİK, 2022)

Türkiye'deki toplam elma üretim alanı ve miktarı			
1 744 388 (da)		3 618 752 (ton)	
Isparta ili toplam elma üretim alanı ve miktarı			
228 347 (da)		732 036 (ton)	
İlçeler	Üretim Alanları (da)	Üretim Miktarları (ton)	Meyve Veren Ağaç Sayısı
Eğirdir	61 050	352 167	1 988 400
Gelendost	57 180	202 629	1 044 040
Senirkent	38 910	78 148	1 202 275
Aksu	4420	16 360	128 700

Elma hasat edildikten sonra yaklaşık 8 ay süreyle depolanabilen bir meyvedir. Sağlıklı bir elma depolaması için geleneksel soğuk hava depolarında muhafaza koşullarının iyi sağlanması gereklidir. Depolama öncesinde meyvelerin çeşide bağlı olarak belli hasat olgunluğunda yani meyveler hasat olumu olarak tanımlanan dönemde hasat edilmelidir. Erken hasat edilen meyvede tat ve aromanın gelişmemesi nedeniyle kalite düşük olacağı gibi geç hasatta depolama ömrünün kısalmasına ve meyvelerde hasat sonrası patolojik bozulmaların daha erken dönemde ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bununla birlikte depolamadan önce elma meyvelerinin renk, irilik ve olgunluk düzeylerine göre sınıflandırılarak, zararlanmış ve hastalıklı meyvelerin ayrılması depo ömrünün uzatılmasında önemli bir etken olacaktır.

Elma meyvesi ticari soğuk depolarda genellikle çeşide göre 0°-2°C'de muhafaza edilmektedir. Birçok elma çeşidinin -1°C ile 0°C'de ve %85-90 nem içeren ortamda uzun süre muhafaza edildiği bildirilmiştir. Elma muhafazasında nem ve sıcaklık büyük önem taşımaktadır. Elmada %4-6 nem kaybı ve daha yüksek sıcaklıklar meyvenin su kaybetmesine neden olarak depo ömrünü kısaltmakta; daha düşük sıcaklıklar ise meyvelerde donmaya sebep olmaktadır Ülkemizde yaygın olarak Golden Delicious, Starking Delicious ve Granny Smith elma çeşitleri ticari olarak en yaygın depolanan çeşitler arasındadır (Anonim, 2021).

Türkiye'nin soğuk hava depo kapasitesinin yaklaşık %28.8'i Isparta ilinde bulunmaktadır (Kart Örmeci ve Demircan, 2013). Isparta ilinin ülkemizde soğuk hava depo işletmeciliği açısından önemli illerden biri olduğu söylenebilir. Isparta ili gerek iklimi gerekse toprak koşulları bakımından ülkemizin en önemli elma üretim

merkezlerinden birisidir. Buna bağlı olarak elma üretim kapasitesinin fazla olmasından dolayı da elma depolama teknolojisi ve kapasitesi bakımından da önemli bir potansiyele sahiptir. Özellikle ürün kayıplarını en aza indirebilmesi ve yıl boyunca ürün kalitesini koruması bakımından modern depoculuk önem arz etmektedir.

Geleneksel soğuk depolaması hava bileşimine müdahale edilmeden ortamın sadece sıcaklık ve oransal neminin kontrol edilebildiği depolama biçimidir. Bu depolar belirli ölçülerde dış koşulların etkilerine açıktır. Ancak, modern yani kontrollü atmosfer depolamasında sıcaklık ve nispi nem yanında ortamdaki oksijen ve karbondioksit gibi gazların oranı kontrol edilmektedir. Bu depolarda temel prensip; ortamdaki oksijen oranını azaltıp karbondioksit oranını artırarak ürünlerinin solunum hızını düşürmektir. Böylece ürünler daha uzun süre ve daha kaliteli olarak depolanabilirler. Depolardaki gaz bileşimi ürün tür ve çeşidine göre değişmektedir (Kart Örmeci ve Demircan, 2013). Her iki soğuk hava depolaması kıyaslandığında meyveler açısından kontrollü atmosfer depolamasında daha izole ve daha uzun süre sağlıklı bir depolama süreci geçirilmektedir. Tam aksine geleneksel soğuk hava depolaması zaman zaman havalandırma sebebiyle depo kapılarının açılıp kapanması ve dış koşullara daha açık olması sebebiyle depo atmosferindeki mikroorganizmalar açısından daha zengindir (Saraçoğlu vd., 2011).

Genellikle elma yetiştiriciliğinde en sık karşılaşılan sorunların bahçe tesisinde çeşit seçimi, yetiştiricilik, muhafaza ve pazarlama konularında yaşandığı bildirilmiştir (Kaynaş vd., 2009). Hasat sonrası meyve kayıplarının nedenlerinin araştırılması oldukça önemli bir konudur. Tarımsal ürünlerdeki kayıplar yetiştiricilik aşamasından başlamakta; hasat sonrası hatta tüketiciye ulaşana kadar olan zamana kadar devam edebilmektedir. Bilimsel araştırmaların birçoğu ürün veriminin artırılması ve ürün korumaya yönelik olsa da hasat sonrası bozulmalardan kaynaklı kayıpların ve nedenlerinin araştırılması gerekmektedir. Hasat sonrası taze meyve ve sebzelerde meydana gelen kayıpların oranı gelişmiş olan ülkelerde %25 iken, gelişmekte olan ülkelerde bu oran %50'ye kadar çıkabilmektedir.

Ürünlerin depolanması sürecinde meyve dokularında meydana gelen hassasiyet nedeniyle patojenlere karşı direnç azaldığı için çürüklükler ortaya çıkmaktadır. Hasat

sonrası kayıplara neden olan patojenler genellikle yara patojenleri olduğundan meyveye bu yolla girebilmektedir. Meyvelere bahçe döneminde bulaşarak depolama sürecinde herhangi bir mekanik yaralanma meydana geldiğinde gelişebilen en önemli fungal etmenler arasında; *Penicillium* spp., *Botrytis* spp., *Alternaria* spp., *Aspergillus* spp., *Geotrichum* spp. ve *Rhizopus* spp. sayılabilir. Bunun yanı sıra bahçe dönemi hastalıkları olarak bilinen *Phytophthora* ve *Monilinia* gibi bazı etmenlerde geç dönem enfeksiyonlar nedeniyle depolama sürecinde meyvelerde devam etme potansiyelindedirler. Zayıflık patojenleri depolama sürecinde kasalarda meyve bozulmalarına sebep olurken temas halinde olan meyvelere de bulaşma potansiyelindedir (Benli, 2000; Faten, 2005; Torres vd., 2006; Grohovac vd., 2011; Lore vd., 2011; Rivera vd., 2012; Özgönen Özkaya ve Kılıç, 2013).

Uzun yıllar öncesinde de Karaca (1965) tarafından hasat sonrası hastalıklardan dolayı meydana gelen ürün kaybının %15–25 olduğunu bildirmiştir. Özellikle depolama koşullarının yetersiz olduğu ilkel depolama şartlarında ürünler depolandığında kayıp oranları yükselmektedir. Aynı zamanda hasat esnasında ve nakliye sırasında meyve ve sebzelerin zedelenmesi ve bu şekilde depolanması durumunda depo çürüklüğüne neden olan etmenlerden dolayı ürün kayıplarının daha da artacağını ve bu kayıpların pek çoğundan *Penicillium*, *Botrytis*, *Monillia*, *Nectria* ve *Alternaria* funguslarının sorumlu olduğu bildirmiştir. Benzer şekilde de günümüzde spesifik olarak elma meyvelerinde depolama sırasında bozulmalara sebep olan etmenler arasında *Penicillium* spp., *Botrytis cinerea* Pers., *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. sebep olmaktadır. Elma depo hastalıkları, elma yetiştirilen tüm bahçelerde, paketlenme evlerinde ve depolarda görülebilir.

Her ortamda olduğu gibi soğuk hava depo atmosferi pek çok mikroorganizmaya ev sahipliği etmektedir. Geleneksel depolar izolasyonu düzgün belirli sıcaklık ve nem koşullarında elma gibi meyvelerin depolanmasına uygun olarak tasarlanmıştır. Ancak mikroorganizmalar çok düşük sıcaklık ve nemde bile gelişme yeteneğine sahip canlılardır. Dolayısıyla depo duvarları, depo atmosferi ve depolanmış meyveler üzerinde latent haldeki fungus sporları her daim olarak bulunma potansiyeline sahiptir. Geleneksel depolarda zaman zaman yapılan havalandırmaya bağlı olarak dışardan içeriye hava akımları ile fungus sporları gelebilir. Ayrıca meyveler üzerinde

gelişen küflenme ile birlikte farklı cins funguslar da depo atmosferine yerleşebilirler (Özgönen ve Çulal, 2013).

Bu tez çalışmasında, Isparta ili geleneksel elma depolarında depo atmosferlerinin patojenik özellikte olabilecek mikroorganizma varlığının ve popülasyonlarının tespit edilmesi ve meyve bulaşıklığı ile ilişkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Depolama koşullarında depo atmosferinde bulunan mikroorganizmaların belirlenmesi en az bahçe şartlarında hasat sırasında meyve üzerindeki latent enfeksiyonların depoya taşınması kadar önemli bir konudur. Dolayısıyla bu çalışma depo atmosferindeki mikroorganizma yükünün ve depolama süresince popülasyonlarının belirlenmesi ve bunun meyvede kontaminasyon yaratacak potansiyelde olup olmadıklarının ortaya konulması açısından önemli olacaktır. Bu tez kapsamında elde edilen sonuçlar üretici ve depolama sorumluları için hastalıklardan kaynaklı ürün kaybını engellemeye yönelik mücadele kapsamında önemli veriler sunmakta ve mücadeleyi daha verimli kılmaktadır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Elmada hasat sonrası araştırmalarla ilgili literatür incelendiğinde, çalışmaların yoğunlukla hasat sonu teknolojileri, hasat sonrası depolama sürecinde meyvelerde biyotik ve abiyotik kaynaklı hastalıkların belirlenmesine yönelik olduğu görülmüştür. Bu bağlamda hasat sonrası elma depolarında depo atmosferindeki fungusların belirlenmesi ve meyve çürüklüklerine etkisi ile ilgili çok az çalışmaya rastlanmıştır.

Fungal etmenler hasat sonrası soğuk hava depolaması süresince ve sürenin uzunluğuna bağlı olarak elma meyvelerini kolonize ederek dokularda yıkıma sebep olabilirler. Bunlar aynı zamanda *Listeria monocytogenes* gibi saprofitik gıda kökenli patojenlerin gelişimini de etkileyebilir. Hamilton vd. (2022) tarafından bazı patojen mikroorganizmaların büyüme profilini takip ederek hasat sonu küf gelişime etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları bir araştırmada, uzun süreli kontrollü soğuk hava depolama koşullarında *Botrytis cinerea* veya *Penicillium expansum* ile inokule edilmiş elma meyvelerinde *Listeria monocytogenes*'in yerini alan *Listeria innocua*'nın popülasyon değişiminin incelenmesi hedeflenmiştir. 'Gala' ve 'WA 38' elma çeşitleri (n = 1.080) hasat edilmiş; elma meyvelerinin ekvator kısmı yaralandırarak ve yaralandırmadan iki şekilde pyrimethanil etkili maddeli fungusit uygulanmış; sadece *L. innocua* veya kombinasyon halinde küf etmenleri ile uygulanmıştır. Elma meyveleri 1-methylcyclopropene ile uygulanmış ve kontrollü atmosfer koşullarında depolanmış (2 kPa O₂, 1 kPa CO₂, 1°C) ve ilk birinci hafta daha sonra 1, 3, 6, 9 ve 11 aylarda sayımlar yapılmıştır. Denemenin kurulmasından 3 ay sonra *L. innocua* PCR'a dayalı teknikler kullanılarak saptanabilir limitin altına düşmüştür (2.35 Log CFU/g). *Listeria*'nın kalıcılığı depolama süresi ve fungal kontaminasyonun tipine bağlı olarak değişmiştir. Elma meyvelerinin yüzey yaralaması elma çeşidine bağlı olarak bu değişimi etkilemiştir. *L. innocua*'nın yaygınlığı Gala elma çeşidinde daha yüksek oranda bulunmuştur.

Smiri vd. (2021), Tunus'ta iki farklı paketleme evinde yerçekimi çökeltme teknikleri ile kalitatif ve kantitatif olarak atmosferdeki hava kökenli fungal sporların varlığını saptamışlardır. Çalışmada, 375 adet fungal izolat elde edilmiş ve saflaştırılmıştır. Kadmodulin, beta-tubulin ve ITS primerleri kullanılarak yapılan filogenetik analiz sonucunda 15 fungal türün fenotipik karakterizasyonu yapılmıştır. Çalışma

sonucunda, *Penicillium* cinsi en yaygın tür çeşitliliğine sahip olmuştur. (*Penicillium allii*, *P. chrysogenum*, *P. citrinum*, *P. expansum*, *P. italicum*, *P. polonicum*, *P. solitum*, *P. steckii*, *P. sumatraense* ve *P. viridicatum*). Bununla birlikte *Aspergillus* cinsi ikinci en yaygın tür çeşitliliğine sahip olmuştur (*Aspergillus europaeus*, *A. flavus*, *A. niger* ve *A. pulverulentus*). Çalışmada *Alternaria alternata* türü de saptanmıştır. *In vivo* denemelerle, 13 türün patojenitesi oda sıcaklığında ve kontrollü soğuk depolama koşullarında belirlenmiştir. Bunlar arasında, *A. europaeus*, *A. pulverulentus*, *P. allii* ve *P. sumatraense* elma meyvelerinde ilk kez rapor edilmiştir. Çalışmada, Tunus'taki elma depolanan işletmelerde hasat sonrası çürüklükle ilişkili majör hava kökenli funguslar belirlenmiş ve mücadele stratejilerinin ortaya konulmasında önemli olmuştur.

Lahlali vd. (2018), elma üretimi ve meyve depolamasının önemli olduğu Fas'ta, depolama periyodunda elmaların çok sayıda fizyolojik ve patolojik bozulmalara maruz kaldığını ifade etmiştir. Araştırmacılar buna bağlı olarak depolama koşullarında bozulmalara sebep olan fungal patojenlerin ve bulaşma kaynaklarının belirlenmesine yönelik bir çalışma yürütmüşlerdir. Bu çalışma Meknes, Elhajib-Ifrane, Imouzzet-Kander ve Midelt adı verilen dört bölgede gözlemsel ve verilere dayalı olarak yürütülmüştür. Elde edilen veriler değerlendirildiğinde depo sıcaklığının 0 - 4°C arasında ve nem oranının %50 olduğu; depolama sırasında %50 oranlarında geleneksel ahşap kasalar ve plastik kasalar kullanıldığı belirlenmiştir. Buna ilave olarak elma hasadının Eylül ayından başladığı ve meyvelerin de altı ay süreyle depolandığı belirtilmiştir. Survey yapılan depolarda %50 oranında palet ve kasaların temizlenip dezenfekte edildiği buna karşın depoların %96'sında depo odalarının düzenli temizlik ve dezenfeksiyon yaptığı ifade edilmiştir. Hasat öncesi elma meyvelerine thiophanate methyl, carbendazim ve difenoconazol uygulamalarının yapıldığı ortaya konulmuştur. Yapılan survey çalışmalarında en fazla meyve kayıplarının Midelt (%10)'de daha sonra sırasıyla Elhajib-Ifrane (%9), Meknes (%5) ve Imouzzet-Kander (%3.2)'de meydana geldiği bildirilmiştir.

Turunçgiller de depolamaya uygun meyvelerden olup paketleme evlerinde pazarlanana kadar depolanabilir. İnan ve Erkılıç (2018) tarafından Mersin'de yapılan yapılan bir çalışmada, turunçgil paketleme evi atmosferinden *Penicillium* izolatları elde edilerek bu izolatların fludioxonil, imazalil ve thiabendazol etkili maddeli

fungisitlere duyarlılıkları belirlenmişlerdir. Çalışma sonucunda 36 adet *P. digitatum* izolatu elde edilmiştir. Fludioxonil *in vitro*'da *P. digitatum*'un misel gelişimini 1 ppm'in altındaki konsantrasyonlarda azaltmada en başarılı fungusit etken maddesi olmuştur. Diğer fungusitlere bazı izolatlar direnç göstermiştir. Valensiya portakal meyvelerinde yapılan çalışmada ise *P. digitatum*'un meyve enfeksiyonları üzerine imazalil ve thiabendazol etkili bulunmuştur.

Yıldız (2015) tarafından hasat sonrası kayıplar neden olan etmenlerden *Penicillium expansum* (Mavi Küf) ve *Monilinia fructigena* (Kahverengi Çürüklük) etmenlerine karşı Boscalid+Pyraclostrobin, *Trichoderma harzianum* (TRIC8), Harpin protein ve bitki aktivatörlerinden LaFÜ+be+mm'in etkinlikleri belirlenmiştir. Sonuçta, *M. fructigena*'ya karşı Boscalid+Pyraclostrobin etken maddeli fungusit %100, *T. harzianum* %97.13, LaFÜ+be+mm ve Harpin uygulamaları sırasıyla, %100 ve %41.65 oranlarında etkili olmuştur. Diğer taraftan *P. expansum*'a karşı Boscalid+Pyraclostrobin %37.22, *T. harzianum* %69.73, LaFÜ+be+mm ve Harpin sırasıyla, %29.59 ve %29.76 oranlarında etkili olmuştur.

Borve vd. (2013) yaptıkları çalışmada, depo hastalıklarından kaçınmak için alternatif yöntem olarak organik yetiştirmede hasat zamanı üzerinde çalışmışlar ve belirli aralıklarla hasatlar yapmışlardır. Elmalar soğukta hava deposunda saklanmış 1 Şubattan itibaren sıcaklık 20°C'ye çıkarılmış ve 2 hafta bekletilmiştir. Hasatta meyve kalitesi hasat zamanına göre farklılık gösterirken, depolamadan sonra hasat zamanının meyve kalitesine olumsuz bir etkisi olmadığı belirlenmiştir. Ortalama üç yıl boyunca, depolamadan sonra meyve çürümesi, tavsiye edilen hasat zamanından öncesine kıyasla, daha geç hasat edilen meyvelerde önemli ölçüde daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Hasat sonrası meyve çürümesinin en önemli nedenleri *Colletotrichum acutatum* ve *Neofabraea* spp. olduğu saptanmıştır.

Uslu (2012) tarafından 2010-2011 yıllarında Isparta ili Eğirdir ilçesi elma soğuk hava depolarında hasat, nakliye ve depolama sırasında meydana gelen mekanik zararlanmaların patolojik bozulmalara etkileri araştırılmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre, mekanik zararlanmaların elma meyvelerinde özellikle fungal etmenlerden kaynaklanan patolojik bozulmaların daha hızlı ve daha yoğun olarak meydana geldiği belirlenmiştir. Patolojik bozulmalara sebep olan fungal etmenler

Penicillium expansum (Mavi Küf), *Gloeosporium album* (Acı çürüklük), *Botrytis cinerea* (Gri küf), *Venturia inaequalis* (Karaleke), *Rhizopus* spp. (Rhizopus Çürüklüğü), *Aspergillus* spp. (Siyah Küf), *Alternaria mali* (Siyah Çürüklük) olarak belirlenmiştir. Banlar arasında *Penicillium expansum* yani mavi küf en yaygın rastlanan tür olmuş ve 6. ayın sonunda yapılan sayımlarda toplam enfekteli meyvelerin %25`inde tespit edilmiştir. *Penicillium expansum`un* ardından *Gloeosporium album* (%12.4) en sık rastlanan ikinci tür olmuştur. Diğer fungal etmenlerden *Botrytis cinerea* %11.1, *Venturia inaequalis* %8.1, *Rhizopus* spp. %5.3, *Aspergillus* spp %3.1, *Alternaria mali* %2.6`lık oranlarda rastlanmıştır.

Kalın (2011), Antalya`nın Elmalı ve Korkuteli İlçelerindeki hasat sonrası elma soğuk hava depolarında sorun olan fungal etmenlerin belirlenmesine yönelik yaptıkları çalışmada, meyvelerde bozulmaların birincil olarak *Penicillium expansum*, *Alternaria* spp. ve *Botrytis cinerea* tarafından meydana getirildiği tespit edilmiştir. Meyvelerde mummylaşma sebebi olarak bilinen ve bahçe dönemi hastalığı olan *Monilinia* sp.`ye çok düşük oranda rastlanmıştır.

Juhneva vd. (2011), kontrollü modifiye atmosfer koşullarında 5 aylık depolama süresi ve daha sonrasında 5 elma çeşidini takip ederek değerlendirmeler yapmışlardır. En yüksek mikrobiyal çeşitliliğin düşük sıcaklık ve konvansiyonel depolamasında elma meyve yüzeylerinde olduğu bulunmuş; bu koşulların elma depolamasına uygun olmadığı kanısına varılmıştır. Modifiye atmosfer koşulları bakteri, maya ve küflerin gelişimini azaltmıştır. Toplam bakteri miktarı modifiye atmosferde düşük sıcaklık depolama koşulları ile kıyaslandığında %50 oranında azaltılmıştır. Fungusların oranı kontrol örneklerde 3 kat artmıştır fakat modifiye atmosferde bu fungusların oranı önemli ölçüde değişmemiştir. Elma meyvelerinin ultra düşük oksijen seviyesinde ve %1.5 O₂ - %2.5 CO₂ koşullarında depolaması birkaç ticari elma çeşidinde daha muhtemel gibi görünmektedir. Özellikle ‘Auksis’ ve ‘Orlik’ elma çeşitlerinde bu koşullarda depolama yapıldığında en az zararlanma tespit edilmiştir.

Özgönen ve Çulal Kılıç (2009) tarafından 2006-2008 yıllarında Isparta ili ilçelerindeki klasik elma soğuk hava depolarında bulunan hasat sonrası etmenler ve yaygınlık oranları belirlenmiştir. Elma meyvelerinde en yaygın görülen çürüklük

etmeni *Penicillium expansum* olmuş ve bu etmene bağlı kayıpların %40 civarında olduğu belirlenmiştir. *Alternaria alternata*'nın neden olduğu meyve içi siyah çürüklüğü ve *Botrytis cinere*'nin neden olduğu kurşuni küf ikinci en yaygın bozulma sebebi olarak belirlenmiştir. Diğer daha az önemde olan çürüklük etmenleri sırasıyla *Mucor* ve *Aspergillus* türleri (sırasıyla %3.0 ve %5.5 oranlarda) olmuştur. Yetiştiricilik sezonunda görülen ve daha sonra depo döneminde gelişmeye devam eden meyve belirtilerinin sebepleri olan fungal hastalıklar arasında *Glomerella cingulata* (acı çürüklük), *Venturia inaequalis* (kara leke), *Cryptosporiopsis* spp. (boğa gözü), *Sphaeropsis* çürüklüğü ve bir bazidiomycet üyeleri gözlemlenmiştir. Hasat sonrası ortaya çıkan acı benek, yüzeysel kararmalar, soğuk zararı, nem düzensizliklerine bağlı oluşan belirtiler ve içsel kahverengileşme abiyotik bozukluklar olarak gruplandırılmıştır.

Karaman vd. (2009), sağlıklı elma depolama koşulları ve depolama teknolojisi üzerine bir çalışma yürütmüşlerdir. Elma meyvelerinin hasattan sonra tazeliğinin ve besin içeriğinin korunması, bozulmalarının önlenmesi için uygun koşullarda depolanması gerekliliği vurgulanmıştır. Bu bağlamda elma yetiştiriciliğinin önemli olduğu illerden birisi olan Karaman'da üretim kapasitesinin tam aksine elma soğuk hava depo sayısının yetersiz olduğu ve modern ve geniş kapasiteli depolara ihtiyaç duyulduğu ifade edilmiştir. Mevsim sonunda belirli hasat olgunluğunda hasat edilen elmaların uygun depolanmaması sonucunda meyvelerin tazeliğini koruyamadığı ve ekonomik kayıpların meydana geldiği bildirilmiştir.

Batta (2007), elma, armut, şeftali, çilekte *Rhizopus stonilifer*; üzüm, armut, çilek, kivide *Botrytis cinerea*; ve armut, üzüm, kivide *P. expansum*'un neden olduğu hasat sonrası fungal etmenlerin mücadelesinde *T. harzianum* uygulamasının meyvelerdeki lezyon çaplarını önemli derecede azalttığını ortaya koymuştur. Armut, üzüm ve kivi meyvelerine uygulanan *T. harzianum* uygulamasının özellikle armutta %49.4, üzümde %58.7 ve kivide %56 oranlarında etkili olduğu bildirilmiştir.

Türkekul (2003) tarafından elmada önemli hasat sonrası fungal etmenlerden kurşuni küf (*B. cinerea*) ve mavi küf (*P. expansum*)'a karşı meyve yüzeylerinden izole edilen epifitik mayaların etkinliği araştırılmıştır. Golden Delicious ve Starking elma çeşitlerinin yüzey florasından elde edilen maya izolatlarından 44 tanesi soğuk

depolama koşullarında ($10^{\circ}\text{C}\pm 1$ 'de 30 gün) denenmiş ve sonuç olarak *B. cinerea* ve *P. expansum*'u %80'in üzerinde engelleyebilmişlerdir.

Rosenberger (1997), elma ve armutların hasattan sonra 6-10 aylık depolama süreci içerisinde çok sayıda hasat sonrası patojenlerin saldırısına maruz kaldıklarını, modern depolama imkânlarına rağmen 1960'lı yıllarda ve 1970'li yılların başlarında hasat sonrası hastalıklardan dolayı kayıpların %15-25'ler dolayında olduğunu ve bu kayıpların pek çoğundan *Penicillium*, *Botrytis*, *Monillia*, *Nectria*, *Gloeosporium* ve *Alternaria* gibi fungal etmenlerin sorumlu olduğunu bildirmiştir. Rosenberger (1997), kontrollü atmosfer koşullarına sahip depolar ve hasat sonrası kullanılan fungusitler geliştirilmeden önce hasat sonrası toplam kaybın %90'ından mavi küfün sorumlu olduğunu, modern depolarda mavi küfün çıkışı %1'in altında inmesine rağmen, hala yumuşak çekirdekli meyvelerde hasat sonrası çürüklüklere yaygın rastlandığını bildirmektedir. Yine aynı yazara göre 11 *Penicillium* türünün elma ve armutta mavi küfe neden olduğu rapor etmiştir.

Çukurova Bölgesinde yapılan bir çalışmada bahçede ve paketleme evinde fungusit kullanılmadan 2 ay 12.7°C ve %66 oransal nem koşullarında depolanan turunçgil meyvelerinde %16.8 oranında hastalık gözlenmiştir. Turunçgil çeşidi değişmekle birlikte 4.7°C - 9.7°C 'ler arasında %83-89.4 oransal nem koşullarında 2 ay depolamada %25.1 ve 4 ayın sonunda ise %65.4 oranında kayıp olduğu rapor edilmiştir (Toker ve Biçici, 1996).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışma, depo atmosferindeki mikroorganizma varlığının belirlenmesi amacıyla en yüksek depolama kapasitesinin bulunduğu Eğirdir (E-1, E-2), Gelendost (G-1, G-2) ve Senirkent (S-1, S-2) İlçelerinde pilot olarak seçilen 2 farklı ticari geleneksel soğuk hava deposunun ikişer odasında yürütülmüştür. Çalışmanın yürütüldüğü odalarda (3 adet) meyve bulaşıklıklarının belirlenmesi amacıyla kasalarda yer alan Golden Delicious elma çeşidi meyve materyali olarak kullanılmıştır. Laboratuvar çalışmaları ise ISUBU Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Mikoloji Laboratuvarında yürütülmüştür.

3.2. Yöntem

3.2.1. Besiyeri hazırlığı

Atmosfer koşullarından fungal mikrofloranın izolasyonu yapabilmek için Patates Dekstroz Agar (PDA) kullanılmıştır. Besiyeri hazırlığı için hazır PDA (Merck, 39 g/L) kullanılmıştır. PDA saf su içerisine karıştırılarak 121°C ve 1atm basınçta 20 dk. Süreyle otoklav edilmiş ve daha sonra plastik 90 mm çaplı steril plastik Petri kaplarına yeteri miktarda dökülmüştür. Besiyerleri soğuk hava depo atmosferinde kullanılmak üzere polietilen poşetlere 30'lu paketler halinde hazırlanarak etiket yerleştirilmiştir.

3.2.2. Depo atmosferinde tuzak petriler kullanılarak fungus elde edilmesi

Her bir örnekleme odasında 30 adet 90 mm çaplı PDA içeren Petri kapları kapağı açık şekilde 5 dakika süreyle bekletilmiş ve daha sonra kapakları kapatılmıştır. Bu Petriler laboratuvara getirildikten sonra 25±2°C'ye ayarlı inkübatörde 3-7 gün süreyle inkübe edilmiştir. Bu sürenin sonunda Petrilerde gelişen fungus kolonilerinin cins düzeyinde sayımı yapılarak not edilmiştir (İnan ve Erkiç, 2018). Bu işlem için Eğirdir, Gelendost ve Senirkent İlçelerinden 2'şer tane elma deposu olmak üzere toplam 6 adet depoda bir depolama sezonu boyunca aylık olarak periyodik

yürütülmüştür. Çalışma periyodu elma hasadının başladığı Eylül ayından başlamak üzere bir sonraki yılın Haziran ayına (2020-2021 yılları arasında) kadar devam ettirilmiştir.



Şekil 3.1. Depo odasına konulan tuzak petri kapları



Şekil 3.2. Petri kaplarında fungus gelişimi için inkübasyon aşaması

3.2.3. Saflaştırma ve tanı çalışmaları

Paketleme evlerindeki atmosferde var olan fungusların koloni sayımları yapıldıktan sonra farklı gelişim gösteren koloniler tek tek belirlenerek saflaştırılmıştır. Elde edilen saf kültürlerden tek spor izolasyonları gerçekleştirilmiştir. Bunun için steril lam üzerine steril saf su damlatılarak, saf kültürden öze ile bir miktar spor alınıp süspansiyon hazırlanmıştır. Hazırlanan süspansiyondan su agar içeren Petrilere öze ile çizim yapılmış ve 12-24 saat süreyle, 24°C'de inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda Petrilere ışık mikroskopunda incelenerek tek başına bulunan çimlenen sporlar işaretlenmiştir. Bu sporlar steril iğne ucuyla alınarak PDA besiyerlerine ekilmiş ve tek spor kolonileri oluşturulmuştur. Tanı çalışmaları için elde edilen fungusların temiz geliştirildiği Petrilere makroskopik (koloni morfolojisi, pigmentasyon, misel gelişimi ve rengi vb) ve mikroskopik (konidi boyutları, şekli, rengi vb.) incelemeler yapılmış ve ilgili tanı kitaplarından yararlanılarak geleneksel olarak tanısı yapılmıştır (Raper ve Fennel, 1965; Ellis, 1971; Samson vd., 1995; Visagie vd., 2014). *Penicillium expansum* izolatları için Malditof yöntemi ile Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi'nden hizmet alımı gerçekleştirilmiştir.

3.2.4. Depoda meyve sayımı

Atmosfer koşullarından örnekleme yapılan depo odalarında 3'er tekerrür olacak şekilde içerisinde 60'ar adet Golden Delicious çeşidinin yer aldığı elma kasaları yerleştirilmiştir. Elma meyveleri kasalara yerleştirilmeden önce %1'lik NaOCl (sodyum hipoklorit) solüsyonu ile yüzey dezenfeksiyonu yapılmış ve 1 kez saf su ile yıkanmıştır. Meyveler kurutma kağıdı ile fazla nemi alındıktan sonra kasalara yerleştirilmiştir. Belirlenen elma kasalarında eşit miktarda elma olmasına dikkat edilmiştir. Her ay gidilip belirlenen kasalardaki sağlam ve hastalıklı elmaların sayımları yapılmıştır.

3.2.5. Değerlendirme

Elde edilen sonuçlar varyans analizine tabi tutulmuştur. Uygulamalar LSD testine ($P<0.05$) tabi tutularak ortalamaların birbirinden farklılıkları ortaya konulmuştur.

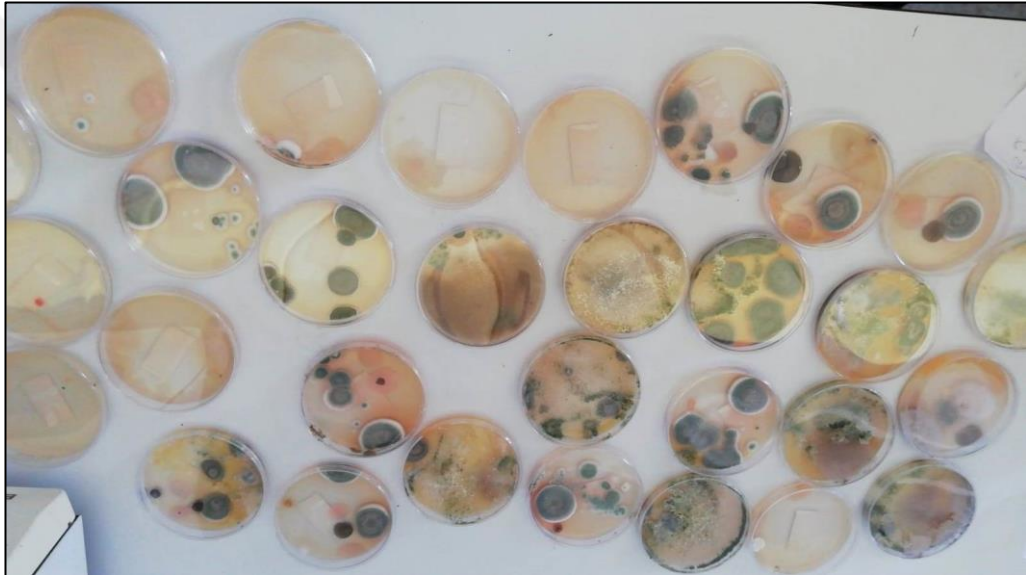
Depo atmosferinden elde edilen koloni sayımları üzerinden aylık değerlendirmeler yapılmış; toplam fungusların elde edilme miktarları (koloni/Petri), *Penicillium* türlerinin elde edilme miktarları (koloni/Petri), tüm depolardaki fungusların izole edilme oranları (%) ve kasalardaki meyvelerde çürüklük oranları (%) hesaplanmıştır (Karman, 1971).



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Depo Atmosferindeki Fungus Yoğunluğunun Belirlenmesi

Bu çalışmada Eğirdir (E-1, E-2), Gelendost (G-1, G-2) ve Senirkent (S-1, S-2)'te bulunan geleneksel koşullarda elma muhafaza edilen 2'şer adet elma deposunun 2'şer adet odasında PDA besiyeri bulunan plastik Petri kaplarının tuzak yöntemiyle kapakları belirli bir süre açık bırakılarak depo atmosferindeki fungal mikroflora belirlenmiştir. Petrilerin inkübasyon süresi sonunda gelişen fungusların cins düzeyinde koloni sayıları belirlenmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Petri kaplarında gelişen fungus kolonileri

Petri kaplarında sayımı yapılan fungus cinsleri sırasıyla *Penicillium* spp., *Botrytis* spp., *Alternaria* spp., *Aspergillus* spp., *Geotrichum* sp., bazı maya türleri, ve diğerleri olarak gruplandırılmıştır. Diğerleri kapsamına minör önemde sayılabilecek *Mucor* spp., *Rhizopus stolonifer* ve bakteri kolonileri dahil edilmiştir (Şekil 4.2). Fungusların cins düzeyinde koloni sayımları yapılarak kaydedilmiş; fungusların total sayıları üzerinden varyans analizi yapılarak depo atmosferindeki yoğunlukları ve izole edilme oranları hesaplanmıştır. Ayrıca en yoğun izole edilen *Penicillium* türlerinin depo atmosferinden izole edilme oranları kıyaslanmıştır.



Şekil 4.2. Petri kaplarında gelişen bazı funguslar (*Penicillium* spp., *Alternaria* spp. ve *Aspergillus* spp.)

Depo atmosferinde Eylül-Haziran ayları arasında periyodik olarak örnek alınmış; depo odalarında bekletilen Petri kaplarında gelişen fungus kolonilerinin toplam miktarları üzerinden varyans analizi yapılmış ve depolar arasındaki toplam fungus kolonileri açısından birbirinden farklılıkları belirlenmiştir (Çizelge 4.1 ve Şekil 4.3).

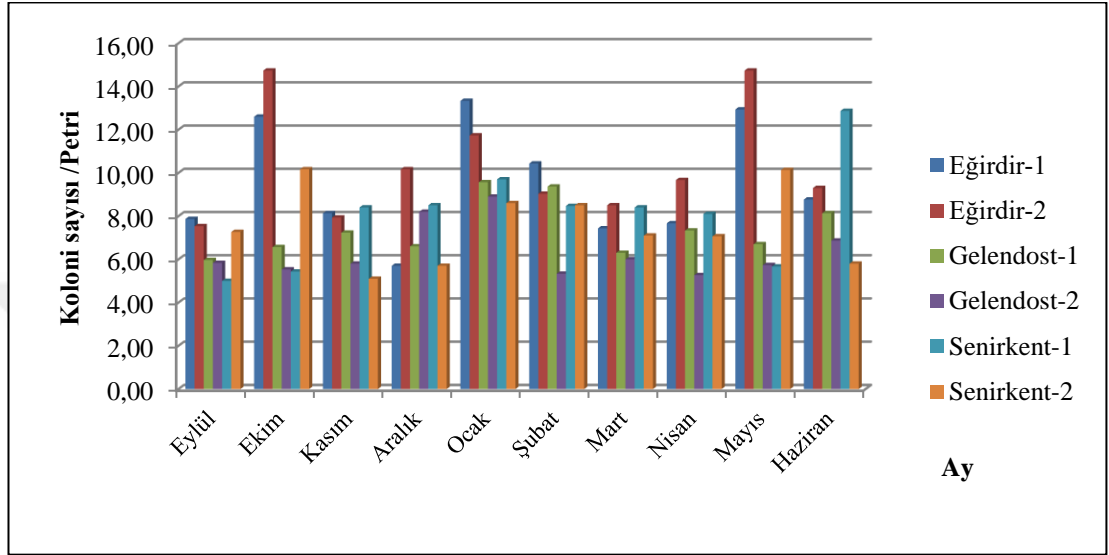
Çizelge 4.1. İlçelerdeki soğuk hava depolarında toplam fungusların elde edilme miktarları (Koloni/Petri)

Aylar	Eğirdir-1	Eğirdir-2	Gelendost-1	Gelendost-2	Senirkent-1	Senirkent-2
Eylül	7.87 c	7.53 e	5.97 c	5.83 bc	5.00 c	7.27 bcd
Ekim	12.60 a	14.73 a	6.57 bc	5.53 bc	5.43 c	10.17 a
Kasım	8.13 c	7.93 de	7.23 bc	5.80 bc	8.40 b	5.10 f
Aralık	5.70 d	10.17 bc	6.60 bc	8.20 a	8.50 b	5.70 ef
Ocak	13.33 a	11.73 b	9.57 a	8.90 a	9.70 b	8.60 b
Şubat	10.43 b	9.03 cde	9.37 a	5.33 c	8.47 b	8.50 bc
Mart	7.43 cd	8.50 cde	6.30 c	6.00 bc	8.40 b	7.10 bcde
Nisan	7.67 cd	9.67 cd	7.33 bc	5.27 c	8.10 b	7.07 cdef
Mayıs	12.93 a	14.73 a	6.70 bc	5.73 bc	5.67 c	10.13 a
Haziran	8.77 bc	9.30 cde	8.13 ab	6.87 b	12.87 a	5.80 def

*Aynı sütun içerisinde farklı harf içeren ortalamalar LSD testine göre ($P < 0.05$) birbirinden farklıdır.

Eğirdir, Gelendost ve Senirkent ilçelerindeki paketleme evi atmosferinden elde edilen toplam fungus sayıları arasında farklılıklar ve aylara göre dalgalanmalar gözlenmiştir. Çizelge 4.1 incelendiğinde tüm depolarda ilk sayımın yapıldığı Eylül ayında toplam koloni sayıları düşük olduğu gözlemlenmiştir. Eğirdir'deki her iki

depoda özellikle Ekim, Ocak ve Mayıs aylarında koloni sayılarında artış görülmüştür. Gelendost'ta inceleme yapılan her iki depoda Petri başına koloni sayıları 10.0 adedin altında seyretmiştir. Benzer şekilde her iki depoda da Petri başına koloni sayıları aylık değişimle birlikte 10.0 ve 10.0 adedin altında seyretmiştir.



Şekil 4.3. İlçelerdeki soğuk hava depolarında toplam fungusların elde edilme miktarları (Koloni/Petri)

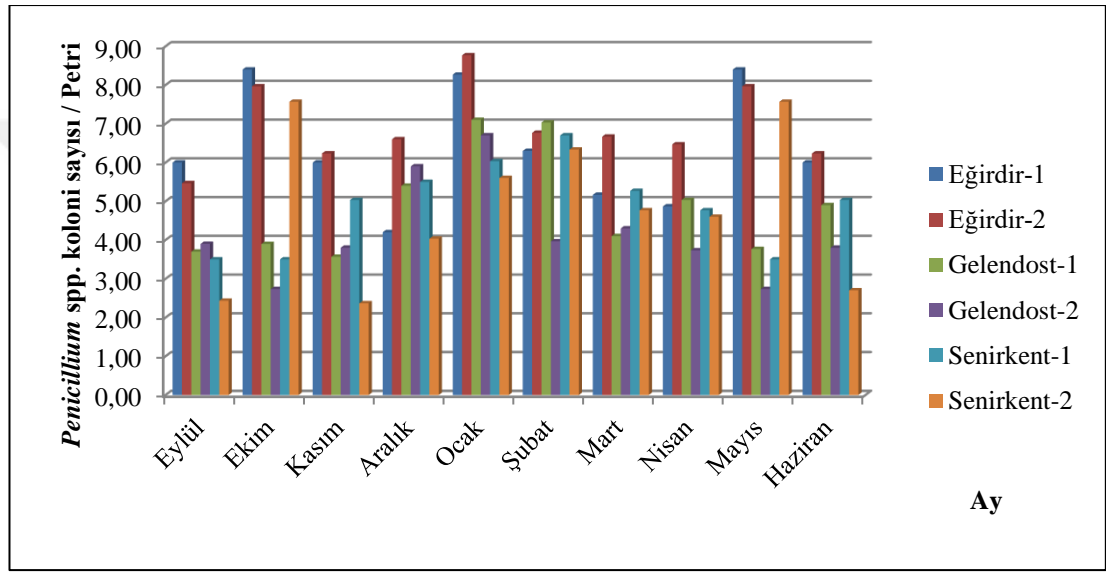
İlçelerdeki tüm depolardan baskın olarak izole edilen *Penicillium* türleri olduğu için soğuk hava depolarından elde edilme miktarları ayrı olarak analiz edilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. İlçelerdeki soğuk hava depolarında *Penicillium* türlerinin elde edilme miktarları (Koloni/Petri)

Aylar	Eğirdir-1	Eğirdir-2	Gelendost-1	Gelendost-2	Senirkent-1	Senirkent-2
Eylül	6.00 b	5.47 c	3.70 e	3.90 b	3.50 d	2.43 e
Ekim	8.40 a	7.97 ab	3.90 de	2.73 c	3.50 d	7.57 a
Kasım	6.00 b	6.23 c	3.57 e	3.80 bc	5.03 bc	2.37 e
Aralık	4.20 c	6.60 bc	5.40 b	5.90 a	5.50 abc	4.03 d
Ocak	8.27 a	8.77 a	7.10 a	6.70 a	6.03 ab	5.60 bc
Şubat	6.30 b	6.77 bc	7.03 a	3.97 b	6.70 a	6.33 b
Mart	5.17 bc	6.67 bc	4.10 cde	4.30 b	5.27 bc	4.77 cd
Nisan	4.87 bc	6.47 bc	5.03 bc	3.73 bc	4.77 c	4.60 cd
Mayıs	8.40 a	7.97 ab	3.77 de	2.73 c	3.50 d	7.57 a
Haziran	6.00 b	6.23 c	4.90 bcd	3.80 bc	5.03 bc	2.70 e

*Aynı sütun içerisinde farklı harf içeren ortalamalar LSD testine göre ($P < 0.05$) birbirinden farklıdır.

Penicillium türlerinin Petri başına koloni sayıları ilçelerdeki depolar ve aylara göre farklılık göstermiştir (Şekil 4.4). Eğirdir ilçesindeki depolarda yapılan sayımlar sonucunda Ekim, Ocak ve Mayıs aylarında en yüksek olmuştur. Gelendost'taki her iki depoda *Penicillium*'un koloni sayısı Ocak ayında en yüksek olmuş diğer aylarda daha düşük oranda seyretmiştir. Senirkent'te ise *Penicillium* koloni sayıları açısından her iki depoda farklılıklar gözlenmiş; birinci depoda Ocak ve Şubat'ta en yüksek değerlere ulaşırken ikinci depoda Ekim, Şubat ve Mayıs aylarında en yüksek seviyeye ulaşmıştır (Çizelge 4.2).



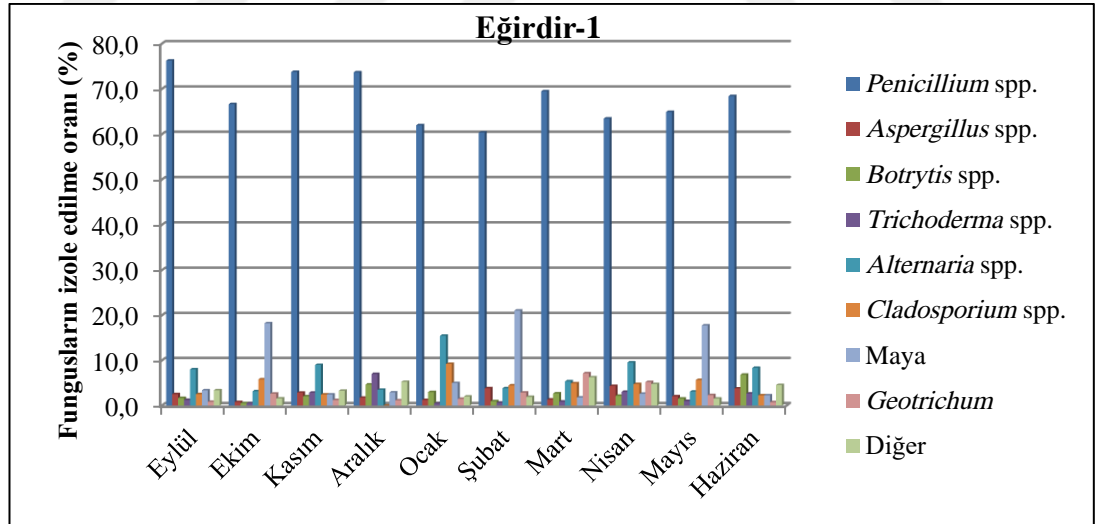
Şekil 4.4. İlçelerdeki soğuk hava depolarında *Penicillium* türlerinin elde edilme miktarları (Koloni/Petri)

Tüm ilçelerde paketleme evlerindeki fungusların izole edilme oranları (%) hesaplanmış ve aylara göre oransal olarak dağılım Eğirdir için Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4; Gelendost için Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.6'da ve Senirkent için Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.8'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde tüm ilçelere ait depolarda *Penicillium* türlerinin izole edilme oranlarının en yüksek olduğu dikkat çekmiş ve aylara göre dağılım farklı oranlarda görülmüştür.

Eğirdir ilçesindeki birinci soğuk hava deposunda Eylül-Haziran ayları arasında *Penicillium* türlerinin izole edilme oranları %60.4-76.3 arasında değişmiş ve en yüksek oran depolamanın ilk örnekleme yapıldığı Eylül ayında belirlenmiştir (Çizelge 4.3 ve Şekil 4.5). *Penicillium* türlerinin ardından *Alternaria*, *Cladosporium* ve maya türlerinin oranı önemli olmuştur.

Çizelge 4.3. Eğirdir-1 soğuk hava deposunda fungusların izole edilme oranları (%)

Fungus	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
<i>Penicillium</i> spp.	76.3	66.7	73.8	73.7	62.0	60.4	69.5	63.5	64.9	68.4
<i>Aspergillus</i> spp.	2.5	0.8	2.9	1.8	1.3	3.8	1.3	4.3	2.1	3.8
<i>Botrytis</i> spp.	1.7	0.5	2.0	4.7	3.0	1.0	2.7	2.2	1.5	6.8
<i>Trichoderma</i> spp.	1.3	0.5	2.9	7.0	0.5	0.6	0.9	3.0	1.0	2.7
<i>Alternaria</i> spp.	8.1	3.2	9.0	3.5	15.5	3.8	5.4	9.6	3.1	8.4
<i>Cladosporium</i> spp.	2.5	5.8	2.5	0.0	9.3	4.5	4.9	4.8	5.7	2.3
Maya	3.4	18.3	2.5	2.9	5.0	21.1	1.8	2.6	17.8	2.3
<i>Geotrichum</i>	0.8	2.6	1.2	1.2	1.5	2.9	7.2	5.2	2.3	0.8
Diğer	3.4	1.6	3.3	5.3	2.0	1.9	6.3	4.8	1.5	4.6

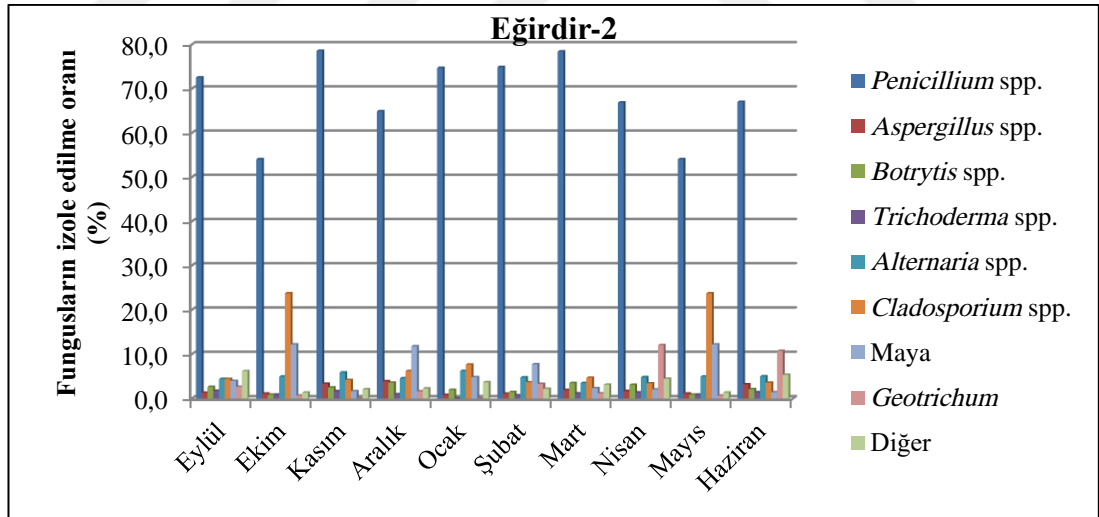


Şekil 4.5. Eğirdir-1 soğuk hava deposunda fungusların izole edilme oranları (%)

Eğirdir ilçesindeki ikinci soğuk hava deposunda Eylül-Haziran ayları arasında *Penicillium* türlerinin izole edilme oranları %54.1-78.6 arasında değişmiş ve en yüksek oran Kasım ayında belirlenmiştir (Çizelge 4.4 ve Şekil 4.6). Eğirdir'deki birinci depo sonuçlarına benzer şekilde ikinci depoda da *Alternaria*, *Cladosporium* ve maya türlerinin oranı ikincil önemde olmuştur.

Çizelge 4.4. Eğirdir-2 soğuk hava deposunda fungusların izole edilme oranları (%)

Fungus	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
<i>Penicillium</i> spp.	72.6	54.1	78.6	64.9	74.7	74.9	78.4	66.9	54.1	67.0
<i>Aspergillus</i> spp.	1.3	1.1	3.4	3.9	0.9	1.1	2.0	1.7	1.1	3.2
<i>Botrytis</i> spp.	2.7	0.9	2.5	3.6	2.0	1.5	3.5	3.1	0.9	2.2
<i>Trichoderma</i> spp.	1.8	0.9	1.7	1.0	0.0	0.7	1.2	1.4	0.9	1.4
<i>Alternaria</i> spp.	4.4	5.0	5.9	4.6	6.3	4.8	3.5	4.8	5.0	5.0
<i>Cladosporium</i> spp.	4.4	23.8	4.2	6.2	7.7	3.7	4.7	3.4	23.8	3.6
Maya	4.0	12.2	1.7	11.8	4.8	7.7	2.4	2.1	12.2	1.4
<i>Geotrichum</i>	2.7	0.7	0.0	1.6	0.0	3.3	1.2	12.1	0.7	10.8
Diğer	6.2	1.4	2.1	2.3	3.7	2.2	3.1	4.5	1.4	5.4

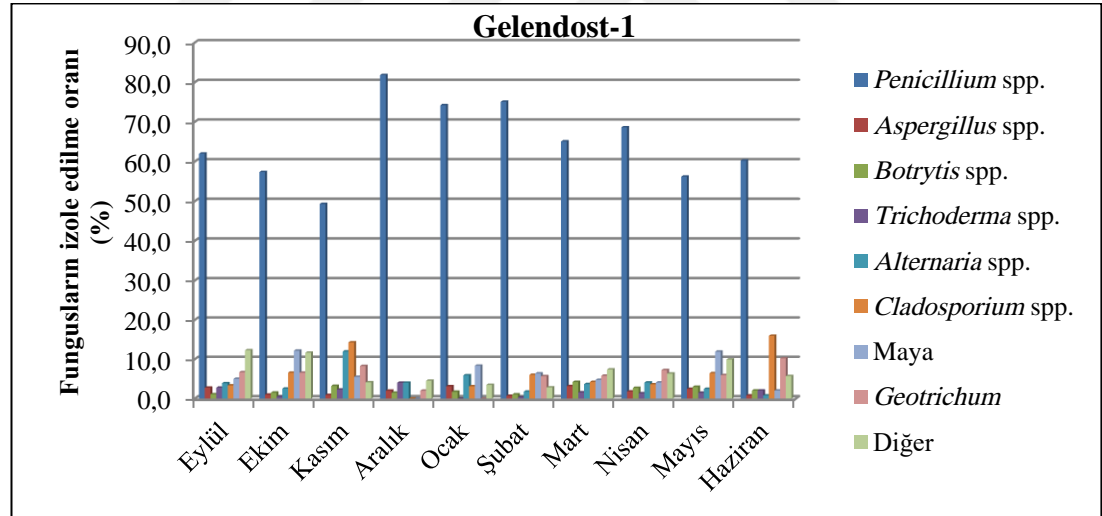


Şekil 4.6. Eğirdir-2 soğuk hava deposunda fungusların izole edilme oranları (%)

Gelendost ilçesindeki birinci soğuk hava deposunda Eylül-Haziran ayları arasında *Penicillium* türlerinin izole edilme oranları %49.3-81.8 arasında değişmiş ve en yüksek oran Aralık ayında belirlenmiştir (Çizelge 4.5 ve Şekil 4.7).

Çizelge 4.5. Gelendost-1 soğuk hava deposunda fungusların izole edilme oranları (%)

Fungus	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
<i>Penicillium</i> spp.	62.0	57.4	49.3	81.8	74.2	75.1	65.1	68.6	56.2	60.2
<i>Aspergillus</i> spp.	2.8	1.0	0.9	2.0	3.1	0.7	3.2	1.8	2.5	0.8
<i>Botrytis</i> spp.	1.1	1.5	3.2	1.5	1.7	1.1	4.2	2.7	3.0	2.0
<i>Trichoderma</i> spp.	2.8	0.5	2.3	4.0	0.0	0.4	1.6	1.4	1.5	2.0
<i>Alternaria</i> spp.	3.9	2.5	12.0	4.0	5.9	1.8	3.7	4.1	2.5	0.8
<i>Cladosporium</i> spp.	3.4	6.6	14.3	0.0	3.1	6.0	4.2	3.6	6.5	16.0
Maya	5.0	12.2	5.5	0.0	8.4	6.4	4.8	4.1	11.9	2.0
<i>Geotrichum</i>	6.7	6.6	8.3	2.0	0.0	5.7	5.8	7.3	6.0	10.2
Diğer	12.3	11.7	4.1	4.5	3.5	2.8	7.4	6.4	10.0	5.7

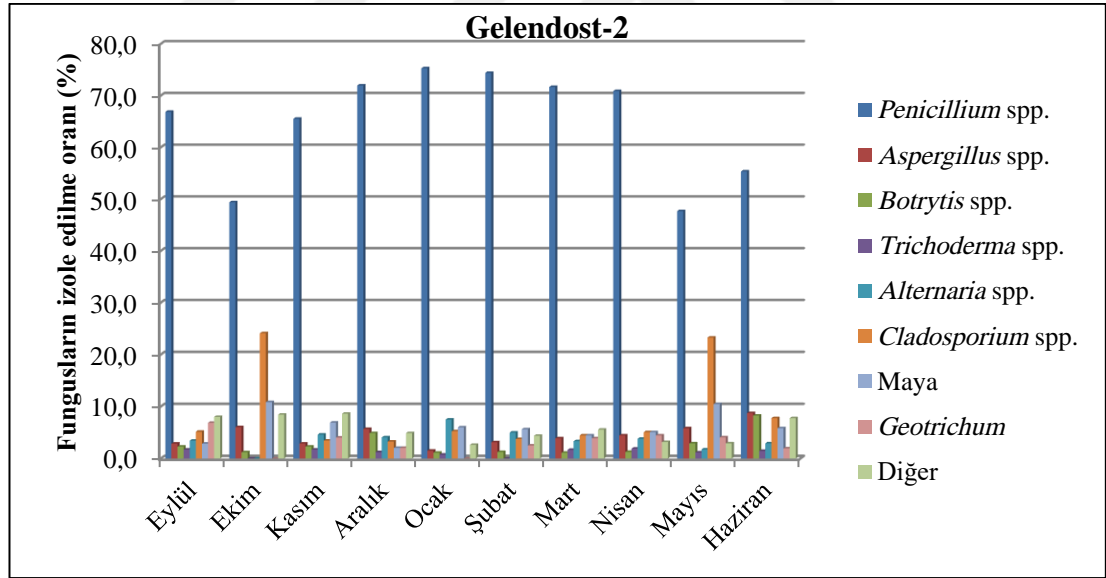


Şekil 4.7. Gelendost-1 soğuk hava deposunda fungusların izole edilme oranları (%)

Gelendost ilçesindeki ikinci soğuk hava deposunda Eylül-Haziran ayları arasında *Penicillium* türlerinin izole edilme oranları %47.7-75.3 arasında değişmiş ve en yüksek oran Ocak ayında belirlenmiştir (Çizelge 4.6 ve Şekil 4.8).

Çizelge 4.6. Gelendost-2 soğuk hava deposunda fungusların izole edilme oranları (%)

Fungus	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
<i>Penicillium</i> spp.	66.9	49.4	65.5	72.0	75.3	74.4	71.7	70.9	47.7	55.3
<i>Aspergillus</i> spp.	2.9	6.0	2.9	5.7	1.5	3.1	3.9	4.4	5.8	8.7
<i>Botrytis</i> spp.	2.3	1.2	2.3	4.9	1.1	1.3	1.1	1.3	2.9	8.3
<i>Trichoderma</i> spp.	1.7	0.0	1.7	1.2	0.7	0.0	1.7	1.9	1.2	1.5
<i>Alternaria</i> spp.	3.4	0.0	4.6	4.1	7.5	5.0	3.3	3.8	1.7	2.9
<i>Cladosporium</i> spp.	5.1	24.1	3.4	3.3	5.2	3.8	4.4	5.1	23.3	7.8
Maya	2.9	10.8	6.9	2.0	6.0	5.6	4.4	5.1	10.5	5.8
<i>Geotrichum</i>	6.9	0.0	4.0	2.0	0.0	2.5	3.9	4.4	4.1	1.9
Diğer	8.0	8.4	8.6	4.9	2.6	4.4	5.6	3.2	2.9	7.8

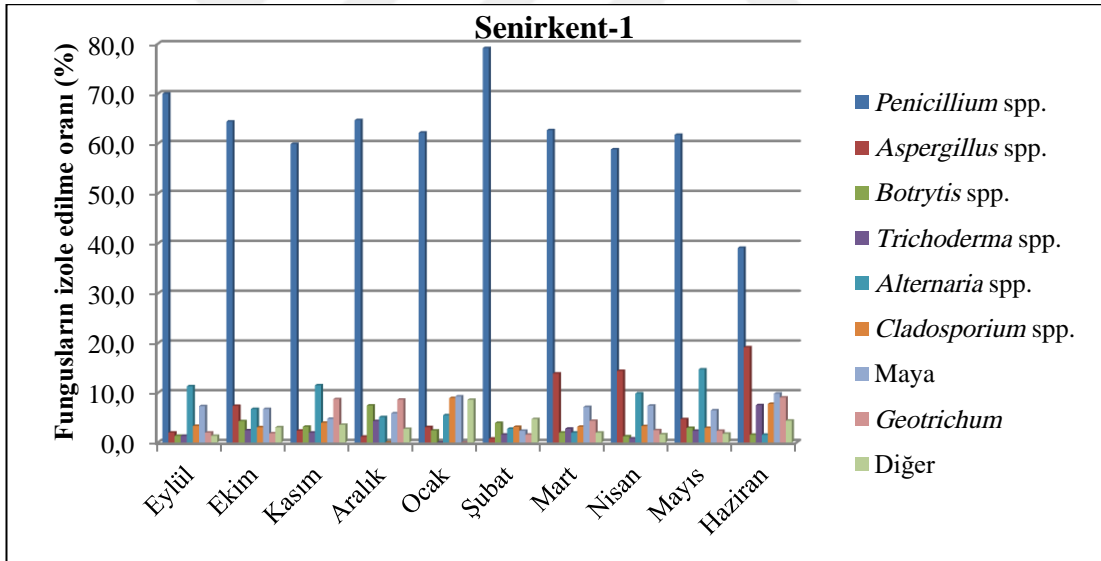


Şekil 4.8. Gelendost-2 soğuk hava deposunda fungusların izole edilme oranları (%)

Senirkent ilçesindeki birinci soğuk hava deposunda Eylül-Haziran ayları arasında *Penicillium* türlerinin izole edilme oranları %39.1-79.1 arasında değişmiş ve en yüksek oran Şubat ayında belirlenmiştir (Çizelge 4.7 ve Şekil 4.9).

Çizelge 4.7. Senirkent-1 soğuk hava deposunda fungusların izole edilme oranları (%)

Fungus	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
<i>Penicillium</i> spp.	70.0	64.4	59.9	64.7	62.2	79.1	62.7	58.8	61.8	39.1
<i>Aspergillus</i> spp.	2.0	7.4	2.4	1.2	3.1	0.8	13.9	14.4	4.7	19.2
<i>Botrytis</i> spp.	1.3	4.3	3.2	7.5	2.4	3.9	2.0	1.2	2.9	1.6
<i>Trichoderma</i> spp.	1.3	2.5	2.0	4.3	0.0	1.6	2.8	0.8	2.4	7.5
<i>Alternaria</i> spp.	11.3	6.7	11.5	5.1	5.5	2.8	2.0	9.9	14.7	1.6
<i>Cladosporium</i> spp.	3.3	3.1	4.0	0.0	8.9	3.1	3.2	3.3	2.9	7.8
Maya	7.3	6.7	4.8	5.9	9.3	2.4	7.1	7.4	6.5	9.8
<i>Geotrichum</i>	2.0	1.8	8.7	8.6	0.0	1.6	4.4	2.5	2.4	9.1
Diğer	1.3	3.1	3.6	2.7	8.6	4.7	2.0	1.6	1.8	4.4

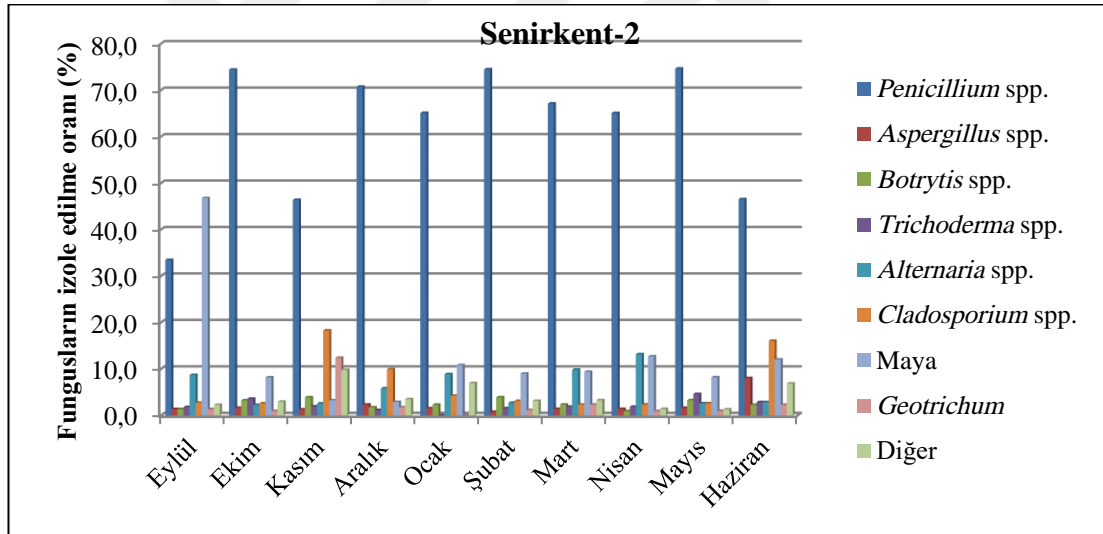


Şekil 4.9. Senirkent-1 soğuk hava deposunda fungusların izole edilme oranları (%)

Senirkent ilçesindeki ikinci soğuk hava deposunda Eylül-Haziran ayları arasında *Penicillium* türlerinin izole edilme oranları %33.5-74.7 arasında değişmiş ve en yüksek oran Mayıs ayında belirlenmiştir (Çizelge 4.8 ve Şekil 4.10).

Çizelge 4.8. Senirkent-2 soğuk hava deposunda fungusların izole edilme oranları (%)

Fungus	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
<i>Penicillium</i> spp.	33.5	74.4	46.4	70.8	65.1	74.5	67.1	65.1	74.7	46.6
<i>Aspergillus</i> spp.	1.4	1.6	1.3	2.3	1.6	0.8	1.4	1.4	1.6	8.0
<i>Botrytis</i> spp.	1.4	3.3	3.9	1.8	2.3	3.9	2.3	0.9	3.3	2.3
<i>Trichoderma</i> spp.	1.8	3.6	2.0	1.2	0.0	1.6	1.9	1.9	4.6	2.9
<i>Alternaria</i> spp.	8.7	2.3	2.6	5.8	8.9	2.7	9.9	13.2	2.6	2.9
<i>Cladosporium</i> spp.	2.8	2.6	18.3	9.9	4.3	3.1	2.3	2.4	2.6	16.1
Maya	46.8	8.2	3.3	2.9	10.9	9.0	9.4	12.7	8.2	12.1
<i>Geotrichum</i>	1.4	1.0	12.4	1.8	0.0	1.2	2.3	0.9	1.0	2.3
Diğer	2.3	3.0	9.8	3.5	7.0	3.1	3.3	1.4	1.3	6.9



Şekil 4.10. Senirkent-2 soğuk hava deposunda fungusların izole edilme oranları (%)

Çalışmamızda Eğirdir, Gelendost ve Senirkent ilçelerindeki ikişer adet soğuk hava deposunda Eylül-Haziran ayları arasında tuzak Petri yöntemi ile elde edilen fungusların koloni sayımları yapılarak toplam fungus ve *Penicillium* türlerinin koloni sayıları üzerinden varyans analizi yapılarak değerlendirmeler yapılmış ve her bir fungus cinsi için ilçelerdeki depolarda aylara göre fungusların izole edilme oranları hesaplanmıştır. Toplam fungus koloni sayıları üzerinden yapılan analizlerde aylara göre depolarda değişimler gözlenmiştir. *Penicillium* türleri koloni sayıları bakımından en fazla izole edilen baskın tür olarak belirlenmiş; Petri başına koloni

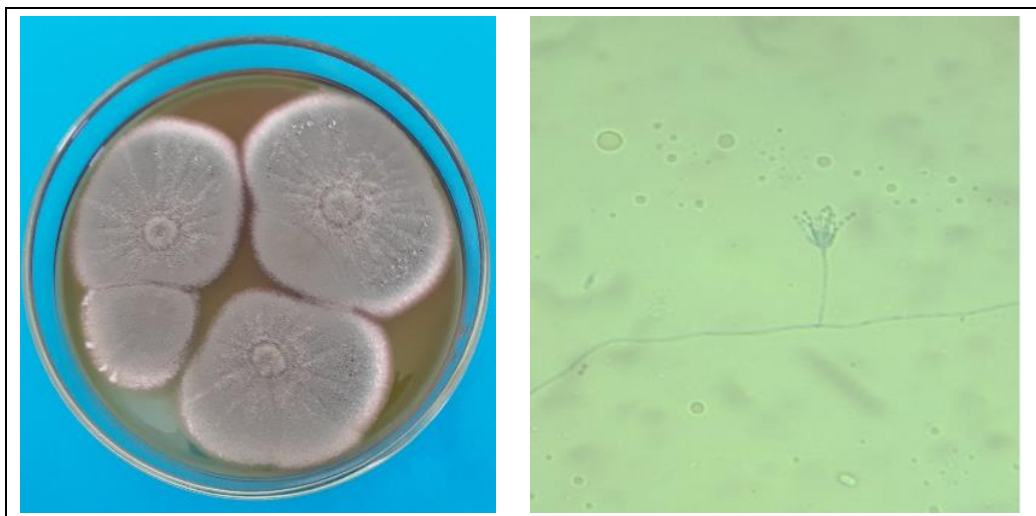
sayıları ilçelerdeki depolar ve aylara göre farklılık göstermiştir. İlçeler bazında da *Penicillium* türlerinin en fazla izole edilen tür olduğu ve izolasyon oranlarının en yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmamızda seçilmiş olan soğuk hava depoları konvansiyonel depolar olup hava kökenli fungal mikroflora belirlenmiştir. Aylık alınan değerler örnekleme yapıldığı gün, depo şartları, depo içerisinde bulunan meyvelerdeki bulaşmalar vb. gibi faktörlere bağlı olarak değişebilmekte ve bu bağlamda standart bir değişim gözlenmemektedir. Dolayısıyla bu değerler farklı zamanlara göre değişim gösterebilecektir. Özellikle geleneksel depolamada, meyvelerdeki birincil bozulma sebebinin meyveler üzerindeki latent spordan kaynaklı olduğu bilinmektedir. Diğer yandan kasa içerisinde depolanan meyvelerde bulaşmalar varsa bunlar temasla mekanik olarak zararlanmış diğer meyvelere bulaşabilmektedir. Bunun yanı sıra depolama süresince oda atmosferinde bulunan funguslar da meyvelerde bozulmalara sebep olabilir. İzole edilen fungus cinsleri açısından bir değerlendirme yapıldığında başta *Penicillium* türleri olmak üzere birçoğu potansiyel olarak meyvelerde bozulma sebepleri arasında sayılabilir. İnan ve Erkılıç (2018) tarafından Mersin'deki turunçgil paketleme evinde yürüttükleri bir çalışmada paketleme evlerinin farklı noktalarındaki atmosferden yoğunlukla *Penicillium* türleri izole etmişlerdir. Paketleme evindeki en yüksek *Penicillium* popülasyonu ise paketleme evinin girişinden elde edilmiştir. Paketleme evindeki en yaygın tür *P. digitatum* olarak belirlenmiştir. Lahlali vd. (2018) Fas'ta depo atmosferindeki fungus yoğunluklarını belirledikleri çalışmalarında fungal sporların en yüksek yoğunlukta Midelt'deki soğuk hava deposunda belirlemiş ve yoğunluğu 464 spor/m³ olarak hesaplamışlardır. Konvansiyonel depolamada depo atmosferinde yapılan dezenfeksiyon işlemlerinin oldukça faydalı olduğu ifade edilmiştir (Juhvenica vd., 2011). Nitekim soğuk hava depolamasında hava kökenli mikrobiyolojik analizlerin yapıldığı aynı çalışmada toplam mikroorganizma miktarı belirlenmiş (maya ve küfler) ve sonuçlar değerlendirildiğinde depo atmosferinin dezenfeksiyonla birlikte daha düşük oranda mikroorganizma içerdiği ortaya konulmuştur. Juhvenica vd. (2011), depolama süresince meyve kalitesinin depo çevre ve atmosferi ve meyvelerdeki mikroorganizma varlığına bağlı olduğunu ve bunların aktivitesine bağlı olarak meyve çürüklüklerinin meydana geldiğini bildirmişlerdir. Kontrollü depolama koşullarında gaz karışımlarının kompozisyonunun depolama sürecini uzattığını ve mikroorganizmaların gelişimini azaltarak güvenli meyve depolaması yapılabileceğini bildirmişlerdir.

4.2. Tanı Çalışmaları

Soğuk hava depo atmosferinde var olan fungusların koloni sayımları yapıldıktan sonra tanı çalışmaları yapmak üzere bazı fungus kolonilerinden saflaştırmalar yapılarak önemli olan birkaç cins ve tür belirlenmiştir. Tanı çalışmaları için elde edilen fungusların temiz geliştirildiği Petrilerden makroskobik (koloni morfolojisi, pigmentasyon, misel gelişimi ve rengi vb) ve mikroskobik (konidi boyutları, şekli, rengi vb.) tanı kitaplarından yararlanılarak geleneksel olarak tanısı gerçekleştirilmiştir. Tanı çalışmalarında hedef tüm türlerin tanısı olmadığı için önemli olan birkaç türün tanısı yapılmıştır. Tanısı yapılan türler ile ilgili bilgiler aşağıda verilmiştir.

Penicillium expansum (Link) Thom

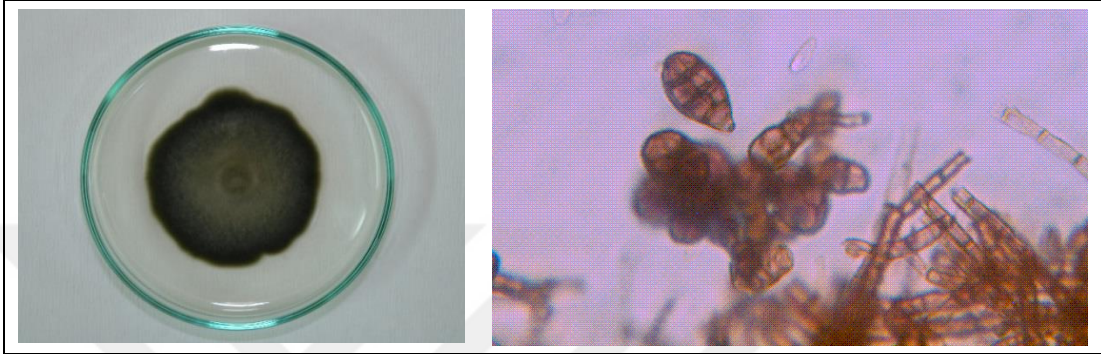
Penicillium expansum CYA ortamında açık yeşil ve beyazımsı renkte koloniler oluşturmaktadır. Pigment rengi ise krem renkte olduğu gözlemlenmiştir. PDA ortamında ise koloni rengi mat yeşil, sık dokulu ve kadifemsi yapıdadır. Konidioforların da tetraverticillate dallanma gözlemlenen türün, konidileri dairesel şekilli ve çapları ise 3 µm ile 5 µm arasında ölçülmüştür. Sap süslemesi ise pürüzsüzdür (Visagie vd., 2014) (Şekil 4.11). Çalışmada elde edilen *Penicillium* kolonilerinden saflaştırılmalar yapılmış ve bazı izolatların Maldi-tof testi sonucunda *P. expansum* olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.11. *Penicillium expansum*'un PDA ortamında gelişen kolonisi ve mikroskop görüntüsü

***Alternaria alternata* (Fr.) Keissler)**

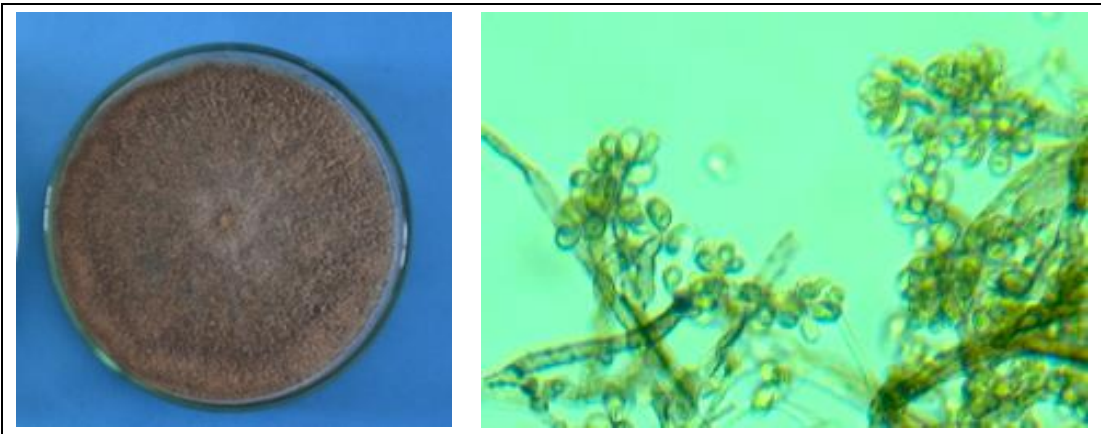
Kültürde 25°C’de 6 günde 80 mm gelişen zeytuni yeşil koloni oluşturmaktadır. Fungus yoğun, dallanmış, bölmeli, kahverengimsi miselyum üretir. Konidiofor basit, zeytuni kahverengimsi, tek tek veya kısa zincir şeklinde terminal konidiler bulunmaktadır. Olgun konidiler 13-28x5-10 µm’dir (Ellis, 1971) (Şekil 4.12).



Şekil 4.12. *Alternaria alternata*'nın PDA'da gelişen kültürü ve konidileri

***Botrytis cinerea* Pers**

Kültürde 25°C’de 5 günde 8 cm çapa ulaşmıştır. Kültürde gri renkli bol miktarda miselyum oluşturmaktadır. Konidiler 9-14x6-9 µm, sklerotlar koyu kahve veya siyah renkte düzensiz şekillidir (Samson vd., 1995) (Şekil 4.13). *B. cinerea* konukçu dizisi geniş polifag bir fungus olup meyve dokularına yaralardan giriş yaparak bozulmalara sebep olur. Özellikle şeker içeriği yüksek olan meyvelerde dokuları çok hızlı bir şekilde kolonize eder.



Şekil 4.13. *Botrytis cinerea*'nın PDA ortamında gelişimi ve konidileri

Aspergillus spp. Aspergillus niger

Aspergillus niger kültürdeki gelişimleri tozlu ve siyah renkte olup kültür taban kısmı sırasıyla beyazımsı ve açık kahverengidir. *A. niger*'de konidiyal başlıklar yuvarlak, fialid mevcut ve konidiler düzensiz şekillidir (Şekil 4.14) (Raper ve Fennel, 1965).



Şekil 4.14. *Aspergillus niger*'in PDA üzerinde gelişen kolonisi

Lahlali vd. (2018), Fas'ta 23 farklı soğuk hava deposu ve 138 çürük meyveden yaptıkları örneklemelerde %62 oranında *Penicillium expansum*, %33 *Alternaria tenuisima* ve %5 *Alternaria chartarum* izole etmişlerdir. Yine aynı çalışmada, soğuk hava depo atmosferinden elde edilen türler de önemli bulunmuş ve elma depolaması sırasında alınacak önlemler açısından önemli sonuçlar içermiştir.

4.3. İlçelerdeki Soğuk Hava Depolarındaki Çürük Meyve Oranları

Atmosfer koşullarından örnekleme yapılan Eğirdir, Gelendost ve Senirkent ilçelerindeki 2'er soğuk odada 3'er tekerrür olacak şekilde içerisinde Golden Delicious çeşidinin yer aldığı elma kasaları yerleştirilmiş ve çürük meyve sayı ve oranları belirlenmiştir (Çizelge 4.9 ve Şekil 4.15).

Depolara yerleştirilen kasalardaki çürüklük oranları ilçe ve depolara göre farklılıklar göstermiştir. İlçelerdeki çürüklük oranları %13.3 ile 37.8 arasında değişmiştir. En düşük çürüklük oranı Eğirdir'de örnekleme yapılan 2. depoda gözlemlenirken en yüksek çürüklük oranları Senirkent'teki depolarda gözlemlenmiştir (Çizelge 4.9).

Kasalarda çürük meyve sayıları belirlenirken çürüklüğe neden olan fungal etmenler dikkate alınmaksızın sayımlar yapılmıştır.



Şekil 4.15. Depoya yerleştirilen Golden elma meyvelerinin bulunduğu kasalar

Çizelge 4.9. Depo odalarına konan kasalardaki ortalama çürük meyve sayıları ve çürük meyve oranları (%)

İlçe	Toplam meyve sayısı (adet)	Ortalama çürük meyve sayısı (adet)	Çürük meyve oranı (%)
Eğirdir-1	180	18.0	30.0 c*
Eğirdir-2	180	8.0	13.3 a
Gelendost-1	180	13.0	21.7 b
Gelendost-1-2	180	14.7	24.4 b
Senirkent-1	180	22.7	37.8 d
Senirkent-2	180	21.0	35.0 d

*Aynı sütun içerisinde farklı harf içeren ortalamalar Tukey testine göre ($P<0.05$) birbirinden farklıdır.

Örnekleme yapılan depolarda (her ilçe için ikişer adet depo) çürük meyve sayılarının belirlendiği 60'şar meyve bulunan ve 3 tekerrürlü yürütülen deneme hâlihazırda küçük çaplı bir çalışma niteliğindedir. Meyvelere yüzey dezenfeksiyon işlemi dışında herhangi bir uygulama yapılmamıştır. Depolama sırasında meyveler doğal sürecine bırakılmış ve sayımlar yapılmıştır.

Elma soğuk hava depolarında deponun özelliği, depolama şartları, elma çeşidine bağlı olarak yıldan yıla değişebilmektedir. Kontrollü atmosfer depolamasında

muhafaza şartları optimum yapıldığı için kayıplar çok düşük oranlarda olmakla birlikte konvansiyonel depolarda kayıplar daha yüksek oranda olabilmektedir. Ülkemizde elmanın da dâhil olduğu bahçe ürünlerinde verim kayıplarının üretimden tüketiciye kadar olan süreçte %10-30 oranında olduğu bildirilmiştir (Özdemir vd., 2009). Tarımsal üretimde taze meyve ve sebzelerde hasat sonrası bozulmalar ve kayıplar gelişmiş ülkelerde %5-25 oranında iken gelişmekte olan ülkelerde %50 oranında olduğu bildirilmiştir. Patolojik bozulmalar nedeniyle gerçekleşen kayıpların oranı depolanan ürün çeşidi ve depolama koşullarına bağlı olarak %20-50 oranında olduğu bildirilmiştir (Temur, 2012). Lahlali vd. (2018), hasat sonu fungal patojenlerin 23 ayrı depo odasında yaptıkları surveylerde 138 hasta meyve üzerinde yaptıkları analizlerde dominant olarak *Penicillium expansum* (%62) türünü tespit etmişlerdir. Bunun ardından en yaygın diğer türler *Alternaria tenuisima* (%33) ve *Alternaria chartarum* (%5) olmuştur.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında Isparta iline bağlı Eğirdir, Gelendost ve Senirkent ilçelerindeki iki farklı deponun iki farklı oda atmosferindeki fungal mikrofloranın ve elma çürüklük oranlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmamızda depo oda atmosferindeki funguslar tuzak besiyeri yöntemiyle yakalanmış ve cins düzeyinde koloni sayıları belirlenmiştir. Petri kaplarında sayımı yapılan fungus cinsleri sırasıyla *Penicillium* spp., *Botrytis* spp., *Alternaria* spp., *Aspergillus* spp., *Geotrichum* sp., bazı maya türleri ve diğerleri olarak gruplandırılmıştır. Diğerleri kapsamına minör önemde sayılabilecek *Mucor* spp., *Rhizopus stolonifer* ve bakteri kolonileri yer almıştır. Dolayısıyla elma depo atmosferinde hava kökenli fungusların geniş bir yelpaze ve çeşitlilikte olduğu dikkat çekmiştir. Eğirdir, Gelendost ve Senirkent ilçelerindeki paketleme evi atmosferinden elde edilen toplam fungus sayıları arasında farklılıklar ve aylara göre dalgalanmalar gözlenmiştir. Elma depo atmosferindeki fungus cinslerinin oranları ilçeler ve depolar arasında değişmiştir. Depo hava atmosferinde en hava kökenli *Penicillium* türleri en fazla sayımı yapılan fungus olmuştur. Tanısı yapılan en önemli türler *Penicillium expansum*, *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea* ve *Aspergillus niger* olmuştur.

Elma depolamasında hasat sırasında meyve üzerine yerleşen latent fungus sporları, meyvede mekanik zararlanma meydana gelmesi halinde birincil bozulma kaynaklarıdır. Ancak, hava kökenli fungusların da elma depolarında en önemli bulaşma kaynakları olduğu düşünülmektedir. Depolama atmosferinde bu fungusların varlığı elmalardaki depolama periyodunu da kısaltabilecek potansiyelde olabilmektedir. Elma hasadını takiben konvansiyonel depolamada depo atmosferindeki fungal çeşitliliğin zengin olma konusunun depocular tarafından iyi yönetilmesi gerekmektedir. Depolama şartlarının iyileştirilmesi ve hasat sonu teknolojilerinin geliştirilmesi elmada hasat sonu kayıplarının azaltılmasında önemli bir konudur. Nitekim kontrollü atmosfer depolaması 1 yıla yakın süre meyve kalitesi bozulmadan depolama şansı sağlayan bir teknoloji olduğu bilinmektedir.

Farklı odalarda kasalara konan Golden Delicious çeşidi meyvelerindeki çürüklük sayıları ve oransal olarak çürümenin de belirlendiği bu çalışmamızda depoya konan

elma meyvelerindeki çürüklük oranları da depolar arasında değişkenlik göstermiştir. Elma meyvelerinin yetiştiricilik şartları, hasat sırasında yapılan uygulamalar ve hasat sonrası depolama koşullarının bu sonuçları etkileyebileceği düşünölmektedir.

Tüm çalışma sonuçları bir arada değerlendirildiğinde bu farklılıkların sebeplerinin depoya konan elma çeşitleri ve depolarda sezon başı ve sonunda yapılan hijyen ve sanitasyon önlemlerine bağlı olarak değişkenlik gösterebileceği sonucuna varılmıştır.

Depo atmosferindeki fungusların çeşitliliği ve yoğunluğu temizlik, hijyen ve sanitasyonun önemini ortaya koymuştur. Temizlik ve sanitasyon farklı uygulamalardır. Temizlik deterjan vb. ürünler kullanılarak yapılan işlemlerdir. Hijyen ve sanitasyon ise bazı kimyasallar kullanılarak mikroorganizmalardan tamamen arındırma işlemidir. Depo koşullarının en iyi standartlarda olmasının yanısıra elma meyvelerinin depoya konulmadan öncesinde sezon başında ve depolama süreci sona erdiğinde iyi bir temizlik yapılması tavsiye edilebilir. Ardından önerilebilecek bazı kimyasallar ile depo boşken depo atmosferine uygulamalar yapılarak mikroorganizma yükü azaltılabilir. Uzun süreli depolamanın başarısı tüm bunlar dikkate alındığında daha da arttırılabilecektir.

KAYNAKLAR

- Anonim (2021). Elmanın Muhafaza Koşulları. <https://termodizayn.com/muhafaza-kosullari/meyve-muhafaza/elma/> (Son erişim tarihi: 14 Şubat 2021)
- Aşkın, M.A., Demirsoy, H., Demirsoy, L., Koyuncu, F., Koyuncu, M.A., Kankaya, A., Kepenek, K., Yıldırım, F., Hallaç, F., & Dilmaçunal, T. (2002). Avrupa birliği ülkelerinde yumuşak çekirdekli meyve türleri tarımı ve yakın gelecekte beklenen gelişmeler. In *Avrupa Birliğine Uyum Aşamasında Bahçe Bitkileri Tarımı*. (pp. 147-165)
- Batta, A.Y. (2007). Control of postharvest diseases of fruit with an invert emulsion formulation of *Trichoderma harzianum* Rifai. *Postharvest Biology and Technology*, 43(1), 143-150.
- Benli, M. (2000). *Elmalarda Hasat Sonrası Bozulmaların Antagonistik Organizmalarla Biyolojik Kontrolü*. (Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Borve, J., Røen, D., & Stensvand, A. (2013). Harvest time influences incidence of storage diseases and fruit quality in organically grown 'Aroma' apples. *European Journal of Horticultural Science*, 78(5), 232-238.
- Ellis, M.B. (1971). *Dematiaceous Hyphomycetes*. Publisher of Kew, Commonwealth Mycological Institute.
- Faten, S.M. (2005). Postharvest Treatments of Apple Fruits Decay Caused by *Botrytis cinerea*, *Alternaria alternata* and *Penicillium expansum*. *JO-Annals of Agricultural Science*, 50, 13-633.
- Grohovac, M., Indic, D., Tanovic, B., Lazic, S., Vukovic, S., Hrustic, J., & Gvozdenac, S. (2011). Integrated management of causal agents of postharvest fruit rot of apple. *Postharvest Biology and Technology*, 26, 289-299.
- Hamilton, A., Ruiz-Llacsahuanga, B., Mendoza, M., Mattheis, J., Hanrahan, I., & Critzer, F.J. (2022). Persistence of *Listeria innocua* on Fresh Apples during Long-Term Controlled Atmosphere Cold Storage with Postharvest Fungal Decay. *Journal of Food Protection*, 85(1), 133-141. <https://doi.org/10.4315/JFP-21-232>
- İnan, G., & Erkılıç, A. (2018). Mersin ili turunçgil paketleme evlerinde *Penicillium digitatum* izolatlarının bazı fungusitlere karşı duyarlılıklarının belirlenmesi. *Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 35(8), 132-141.
- Juhneviča, K., Skudra, G., & Skudra, L. (2011). Evaluation of microbiological contamination of apple fruit stored in a modified atmosphere. *Environmental and Experimental Biology*, 9, 53-59.

- Kalın, A. (2011). *Antalya İli'nin Elmalı ve Korkuteli İlçelerinde Soğuk Hava Depolarında Sorun Olan Hasat Sonrası Hastalıkların Belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Karaca, İ. (1965). *Sistemik Bitki Hastalıkları Cilt 2*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Bornova Ege Üniversitesi Matbaası.
- Karaman, S., Okuroğlu, M., Kızıloğlu, F.M., Memiş, S., & Cemek, B. (2009). Karaman ili iklim koşullarına uygun elma depolama yapılarının planlanması. *International Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 2(1), 145-154.
- Karman, M. (1971). *Bitki Koruma Araştırmalarında Genel Bilgiler Denemelerin Kuruluşu ve Değerlendirme Esasları*. T.C Tarım Bakanlığı Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü Yayınları.
- Kart Örmeci, M.Ç., & Demircan, V. (2013). Isparta ilindeki soğuk hava depolarının genel özellikleri ve depolamanın elma fiyatı üzerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 50(1), 77-86.
- Kaynaş, K., Şeker, M., Gündoğdu, M.A., Sakaldaş, M., Akçal, A., & İzmir, A. (2009). Çanakkale'de Elma Yetiştiriciliğinin Sorunları ve Çözüm Önerileri. *International Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 2(1), 35-39.
- Lahlali, R., Khoudane, A., Abdessalem, T., & Amiri, S. (2018). A survey of apple storage conditions in Morocco and prevalent fungal pathogens associated with spoiled fruit and air atmosphere storage. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences*, 83(2), 93-99.
- Lore, A., Spadaro, D., Garibaldi, A., & Gullino, M.L. (2011). Evaluation of the effectiveness of antagonistic yeasts against *Penicillium expansum* in apple and its effects on patulin production. *Protezione delle Colture*, 2, 103-104.
- Oğuz, C., & Karaçayır, H.F. (2009). Türkiye'de elma üretimi, tüketimi, pazar yapısı ve dış ticareti. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 1, 41-49.
- Özdemir, A.E., Çandır, E., Dündar, Ö., & Dilbaz, R. (2009). Üreticiden tüketiciye ulaşıncaya kadar geçen süreçte elmalardaki kayıplar ve önleme yolları. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 2(1), 165-168.
- Özgönen, H., & Çulal Kılıç, H. (2013). *Elma ve Armut Depo Hastalıkları*. Hasat Yayıncılık.
- Özgönen, H., & Kılıç, H.Ç. (2009). Isparta İli'nde elmalarda sorun olan hasat sonrası hastalıkların ve yaygınlık oranlarının belirlenmesi. *International Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 2(2), 53-60.
- Raper, K.B., & Fennell, D.I. (1965). *The Genus Aspergillus*. Williams and Wilkins Company.

- Rivera Avalos, S., Martínez-Peniche, R.Á., Soto-Muñoz, L., & Chávaro-Ortiz, M.D.S. (2012). Modes of action four strains of antagonistic yeasts against *Penicillium expansum* Link in apple. *Revista Chapingo. Serie Horticultura*, 18(2), 227-238. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2010.08.030>.
- Rosenberger, D.A. (1997). Recent research and changing options for controlling postharvest decays of apples. In *Harvesting, Handling and Storage Workshop*. (pp. 42-53)
- Samson, R.A., Hoekstra, E.S., Frisvad, J.C., & Filtenborg, O. (1995). *Introduction to Food-Borne Fungi*. Centra Albureauvo or Schimmel Cultures.
- Saraçoğlu, O., Kalkışım, Ö., Çekiç, Ç., & Özgen, M. (2011). ‘Yomra’ ve ‘Granny Smith’ Elma Çeşitlerinin Modifiye Atmosfer Koşullarında Muhafaza Edilebilirliğinin Karşılaştırılması. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1, 40-46.
- Smiri, M., Kheireddine, A., Hammami, R., Rouissi, M., Espeso, E.A., & Sadfi-Zouaoui, N. (2021). An assessment of the air quality in apple warehouses: new records of *Aspergillus europaeus*, *Aspergillus pulverulentus*, *Penicillium allii* and *Penicillium sumatraense* as decay agents. *Archives of Microbiology*, 203, 5975-5992. <https://doi.org/10.1007/s00203-021-02551-9>
- Temur, C. (2012). *Elmalarda Hasat Sonu Çürüklüğü Oluşturan Penicillium expansum'un Işınlama ve Işınlama+Sodyum Karbonat Kombine Uygulamasıyla Engelleme Üzerine Araştırmalar*. (Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Toker, S., & Biçici, M. (1996). The effect of some fungicide treatments and storage regimes on the postharvest diseases of citrus fruits. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 20(1), 73-83.
- Torres, R., Teixidó, N., Viñas, I., Mari, M., Casalini, L., Giraud, M., & Usall, J. (2006). Efficacy of *Candida sake* CPA-1 formulation for controlling *Penicillium expansum* decay on pome fruit from different mediterranean regions. *Journal of Food Protection*, 69(11), 2703-2711. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-69.11.2703>
- TÜİK (2022). Türkiye İstatistik Kurumu Bitkisel Üretim Veri Tabanı. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Tarim-111> (Son erişim tarihi: 14 Şubat 2023)
- Türkekul, S. (2003). *Elmalarda Hasat Sonrası Görülen Penicillium expansum ve Botrytis cinerea'nın Biyolojik Yollarla Önlenmesi Üzerinde Araştırmalar*. (Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Uslu, İ. (2012). *Elmada Hasat, Nakliye ve Depolama Sırasında Meydana Gelen Zedelenmelerin Patolojik Bozulmaya Etkileri*. (Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)

Visagie, C.M., Houbraeken, J., Frisvad, J.C., Hong, S.B., Klaassen, C.H.W., Perrone, G., Seifert, K.A., Varga, J., Yaguchi, T., & Samson, R.A. (2014). Identification and nomenclature of the genus *Penicillium*. *Studies in Mycology*, 78(1), 343-371. <https://doi.org/10.1016/j.simyco.2014.09.001>

Yıldız, C. (2015). *Elmalarda Bazı Fungal Hastalıkların Hasat Sonrası Kontrol Olanakları*. (Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)



ÖZGEÇMİŞ

