



Hatay ilinde yer alan turunçgil paketleme tesislerinde meyve ve hava kökenli mikrobiyaya içerisindeki fungal ve bakteriyel türler ile yoğunluklarının belirlenmesi

Determination of fungal and bacterial species and their densities in fruit and airborne microbiota in citrus packing houses located in Hatay province

Aysun UYSAL^{2,*} , Şener KURT^{1,2} , Soner SOYLU¹ , Merve KARA¹ , Emine Mine SOYLU^{1,2} 

¹Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 31034 Antakya, Hatay, Türkiye.

²Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Bitki Sağlığı Kliniği Uygulama ve Araştırma Merkezi, 31034 Antakya, Hatay, Türkiye.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.1095692](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1095692)

Geliş tarihi /Received:30.03.2022

Kabul tarihi/Accepted:23.05.2022

Keywords:

Citrus, packinghouses, post-harvest diseases, MALDI-TOF, air/fruit borne microbiota.

*Corresponding author: Aysun UYSAL

✉: aysunuysal31@gmail.com

ÖZET / ABSTRACT

Aims: This study aims to determine fungal and bacterial species and their densities in fruit and airborne microbiota in citrus packing houses located in Antakya, Dörtöyl and Erzin districts of Hatay province.

Methods and Results: Investigation were conducted in citrus fruit packing houses in Hatay province in 2020-2021. In order to determine the airborne microbiota, the nutrient media were placed in 3 different regions of the packing houses (product entrance, fruit processing and product dispatch). Fruit-borne fungal and bacterial isolates were obtained from the deliberately selected rotten fruits. Fungal and bacterial isolates were identified by morphological, biochemical and MALDI-TOF proteomic analysis. *Penicillium italicum*, *Penicillium digitatum*, *Aspergillus niger*, *Rhizopus oryzae*, *Mucor circinelloides*, *Xanthomonas hortorum*, *Pantoea eucrina*, *Leclercia adecarboxylata*, *Pseudoscherichia vulneris*, *Bacelliotymegatibia vulnerica*, *Bacelliot*, *eucrina*, *Leclercia adecarboxylata* and *Pseudoscherichia vulnerica* were determined as airborne fungal and bacterial species. *Penicillium digitatum*, *Penicillium italicum*, *Fusarium solani*, *Geotrichum citri-auranti*, *Alternaria alternata*, *Cladosporium herbarum*, *Phytophthora sp.*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Geotrichum candidum*, *Erwinia herbicola*, *Xanthomonas hortorum* were isolated and identified as fruit borne fungal and bacterial species on infected fruits.

Conclusions: It has been observed that the airborne microbiota density is quite higher in the fruit processing section of the packinghouses, while the microbiota density is low in the product acceptance (entry) and dispatch (exit) sections because of proper ventilation.

Significance and Impact of the Study: Airborne fungal and bacterial microbiota in the packinghouses can be easily transported by air movements and remain suspended in the air for a certain period of time, causing symptoms such as deterioration and rot in fruits. Since some of identified airborne bacterial and fungal species are known as allergens or human pathogens, necessary advices were given about the sanitation measures which should be taken into consideration in commercial citrus packinghouses.

Atif / Citation: Uysal A, Kurt Ş, Soylu S, Kara M, Soylu EM (2022) Hatay ilinde yer alan turunçgil paketleme tesislerinde meyve ve hava kökenli mikrobiyaya içerisindeki fungal ve bakteriyel türler ile yoğunluklarının belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(2) : 340-351. DOI: 10.37908/mkutbd.1095692

GİRİŞ

Turunçgiller içerdikleri vitamin, mineral ve lezzet açısından insan beslenmesinde önemli bir yere sahip ve en çok üretilen meyve cinslerinden biridir. Bu ürünler, beslenmede taşıdıkları önem nedeni ile taze olarak tüketilmektedir. Özellikle son yıllarda tüketilen bu tür besinlerin güvenilir olması, doğal ve sağlık yönünden risk taşımaması aranılan özelliklerdir (Anonim 2015). Dünya genelinde 100'den fazla ülkede yetiştirilen turunçgiller, portakal, mandalina, greyfurt, limon ve misket limonu gibi çeşitli türden oluşmaktadır (Ismail ve Zhang, 2004). Gıda ve Tarım Örgütü'nün (FAO) 2020 yılı verilerine göre dünya genelinde turunçgil üretimi 138 milyon ton olup, 36 milyon ton ile Çin ve 19 milyon ton ile Brezilya ilk sıralarda yer almıştır (Anonymous, 2020). Ülkemiz genelinde 2021 yılında turunçgil üretimi 5.3 milyon ton olup, bu üretimin yaklaşık 4 milyon tonu Akdeniz bölgesinde gerçekleşmiştir (Anonim, 2021).

Dünya yaş meyve sebze sektöründe en çok ihraç edilen ürün grubu %11.8 pay ile kırmızı meyveler (çilek, ahududu, böğürtlen, siyah-beyaz-kırmızı kuş üzümü, Bektaşi üzümü vb.) olurken bunu %10.8 ile turunçgiller takip etmiştir. Akdeniz ihracatçılar birliği (AKİB) tarafından hazırlanan raporda, ülkemizde 2018 yılında üretilen toplam 22.2 milyon ton yaş sebze ve meyvenin 4.5 milyon tonu (%9) birçok ülkeye ihraç edilmiştir (AKİB, 2018). Türkiye bu rakamla dünya yaş meyve ve sebze ihracatında 12. sırada yer almıştır (AKİB, 2018). Türkiye genelinde üretilen yaş meyve ve sebze arasında en fazla ihraç edilen ürünler arasında turunçgiller %38 ile ilk sırada yer almıştır.

Günümüz koşullarında, Dünya'da hızla artan nüfusun beslenme ihtiyacını karşılamak, sınırlı tarım alanlarında yetişen ürünlerin verimlerindeki artış kadar, alınan ürünün korunması ve muhafazası ile mümkün olmaktadır. Yapılan araştırmalarda, yaş meyve ve sebzelerde hasat sonrası ortaya çıkan kayıplar gelişmekte olan ülkelere ortalama %20-30 gibi oldukça önemli düzeydedir. Bu durum, hasat sonrasında ürünlerde kayıplara neden olan abiyotik ve biyotik etkenlerin yeterince kontrol edilememesinin yanında, ürünlerin muhafaza koşullarının iyi olmaması ve esas itibarıyla üretici-tüketici zinciri arasındaki yetiştiricilik hatalardan da kaynaklanmaktadır (Subaşı, 2014).

Hatay ilinde soğuk hava depo sayısı 27 olup, muhafaza kapasitesi 44.600 tondur. Söz konusu bu tesisler ağırlıklı olarak paketleme evi ile entegre olarak işletilmekte (Toplam 38.400 ton kapasitede 22 adet), bunun yanı sıra sadece soğuk hava deposu olarak işletilen tesislerde (Toplam 6.200 ton kapasitede 5 adet) bulunmaktadır. Soğuk hava depolarının %92.6'sında sadece meyve ve

sebze depolanırken, %3.7'sinde meyve ve sebzelerle birlikte diğer ürünlerde depolanmamaktadır. İşletmelerde depolanan ürünler arasında turunçgiller (portakal, mandarin, altıntop, limon) açık ara ilk sırada gelmektedir (Yıldız, 2014).

Hasat sonrası ortaya çıkan fungal ve bakteriyel kökenli hastalıklar taze meyvelerin, depo ömrünü azaltan başlıca sorunlardan biridir (Prusky 2011). Bu hastalıklar depolanan ürünün çeşidine ve depolama koşullarına bağlı olarak % 30-50 oranında kayıplara sebep olmaktadır (Klein ve Lurie, 1991; Gomes ve ark., 2015). Bu kayıpları en aza indirmek için uzun süreden beri farklı fungusitler yaygın biçimde kullanılmaktadır (Yıldız ve ark., 2002).

Ülkemizde taze tüketime sunulan ürünlerde hasat sonrası hastalıklardan meydana gelen kayıplar hakkında kesin veriler bulunmamasına karşın, özellikle bazı meyvelerle ilgili çalışmalardan elde edilen sonuçlar, ülkemizdeki durum hakkında bir fikir vermektedir. Yaş meyve ve sebzeler bol miktarda su ve besin maddesi içerdiklerinden dolayı fungal ve bakteri kökenli patojenlerin saldırılarına maruz kalırlar. Hasattan sonra, direnci azalan ürünlerde kayıplar meydana gelir ve bu ürünler, sağlam olanları da etkiledikleri görülür. Ayrıca, enfekteli ürünlerde; etilen sentezi, solunum ve ısı üretimindeki artış olgunlaşmayı hızlandırdığı için ürünün direnci azalır ve enfekte olmaları kolaylaşır (Benli, 2003). Ülkemizde ve dünyanın önde gelen ülkelerinde yetiştirilen turunçgil meyvelerinde derim sonrası hastalık oluşturmak suretiyle ekonomik kayıplar genellikle fungal kökenli mavi-yeşil küf [*Penicillium digitatum* (Pers.:Fr.), *Penicillium italicum* (Wehmer)], ekşi çürüklük [*Geotrichum citri-aurantii* (Ferraris)], sap ucu çürüklükleri [*Phomopsis citri* H. Fawc. Non (Sacc.) ve *Diplodia natalensis*], antraknoz [*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. and Sacc.], kahverengi çürüklük [*Phytophthora palmivora* (Butler) Butler] ve siyah çürüklük [*Alternaria citri* Ellis and N. Pierce] hastalıkları tarafından oluşturulmaktadır (Snowdon, 1990; Palumbo ve ark., 2006; Ladaniya, 2008; McKay ve ark., 2012; Akhtar ve ark., 2013; Hocking, 2014; Palou, 2014; Berk, 2016; Uysal ve ark., 2016, Khamis ve ark., 2017; Saito ve Xiao, 2017; Deng ve ark., 2018; Uysal ve Kurt, 2018; Zaheer ve ark., 2019; Kanashiro ve ark., 2020; Jayasekara ve ark., 2022). Özellikle *Cladosporium* spp., *Alternaria* spp., *Stemphylium* spp., *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp., *Rhizopus* spp., *Mucor* spp., *Botrytis* sp., *Fusarium* spp. gibi fungal patojenler hava hareketleri ile kolayca taşınarak sanitasyon kurallarının uygulanmadığı, doğru koşullarda depolanmayan paketleme evlerindeki hasat edilmiş sebze ve meyveler üzerinde gelişerek çürüklüğünün yanısıra ürünlerde mikotoksin birikimine

neden olmaktadır (Maldonado ve ark., 2009; Saito ve Xiao, 2017; Jayasekara ve ark., 2022). *Penicillium digitatum*, tek başına toplam hasat sonrası kayıpların yaklaşık %90' ından sorumludur. Bu hastalık etmenleri, meyvelerin toplama, paketlenme, depolama ve nakliye sırasında ve hasat sırasında oluşan yaralanmalardan giriş yapmaktadır (Ladaniya, 2008; Palou, 2014; Berk, 2016; Wang ve ark., 2018; Bazioli ve ark., 2019). Fungal etmenlerin yanısıra, *Erwinia*, *Pectobacterium*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Lactobacillus* ve *Xanthomonas* cinsine ait farklı türler, hasat sonrası birçok meyve ve sebzelerde yumuşak çürümelere sebep olan ana veya fırsatçı bakteriyel etmenler olarak bildirilmiştir (Coates ve Johnson, 1989; Carolis ve ark., 2012).

Yaş sebze ve meyvelerde hasat sonrası hastalıklara sebep olan bakteriyel ve fungal etmenlerin tanınmaları son yıllarda MALDI-TOF MS gibi yöntemle hızlı ve güvenilir bir şekilde yapılmaktadır (Li ve ark. 2017; Uysal ve ark., 2019; Akkoyun ve Kiraz, 2019). Bu çalışma, Hatay ilinin Antakya, Dörtyol ve Erzin ilçelerinde yer alan yüksek paketlenme ve soğuk hava kapasiteli ticari turuncğil paketlenme tesislerinde meyve ve hava kökenli mikrobiyot içerisindeki fungal ve bakteriyel türleri tanılamak ve yoğunluklarını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Tesislerin farklı bölgelerine konulan fungus ve bakteri besi yerleri ile tesislerde hastalık belirtileri gösteren farklı turuncğil meyve örnekleri üzerinden yapılan izolasyonlar sonucu gelişen fungal ve bakteriyel türler morfolojik, biyokimyasal ve MALDI-TOF MS

proteomik yöntemleri ile tanınmışlardır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Paketlenme evlerinde örnekleme yapılması

Hatay ilinin Antakya, Dörtyol ve Erzin ilçelerinde yer alan 3 farklı turuncğil paketlenme tesislerinde meyve paketlenme işlemlerinin yoğun olduğu 2020 yılının Kasım ve Aralık ayları ile 2021'in Ocak ayında inceleme ve gözlemler yapılmıştır. Meyve kökenli fungal ve bakteriyel mikrobiyotanın belirlenmesi için, paketlenme evlerinde tesadüfi örnekleme yöntemine göre, işlenen turuncğil çeşitlerini ve yumuşama, çürüme vb. farklı hastalık belirtileri gösteren meyveleri temsil edecek şekilde güdümlü örnekleme yapılmıştır (Şekil 1).

Meyve kökenli fungal ve bakteriyel mikrobiyotanın izolasyonu ve yoğunluğunun belirlenmesi

Paketlenme tesislerinden güdümlü olarak toplanan yumuşama ve çürüme belirtileri gösteren meyvelerden laboratuvar koşullarında fungal türlerin izolasyonu PDA, bakteriyel etmenlerin izolasyonu ise KB besi yerleri kullanılarak yapılmıştır. Fungal etmenlerin izolasyonu için, yumuşama ve çürüme gözlenen meyvelerden steril bistrü yardımıyla 5-6 mm çapında küçük parçalar alınarak %70'lik etanol çözeltisi ile yüzeyden steril edilmiştir. Daha sonra bu doku parçaları, steril saf su ile durularak steril kurutma kağıtlarında 15 dk. kurumaya bırakılmıştır.



Şekil 1. Farklı turuncğil meyve türlerinde fungal ve bakteriyel mikrobiyotanın neden olduğu hastalık belirtileri
Figure 1. Disease symptoms caused by fruit-borne fungal and bacterial microbiota on different citrus fruits

Doku parçaları kuruduktan sonra bakteriyel bulaşmalarını engellemek için antibiyotik (streptomisin sülfat, 100 µg ml⁻¹) ilave edilmiş PDA besi yerleri üzerine yerleştirilmiştir. Petriler 25 C'de 3 gün boyunca inkübe edilmiş ve bu süre sonunda gelişen fungal kolonilerden PDA'ya saflaştırmalar yapılmıştır (Schipper, 1978; Sutton, 1980; Samson ve Pitt, 2000; Dugan, 2006; Simmons, 2007). Bakteriyel etmenlerin izolasyonu için,

enfekteli olduğundan kuşkulanan meyve örnekleri, %70'lik etil alkol ile 2 dk. yüzey sterilizasyonu yapıldıktan sonra meyvelerin üst kabuk dokusu bistrü ile kesildikten sonra hastalıklı iç dokuları doğrudan besi yerine temas ettirmek (imprint yöntemi) suretiyle gerçekleştirilmiştir (Aktan ve Soylu, 2020).

Bakteri izolasyonlarının yapıldığı petriler, 27°C'de 24-48 saat süre ile inkübe edilmiş ve besi yerinde gelişen farklı

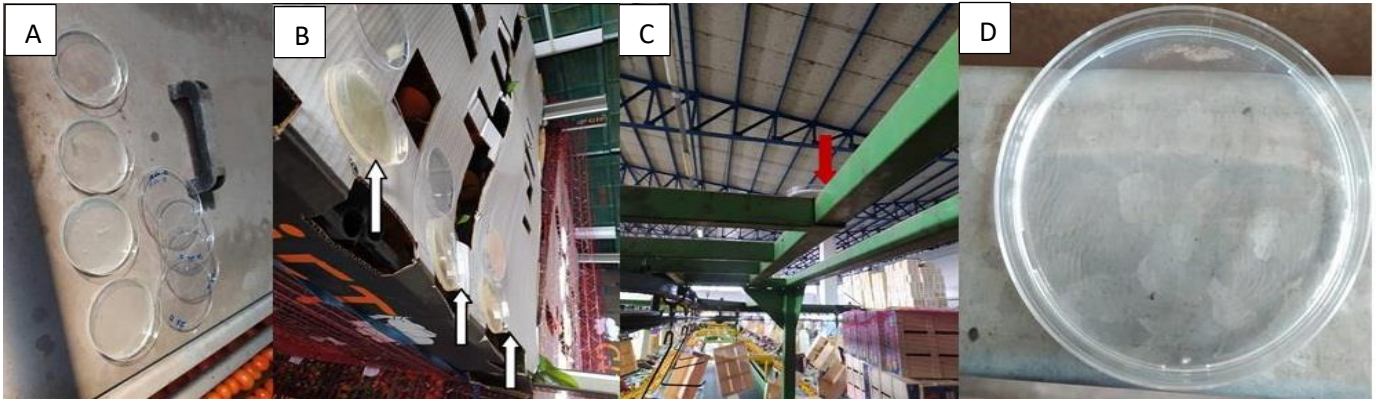
morfolojik özellikteki bakteri kolonilerinden saflaştırmalar yapılmıştır.

İzolasyon aşamasında her meyve için 3 petri ve her petriye 6 doku parçası gelecek şekilde 18 doku kesiti kullanılmıştır. Petri kapları, bakteri gelişimi için 28-30°C sıcaklıkta 24-48 saat, fungal gelişimi için 4-5 gün süre inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda her bir petri kabındaki gelişen bakteri ve fungal kolonileri sayılarak belirlenmiştir.

Hava kökenli fungal ve bakteriyel mikrobiyota yoğunluğunun belirlenmesi

Paketleme tesislerindeki hava kökenli mikrobiyotadaki fungal ve bakteriyel türlerin belirlenmesi amacıyla turuncgil paketleme tesislerine meyve işlemenin en yoğun olduğu Kasım-Aralık 2020 ile Ocak 2021 aylarında düzenli sürveyler yapılmıştır. Fungal türler için Patates dekstroza agar (PDA), bakteriyel etmenler için King's B (KB) besi yerleri, 9 mm çapında petri kaplarına döküldükten sonra kapakları açık bir şekilde paketleme

tesislerinde (i) giriş bölümü, (ii) işleme bölümü [yıkama, ayıklama, muhlama ve paketleme] ve (iii) ürünlerin paketlenip dağıtıma hazırlandığı sevkiyat bölümü olmak üzere 3 farklı bölgede yerden 2-2.5 metre yüksekliğe farklı bekleme süreleri (5, 15, 30, 60 ve 120 dk olacak şekilde) dikkate alınarak yerleştirilmiştir (Şekil 2). Her süre için 10' ar adet petri kapları kullanılmıştır. Bu sürelerin sonunda kapakları kapatılan petri kapları bulunduğu yerlerden alındıktan sonra HMKÜ Bitki Sağlığı Kliniği Uygulama ve Araştırma Merkezi laboratuvarlarına getirilerek 25°C inkübatörde gelişmeye bırakılmıştır. 3-5 günlük inkübasyonun sonunda gelişen fungal ve bakteri kolonilerinin led digitron (ISOLAB) göstergeli koloni sayacı kullanılarak mikrobiyota yoğunlukları belirlenmiştir. Petri kaplarında gelişim gösteren farklı morfolojik yapıya sahip fungal ve bakteriyel koloniler seçilip saflaştırılarak MALDI TOF MS cihazında tür teşhislerinin yapılması için buzdolabında (+4 °C) saklanmışlardır.



Şekil 2. Paketleme tesislerinin farklı kısımlarına (A: ürün girişi, B: ürün çıkışı, C-D: ürün işleme) yerleştirilmiş petri kapları (ok)

Figure 2. Petri dishes (arrows) placed in different zones (A: product entry, B: product output C-D: product processing) of packinghouses

Meyve ve hava kökenli fungal ve bakteriyel mikrobiyotanın MALDI-TOF MS ile tanılanması

Saf ve tek koloni olacak şekilde elde edilen bakteri izolatları NA besi yerlerinde 24 saat süreyle inkübasyonu sağlanmıştır. Saf ve tek spor olarak elde edilen fungal kültürleri ise, PDA ortamında 4-5 gün süre ile geliştirilmiştir. Gelişen fungal kültürlerden alınan 2-3 misel diski (5 mm çapında) ortalama 8 ml Sabouraud Dextrose Broth besi yeri içeren steril cam tüplere (16x2 cm) aktarılmıştır. Tüpler 2-3 gün süreyle rotatörde (20 rpm) 25°C gelişmeye bırakılmıştır (Soylu ve ark., 2021). Gerek fungus gerekse bakteri kültürlerinden protein ekstraksiyonu, üretici firmanın önerdiği etanol-formik asit ekstraksiyon protokolu dikkate alınarak

gerçekleştirilmiştir. Cihazın Flex Kontrol yazılım programı (Biotyper 3.0; Microflex LT; Bruker Daltonics GmbH, Bremen, Germany) ve kütüphanesi (version 9.0) ile elde edilen spektrumlar, Maldit Biotyper Real-Time Classification (RTC) yazılımı ile karşılaştırılarak mikrobiyota türlerinin teşhis işlemleri yapılmıştır (Şekil 3). Analiz sonucunda 2.3-3.0 (yeşil renk) arası skor değeri yüksek olası tür teşhisi, 2.0-2.29 (yeşil renk) arası skor güvenilir cins düzeyinde teşhis ve muhtemel tür düzeyinde teşhis, 1.7-1.99 (sarı renk) arası skor muhtemel cins düzeyinde teşhis, 0.0-1.69 (kırmızı renk) arası skor ise güvenilir teşhis olarak değerlendirilmiştir (Uysal ve ark., 2019).

Analyte Name:	B11
Analyte Description:	?
Analyte ID:	4
Analyte Creation Date/Time:	2020-11-04T02:50:56.547
Applied MSP Library(ies):	Filamentous Fungi
Applied Taxonomy Tree:	

Rank (Quality)	Matched Pattern	Score Value	NCBI Identifier
1 (++)	Penicillium digitatum DSM 62840 DSM	2.027	36651
2 (+)	Penicillium expansum DSM 1994 DSM	1.985	27334
3 (+)	Penicillium digitatum D_16_256_6_4 LLH	1.914	36651

Şekil 3. Hastalıklı turunçgil meyvesinden izole edilen *P. digitatum* izolatının MALDI-TOF teşhis sonucu.

Figure 3. MALDI-TOF identification result of *P. digitatum*, isolated from the diseased citrus fruit

BULGULAR VE TARTIŞMA

Meyve kökenli fungal ve bakteriyel türler ve yoğunluklarının belirlenmesi

Paketleme evlerinde, meyve kökenli fungal ve bakteriyel mikrobiyotanın belirlenmesi için tesislerde tipik yumuşama ve çürüme şeklinde hastalık belirtileri gösteren meyve türlerini temsilen toplam 94 adet mandarin (40), limon (32) ve portakal (22) meyve örneği alınmış ve bu meyvelerden fungal ve bakteri türler izole edilmiştir. Yapılan izolasyonlar sonucunda, *Penicillium digitatum* (530 koloni petri⁻¹) ve *Penicillium italicum* (343 koloni petri⁻¹) en yoğun belirlenen türler olup bu türleri sırasıyla, *Alternaria alternata* (206 koloni petri⁻¹), *Geotrichum citri-auranti* (116 koloni petri⁻¹), *Cladosporium herbarum* (81 koloni petri⁻¹), *Fusarium solani* (65 koloni petri⁻¹), *Colletotrichum gloeosporioides*

(37 koloni petri⁻¹) ve *Phytophthora* sp. (21 koloni petri⁻¹) türleri takip etmiştir. Meyve örneklerinden ayrıca *Xanthomonas hortorum* ve *Erwinia herbicola* olarak tanımlanan iki farklı bakteri türü belirlenmiştir. Turunçgil türleri incelendiğinde ise, yumuşama ve çürüme belirtileri gösteren meyvelerden en yoğun fungal mikroorganizma yoğunluğu mandarin (692 koloni petri⁻¹) ve limon (698 koloni petri⁻¹) meyvelerinde, en az ise portakalda (292 koloni petri⁻¹) tespit edilmiştir. Fungal izolatların yanısıra hastalıklı meyvelerden *Xanthomonas hortorum* (162 koloni petri⁻¹) ve *Erwinia herbicola* (121 koloni petri⁻¹) olarak tanımlanan bakteri yoğunluğuda tespit edilmiştir (Çizelge 1). Söz konusu bakteri türleri ile yapılan patojenite testlerinde meyvelerde yumuşak çürüklük belirtileri gözlenmemiş olması, elde edilen izolatların hastalık etmeninden ziyade fırsatçı etmen olabileceğini göstermiştir.

Çizelge 1. Paketleme evlerinde en yaygın olarak tespit edilen meyve kökenli mikrobiyotada fungal ve bakteriyel türler ve yoğunlukları (koloni petri⁻¹)

Table 1. Densities of most commonly detected fruit-derived fungal and bacterial microbiota species in packing houses

Fungal ve Bakteriyel Türler	Hastalıklı Turunçgil Türleri ve koloni sayısı*			
	Mandarin	Limon	Portakal	Toplam
<i>Penicillium digitatum</i>	210	222	98	530
<i>Penicillium italicum</i>	121	145	77	343
<i>Alternaria alternata</i>	88	91	27	206
<i>Geotrichum citri-auranti</i>	54	62	-	116
<i>Cladosporium herbarum</i>	47	-	34	81
<i>Fusarium solani</i>	23	32	10	65
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	21	11	5	37
<i>Phytophthora</i> sp.	5	16	-	21
Toplam	569	579	251	1399
<i>Erwinia herbicola</i>	45	55	21	121
<i>Xanthomonas hortorum</i>	78	64	20	162
Toplam	123	119	41	283

*Örnekleme yapılan toplam meyvede petri başına düşen toplam koloni sayısı

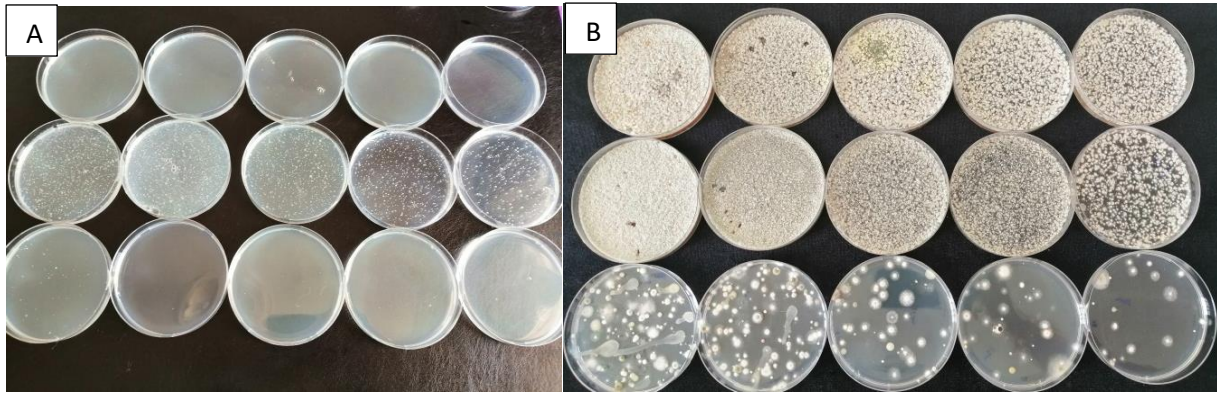
Saito ve Xiao (2017) tarafından Californiya eyaletindeki 3 farklı paketlenme tesislerine yapılan sürveylerde mandarin meyvelerinde sorun başlıca hasat sonrası hastalıkları belirlemek için, 2015 ve 2016 yıllarında gerek işlenmek üzere bekletilen gerekse soğuk hava deposunda bekletilen kasalardan çürük meyveler toplanmıştır. Tüm çürük meyvelerden fungal izolasyonlar yapıldıktan sonra elde edilen fungal izolatlarla tanılama çalışmaları yapılmıştır. 2015 ve 2016 yıllarında sırasıyla %53.5 ve %83.1 ile ön ayırma sırasında toplanan depolanmamış meyvelerde en yaygın hastalık *Alternaria* spp'nin neden olduğu *Alternaria* çürüklüğü olduğu, soğukta muhafaza edilen meyvelerde 2015 yılında en yaygın olarak *Penicillium digitatum*'un neden olduğu yeşil küf (%36.3) görülürken, bunu 2015 yılında *Mucor piriformis*'in neden olduğu *Mucor* çürüklüğü (%27.7) ve *P. italicum*'un neden olduğu mavi küf (%23.3) hastalıkları takip ettiği bildirilmiştir. Çalışmanın 2016 yılındaki sürveylerinde *Botrytis cinerea*'nin neden olduğu gri küf (%29.7) en yaygın hastalık olurken, bunu *Mucor* çürüklüğü (%27.1) ve *Geotrichum citri-aurantii*'nin neden olduğu ekşi çürüklük (%18.7) hastalıkları izlemiştir.

Çalışmalarımızda tespit edilen bakteriyel türlere ait sonuçları destekler şekilde, yumuşak çürüklük belirtileri

gösteren birçok meyve ve sebze örneklerinden *Erwinia*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Lactobacillus* ve *Xanthomonas* cinsine ait fırsatçı (sekonder) bakteriyel türler izole edilerek tanılanmıştır (Coates ve Johnson, 1989). Bakteriyel türlerin yanısıra fungal etmen *Cladosporium herbarum* nispeten düşük öneme sahip olarak belirlenmiş olmasına rağmen, etmenin göz ardı edilmemesi gerektiği daha önceden turunçgil paketlenme evlerinde yapılmış çalışmada da önerilmiştir (Fischer ve ark., 2009).

Hava kökenli fungal ve bakteriyel mikrobiyota tür ve yoğunluklarının belirlenmesi

Hatay'ın Antakya, Dört Yol ve Erzin ilçelerinde yer alan paketlenme evlerinde Kasım-Aralık 2020 ile Ocak 2021 aylarında (Turunçgil meyve paketlenmenin en yoğun olduğu dönemler) paketlenme evlerinin 3 farklı bölümüne (ürünlerin paketlenme evine giriş bölümü, ürünün işleme bölümü [yıkama, seçilme, muhlama ve paketlenme] ve ürünlerin paketlenip dağıtıma hazırlandığı [çıkış] bölüm) olmak üzere üç bölgeye yerleştirilen petriyelerde farklı cins ve türlere ait bakteri ve fungus türleri gözlenmiştir (Şekil 4).

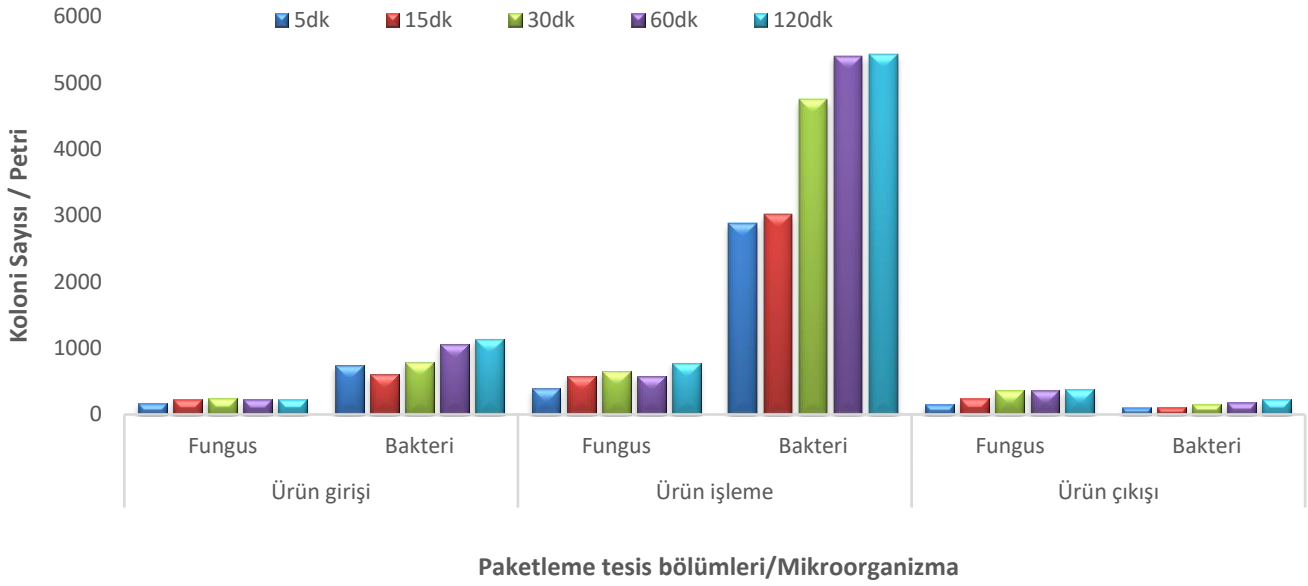


Şekil 4. Paketlenme tesislerinin farklı bölgelerine yerleştirilen petri kapları üzerinde gelişen hava kökenli bakteri (A) ve fungus (B) kolonileri

Figure 4. Airborne bacterial (A) and fungal (B) cultures growing on petri dishes placed in different regions of packing houses

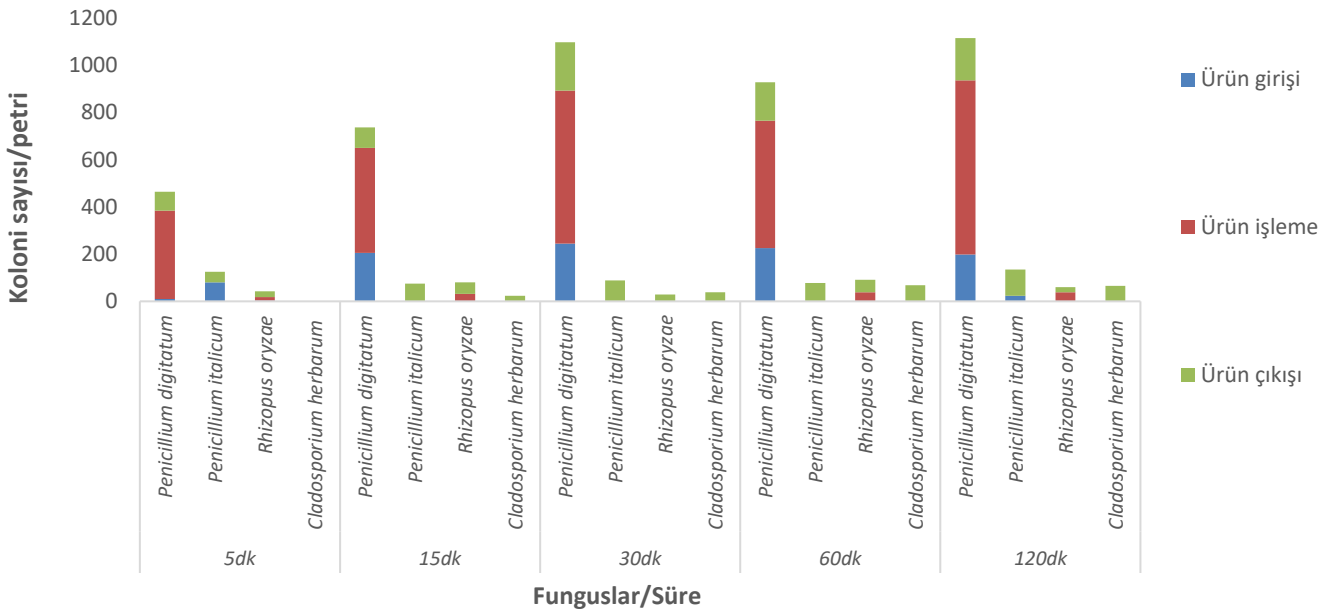
Paketlenme tesislerindeki hava kökenli mikrobiyotanın belirlenmesi için tesislerin farklı bölgelerine kapağı açık olarak bırakılan PDA ve KB besi yerlerin üzerinde gelişen fungus ve bakteri kolonilerinden MALDI-TOF MS ile yapılan analizler sonucunda 3 cinse ait 4 farklı fungal tür ile 10 farklı bakteri türü tanılanmıştır. Paketlenme tesislerinin üç farklı bölümlerinde (ürün girişi, ürün işleme, ürün çıkışı) hava kökenli mikrobiyotanın belirlenmesine yönelik yapılan çalışmaları sonucunda, en fazla toplam fungal ve bakteriyel mikrobiyal yoğunluk

(24.454 koloni petri⁻¹) meyvelerin yıkama, seçilme, sınıflandırma, muhlama ve paketlenme işlemlerin gerçekleştiği ürün işleme bölümünde tespit edilmiştir. Ürün işleme bölümünde bakteriyel mikrobiyota yoğunluğu (21.480 koloni petri⁻¹) fungal biyota yoğunluğundan (2.974 koloni petri⁻¹) daha fazla olduğu gözlenmiştir. Paketlenme tesislerinin diğer bölümleri olan ürün girişi (5.416 koloni petri⁻¹) ve çıkışlarında (2.284 koloni petri⁻¹) mikrobiyota yoğunluğunun oldukça düşük miktarda olduğu belirlenmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Turunçgil paketleme tesislerinin farklı bölümlerinde belirlenen hava kökenli fungal ve bakteriyel mikrobiyota yoğunlukları

Figure 5. Airborne fungal and bacterial microbiota densities determined in different zones of citrus packing houses

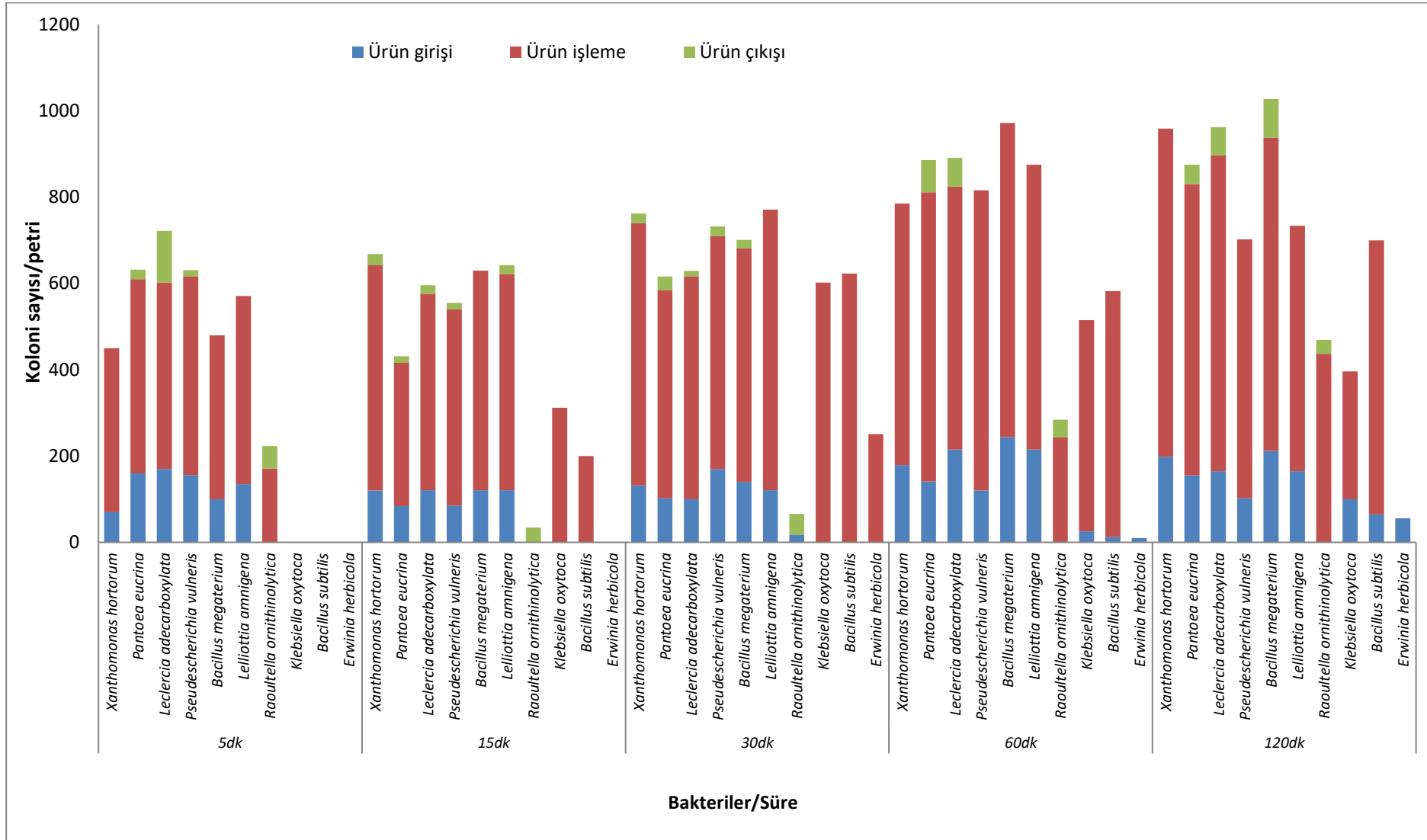


Şekil 6. Paketleme evlerinin 3 farklı alanında farklı sürelerde belirlenen hava kökenli fungal etmenlerin yoğunlukları (Her süre için 10 petri toplama)

Figure 6. Airborne fungal densities determined at different times in different zones of packinghouses (10 petri dishes for each period)

Hava kökenli fungus yoğunluğu, paketleme evlerinin farklı bölümlerine (ürün girişi, ürün işleme ve ürün çıkışı) göre değişiklik göstermiştir. Yapılan izolasyon çalışmalarında fungus yoğunluğunun ürün işleme bölümünde oldukça fazla olduğu gözlenmiştir. Hava kökenli olarak belirlenen fungus türleri arasında en

yoğun olarak tespit edilen tür *Penicillium digitatum* (4.345 koloni) olurken bu türü sırasıyla, *Penicillium italicum* (264 koloni), *Rhizopus oryzae* (264 koloni), ve *Cladosporium herbarum* (196 koloni) takip etmiştir. Petrilerin, paketleme evlerinde açık kalma süreleri incelendiğinde kapak açıklık süresi arttıkça petri



Şekil 7. Paketleme evlerinin farklı bölümlerinde, farklı sürelerde belirlenen hava kökenli bakteri yoğunlukları (Her süre için 10 petri toplama) / Figure 7. Airborne bacteria densities determined at different times in different zones of packaging houses (10 petri dishes for each period)

kutularındaki fungus yoğunluğunda da artış gözlenmiştir (Şekil 6).

Hava kökenli fungal türlerde gözlenen durumun benzeri bakteri türleri içinde gözlenmiştir. Bakteri yoğunluğu paketlenen evlerinin farklı bölümlerine (ürün girişi, ürün işleme ve ürün çıkışı) göre değişim göstermiştir. Bakteri yoğunluğunun ürün işleme bölümünde fungus yoğunluğuna benzer şekilde oldukça fazla olduğu gözlenmiştir. Yoğunluklarına göre en yaygın karşılaşılan bakteriyel tür *Bacillus megaterium* (3.810 koloni) olup bu türü sırasıyla, *Leclercia adecarboxylata* (3.800 koloni), *Xanthomonas hortorum* (3.624 koloni), *Lelliottia amnigena* (3.593 koloni), *Pantoea eucrina* (3.440 koloni), *Pseudoscherichia vulneris* (3.436 koloni), *Raoultella ornithinolytica* (1.076 koloni), *Klebsiella oxytoca* (1.825 koloni), *Bacillus subtilis* (2.105 koloni) ve *Erwinia herbicola* (317 koloni) türleri takip etmiştir (Şekil 6). Yapılan inceleme ve tanılama sonuçlarına göre, tesislerden ürün sevkiyatının yapıldığı çıkış kısımlarında bakteri yoğunluğunun düşük olduğu belirlenmiştir (Şekil 6 ve 7).

Brezilya'nın Sao Paulo Eyaletinde 2004 ve 2005 yıllarında 2 farklı turuncgil paketlenen tesisinde yer alan alet ve ekipmanlar ile tesislerinin çevresel ve yüzeysel mikroflorasının karakterizasyonuna yönelik yapılan bir çalışmada en yaygın fungus türlerinin *Cladosporium* ve *Penicillium* cinslerine dahil izolatlar olarak belirlenmiştir. Tesis içinde temiz olarak bilinen alanların (meyvelerin yıkandığı havuzlar, paketlenen masası, karton ve plastik kutular) kirli olarak bilinen alanlar (meyvelerin alınması ve ilk seleksiyon) arasında bulaşıklık düzeyi arasında bir farkın olmadığı bildirilmiştir (Fischer ve ark., 2009).

Turuncgil meyve yüzeyi mikrobiyal popülasyonları, Florida'daki yedi ticari paketlenen tesisinin farklı paketlenen ve işleme hatlarında takip edilerek değerlendirilmiştir. Tesislerde yapılan izolasyonlar sonucunda *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter* spp., *E.coli* ve *Citrobacter freundii* yaygın bakteriyel türler olarak belirlenmiştir. Bakteriyel türlerden *Klebsiella* ve *Enterobacter* spp. genellikle tarımsal ürünlerle yumuşak çürüklük belirtileri ile ilişkili mikroorganizmalar olarak bildirilmiştir. Çalışma sonucunda bu bakteri türlerinin tesislerde çalışanlar üzerinde olumsuz etkileri olabileceğine dikkat çekilmiştir (Pao ve Brown, 1998).

Bursa ilinde yer alan gıda üretim tesisleri ve depolarındaki iç mekan hava kaynaklı fungal kontaminantlarının izolasyonu ve tanımlanması çalışmasında, çalışmalarımızda elde edilen sonuçlara benzer şekilde *Cladosporium* (%35.41), *Penicillium* (%28.74), *Alternaria* (%12.06) ve *Aspergillus* (%7.46) en yaygın sıklıkta elde edilen fungal türler olduğunu belirlenmiştir (Şimşekli ve ark., 1999). Çalışmalarımızda

tanımlanan fungal türlerinin bazılarının alerjen özelliğe sahip olduğu, bu türlerin sporlarına maruz kalan duyarlı kişilerde alerjik rinit, bronşiyal astım veya dışsal alerjik alveolit gibi olumsuzlukların ortaya çıkabileceği yapılan önceki çalışmalarla bildirilmiştir (Lugauskas ve ark., 2004).

Sonuç olarak, bu çalışmada Hatay ilinde bulunan farklı paketlenen tesislerinde işlenen meyvelerde ve işletmenin havasındaki mikrobiota içerisindeki fungal ve bakteriyel türleri ve yoğunlukları belirlenmiştir. Paketlenen evlerindeki mikrobiyal hava kirliliğinin her zaman göz ardı ediliyor olması ürünlerde ciddi kalite ve verim kayıplarına, tesis çalışanlarında ise sağlık sorunlarına yol açabilmektedir. Bu çalışma ile paketlenen tesislerinin farklı bölümlerinde (ürün giriş, ürün işleme, ürün çıkışı) havanın mikrobiyal kirlilik durumu belirlenmiştir. Özellikle, *Penicillium Cladosporium*, *Alternaria*, *Botrytis*, *Fusarium*, *Stemphylium*, *Aspergillus*, *Rhizopus* ve *Mucor* gibi funguslar hava hareketleri ile kolayca taşınabilmesi, havada belli süre askıda kalmaları sonucunda meyvelerde doku yumuşaması ve çürüme gibi hastalık belirtilerinin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu fungusların sporlarına maruz kalan meyvelerde ihracat edildikleri yerlere ulaşıncaya kadar büyük kayıplar ortaya çıkabilmektedir. Meyvelerde en büyük kayıplar fungal ve bakteriyel kaynaklı organizmaların oluşturduğu çürümelerle olduğu için kayıplar neredeyse %30-40 lara ulaşmaktadır (AKİB, 2018). Bu durum ciddi maddi kayıplara yol açmaktadır. Söz konusu tespit edilen bakteriyel ve fungal türler, paketlenen ekipmanlarını, sarartma ve depolama odalarını yağmurlama ve sabun tanklarını kirletme potansiyeline sahiptirler. Enfekteli meyvelerin ürettiği sporlar, sağlıklı meyvenin yüzeyini kirletir ve bu döngü paketlenen evinde ve depolarda tekrarlanmaktadır. Bulaşma risklerini azaltmak ve hijyenik meyve perakende satışlarını sağlamak için iyi sıhhi koşullar ve temizlik uygulamalarına uyulmalıdır (El-Otmani ve ark., 2011). Ayrıca paketlenen tesislerinde yıkama ve muamele işlemleri meyveler üzerinde biriken maya ve funguslar gibi asidik mikroorganizmaların uzaklaştırılmasında faydalı olmaktadır (Pao ve Brown, 1998).

Çalışma sonucunda paketlenen tesislerinin havasında bulunan bakteri türleri (*Xanthomonas hortorum*, *Pantoea eucrina*, *Leclercia adecarboxylata*, *Pseudoscherichia vulneris*, *Bacillus megaterium*, *Lelliottia amnigena*, *Raoultella ornithinolytica*, *Klebsiella oxytoca*) ile funguslar (*Penicillium italicum*, *Penicillium digitatum*, *Aspergillus niger*, *Rhizopus oryzae*, *Mucor circinelloide*) ürünler kadar insan sağlığı açısından büyük tehlike oluşturduğu bilinmektedir. Tespit edilen fungus ve bakterilerin, personel tarafından sürekli

solunması ileride ciddi solunum yolu hastalıklarına yol açabileceği beklenmektedir (Ström, Blomquist, 1986; Lugauskas ve ark., 2004). Bu nedenle paketleme evlerinde sürekli havalandırmanın yapılması oldukça önemlidir. Nitekim çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre, paketleme evlerinin giriş ve çıkışlarına yerleştirilen petri kaplarındaki bakteri ve fungus yoğunluğu daha az, insan sirkülasyonunun çok olduğu ve havalandırmanın olmadığı ürün işleme bölümünde ise oldukça yoğun olduğu görülmüştür.

Söz konusu çalışmada bakteri ve fungal türlerin MALDI-TOF MS cihazıyla oldukça güvenilir ve hızlı bir şekilde tanılarının yapılması ile bu alanda çalışan araştırmacılara önemli bir veri sağlayacağı gibi, paketleme tesislerinde çalışanların sağlığının olumsuz etkilenebileceği konusunda dikkat çekebilecek bir çalışma olmuştur. Ayrıca, diğer bölgelerde yürütülecek projelere bölgesel destek verilerek, ulusal çapta araştırma ve geliştirme faaliyetlerine öncelik verilmesi sağlanmıştır. Bilimsel araştırma ve gelişme noktasında çok disiplinli bir yaklaşımla bitki patolojisi, gıda mikrobiyolojisi, biyoinformatik, klinik ve çevre bilimleri konularında uzman araştırmacıların bir araya gelmesi önem arz etmektedir. Öte yandan çalışmanın farklı sektörlerde karşılık bulması ile üniversite-sanayi ve kamu işbirliğine dönük önemli bir yaygın etki oluşturması da beklenmektedir.

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, Hatay ilinin Antakya, Dörtöyl ve Erzincan ilçelerinde bulunan turuncgil meyve paketleme tesislerinde meyve ve hava kökenli mikrobiyotaya içerisinde yer alan fungal ve bakteriyel mikrobiyotaya türlerini ve yoğunluklarını belirlemektir.

Yöntem ve Bulgular: Hatay ilinde bulunan turuncgil meyve paketleme tesislerinde 2020-2021 aylarında incelemeler yapılmıştır. Hava kökenli mikrobiyotanın belirlenmesi için besi yerleri paketleme tesislerinin 3 farklı bölümüne (ürün kabul, ürün işleme ve ürün çıkışı) yerleştirilmiştir. Tesislerdeki meyve kökenli mikrobiyotanın belirlenmesi için, güdümlü olarak seçilen meyvelerden (bozulma, yumuşama, çürüme vb. gözlenen) ayrıca fungal ve bakteriyel izolatlar elde edilmiştir. Elde edilen fungal ve bakteriyel izolatların morfolojik, biyokimyasal ve MALDI-TOF proteomik yöntemler ile tanılanmıştır. Yapılan izolasyonlar ve tanılamalar sonucunda *Penicillium italicum*, *Penicillium digitatum*, *Aspergillus niger*, *Rhizopus oryzae*, *Mucor circinelloides*, *Xanthomonas hortorum*, *Pantoea eucrina*, *Leclercia adecarboxylata*, *Pseudoescherichia vulneris*, *Bacillus megaterium*, *Lelliottia amnigena*, *Raoultella*

ornithinolytica, *Klebsiella oxytoca*, *Bacillus subtilis*, *Erwinia herbicola* hava kökenli fungal ve bakteriyel türler olarak belirlenmiştir. *Penicillium digitatum*, *Penicillium italicum*, *Fusarium solani*, *Geotrichum citri-auranti*, *Alternaria alternata*, *Cladosporium herbarum*, *Phytophthora* sp., *Colletotrichum gloeosporioides*, *Geotrichum candidum*, *Erwinia herbicola*, *Xanthomonas hortorum* ise enfekteli meyve kökenli fungal ve bakteriyel türler olarak belirlenmiştir.

Genel Yorum: Hava kökenli mikrobiyotanın paketleme tesislerinin ürün işleme bölümünde oldukça yoğun olduğu, ürün kabul (giriş) ve sevk (çıkış) alanlarında ise uygun hava sirkülasyonundan dolayı yoğunluğun az olduğu gözlenmiştir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Paketleme tesislerindeki hava kökenli fungal ve bakteriyel mikrobiyotanın hava hareketleri ile kolayca taşınabilmesi ve havada belli süre askıda kalması nedeniyle meyvelerde bozulma ve çürüme gibi belirtilerin çıkmasına neden olmaktadır. Tanılaması yapılan hava kökenli bazı bakteri türlerinin alerjen veya insan patojeni olmaları nedeniyle paketleme evlerine alınması gereken sanitasyon önlemleri hususunda gerekli bilgilendirmeler yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Turuncgil, paketleme tesisi, hasat sonu hastalıklar, MALDI-TOF, hava/meyve kökenli mikrobiyotaya.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu Başkanlığı tarafından finansal olarak desteklenmiştir (Proje Numarası: MKU BAP-20.M.034).

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Akhtar N, Anjum T, Jabeen R (2013) Isolation and identification of storage fungi from citrus sampled from major growing areas of Punjab, Pakistan. *Int. J. Agric. Biol.* 15: 1283-1288.
- AKIB (2018) Akdeniz Yaş Meyve Sebze İhracatçıları Birliği, 2018 Çalışma Raporu. <https://www.akib.org.tr/download/files/images/2019/1.%20Genel/2018%20yms%20%C3%A7a1%C4%B1>

- %C5%9Fma%20raporu.pdf (Erişim tarihi: 28.01.2022).
- Akkoyun Bilgi A, Kiraz N (2019) klinik örneklerden izole edilen *aspergillus* türlerinin tanımlanmasında geleneksel yöntemler, MALDI-TOF MS ve dizi analizi yöntemlerinin karşılaştırılması. Dicle Tıp Derg. 46(3): 543-551.
- Aktan Z, Soyulu S (2020) Diyarbakır ilinde yetişen badem ağaçlarından endofit ve epifit bakteri türlerinin izolasyonu ve bitki gelişimini teşvik eden mekanizmalarının karakterizasyonu. KSÜ Tarım ve Doğa Derg. 23(3): 641-654.
- Anonim (2021) TÜİK Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim Tarihi: 28.01.2022).
- Anonymous (2020) FAOSTAT, Crops and livestock products. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize> (Erişim tarihi: 28.01.2022).
- Bazioli JM, Belinato JR, Costa JH, Akiyama DY, de Moraes Pontes JG, Kupper KC, Augusto F, de Carvalho JE, Fill TP (2019) Biological control of citrus postharvest phytopathogens. Toxins (Basel) 11(8): 460.
- Benli M (2003) Hasat sonrası fungal hastalıklarla kimyasal ve biyolojik mücadele. Orta On-Line Mikrobiyoloji Derg. 1: 1-25.
- Carolis ED, Posteraro B, Lass-Flo C, Vella A, Florio AR, Torelli R, Girmenia C, Colozza C, Tortorano AM, Sanguinetti M, Fadda G (2012) Species identification of *Aspergillus*, *Fusarium* and *Mucorales* with direct surface analysis by Matrix-Assisted Laser Desorption Ionization Time-Of-Flight Mass Spectrometry. Clin. Microbiol. Infect. 18: 475-484.
- Coates L, Johnson G (1989) Postharvest Diseases of Fruit and Vegetables. [https://www.appsnet.org/Publications/Brown_Ogle/33%20Postharvest%20diseases%20\(LMC&GIJ\).pdf](https://www.appsnet.org/Publications/Brown_Ogle/33%20Postharvest%20diseases%20(LMC&GIJ).pdf), pp 533-548.
- Deng B, Wang WH, Deng LL, Yao SX, Ming J, Zeng KF (2018) Comparative RNA-seq analysis of citrus fruit in response to infection with three major postharvest fungi. Postharvest Biol. Technol. 146: 134-146.
- Dugan FM (2006) The Identification of Fungi: An Illustrated Introduction With Keys, Glossary, And Guide to Literature. APS Press, St Paul, MN. 184 pp.
- El-Otmani M, Ait-Oubahoul A, Zacarías L (2011) Citrus spp.: orange, mandarin, tangerine, clementine, grapefruit, pomelo, lemon and lime. In: Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits, (Eds. EM Yahia), Woodhead Publishing Limited, pp 437-514.
- Fischer IH, Lourenço SA, Spósito MB, Amorim L (2009) Characterisation of the fungal population in citrus packing houses. Eur. J. Plant Pathol. 123: 449-460.
- Gomes AAM, Queiroz MV, Pereira OL (2015) Mycofumigation for the biological control of post-harvest diseases in fruits and vegetables: A review. Austin. J. Biotechnol. Bioeng. 2: 1051.
- Hocking AD (2014) Spoilage Problems: Problems Caused by Fungi. Encyclopedia of Food Microbiology, Second Edition (Eds. CA Batt, ML Tortorello), Academic Press, pp 471-481.
- Ismail M, Zhang J (2004) Post-harvest citrus diseases and their control. Outlooks Pest. Manag. 15: 29-35.
- Jayasekara A, Daranagama A, Kodituwakku TD, Abeywickrama K (2022) Morphological and molecular identification of fungi for their association with postharvest fruit rots in some selected citrus species. J. Agricultural Sci. 17: 79-93
- Kanashiro AM, Akiyama DY, Kupper KC, Fill TP (2020) *Penicillium italicum*: An Underexplored Postharvest Pathogen. Front. Microbiol. 11: 606852.
- Khamis Y, Hashim AF, Margarita R, Alghuthaymi MA, Abd-Elsalam KA (2017) Fungicidal efficacy of chemically-produced copper nanoparticles against *Penicillium digitatum* and *Fusarium solani* on citrus fruit. Philipp. Agric. Sci. 100: 69-78.
- Klein JD, Lurie S (1991) Postharvest heat treatment and fruit quality. Postharvest News Information 2: 15-19.
- Ladaniya MS (2008) Postharvest Diseases and Their Management. In: Citrus Fruit: Biology, Technology and Evaluation (Ed. M Ladaniya), Academic Press, London, pp 417-449.
- Li Y, Wang H, Zhao YP, Xu YC, Hsueh, PR, (2017) Evaluation of the Bruker Biotyper Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization Time-of-Flight Mass Spectrometry System for Identification of *Aspergillus* Species Directly from Growth on Solid Agar Media. Front Microbiol. 8: 1209.
- Lugauskas A, Krikstaponis A, Sveistyte L (2004) Airborne fungi in industrial environments--potential agents of respiratory diseases. Ann. Agric. Environ. Med. 11(1): 19-25.
- Maldonado MC, Corona J, Gordillo MA, Navarro AR (2009) Isolation and partial characterization of antifungal metabolites produced by *Bacillus* sp. IBA 33. Curr. Microbiol. 59: 646-650.
- McKay AH, Förster H, Adaskaveg JE (2012) Efficacy and application strategies for propiconazole as a new postharvest fungicide for managing sour rot and green mold of citrus fruit. Plant Dis. 96: 235-242.

- Palou L (2014) *Penicillium digitatum*, *Penicillium italicum* (Green Mold, Blue Mold). In: Postharvest Decay, (Ed. S Bautista-Banos), Academic Press, London. pp 45-102.
- Palou L, Smilanick JL, Droby S (2008) Alternatives to conventional fungicides for the control of citrus postharvest green and blue moulds. Stewart Postharvest Rev. 2: 2-15.
- Palumbo JD, Baker JL, Mahoney NE (2006) Isolation of bacterial antagonists of *Aspergillus flavus* almonds. Microbial. Ecol. 52: 45-52.
- Pao S, Brown GE (1998) Reduction of microorganisms on citrus fruit surfaces during packinghouse processing. J. Food Protect. 61: 903-906.
- Prusky D (2011) Reduction of the incidence of postharvest quality losses, and future prospects. Food Secur. 3: 463-474.
- Saito S, Xiao CL (2017) Prevalence of postharvest diseases of mandarin fruit in California. Plant Health Prog. 18: 204-210.
- Samson RA, Pitt JL (2000) Integration of Modern Taxonomic Methods for *Penicillium* and *Aspergillus* Classification. CRC Press, Amsterdam, The Netherlands. 554 pp.
- Schipper MAA (1978) On certain species of *Mucor* with a key to all accepted species. Stud. Mycol. 17: 53-71.
- Simmons EG (2007) *Alternaria: An Identification Manual*. CBS Biodiversity Series Vol. 6. CBS Fungal Biodiversity Centre, Utrecht, The Netherlands. 780 pp.
- Simsekli Y, Gücin F, Asan A (1999). Isolation and identification of indoor airborne fungal contaminants of food production facilities and warehouses in Bursa, Turkey. Aerobiologia 15: 225-231.
- Snowdon A (1990) A Colour Atlas of Post-Harvest Diseases and Disorders of Fruits and Vegetables, Vol. 1: General Introduction and Fruits, Wolfe Scientific, London, 302 pp.
- Soylu S, Kara M, Toketti O, Soylu EM, Uysal A, Kurt Ş (2021) Patates lastik çürüklük hastalık etmeni *Geotrichum candidum*'un izolasyonu, morfolojik ve moleküler karakterizasyonu. KSU Tarım ve Doğa Derg. 24(2): 353-361.
- Ström G, Blomquist G (1986) Airborne Spores From Mouldy Citrus Fruit— A Potential Occupational Health Hazard. Ann. Occup. Hyg. 30: 455-460.
- Subaşı OS, Uysal O, Ünlü M (2014) Mersin ili turunçgil ihracatı yapan paketleme tesislerinin yaşadıkları sorunlar ve çözüm önerileri. Alatarım 13: 37-43.
- Uysal A, Kurt Ş, (2018) An Important Fungal Disease on Citrus Orchards in Erdemli: Anthracnose. International Erdemli Symposium, April 19-21, Mersin, Turkey. p. 670.
- Uysal A, Kurt Ş, Akgül DS (2016) Akdeniz Bölgesi Limon Bahçelerinde Antraknoz Hastalığına Neden olan *Colletotrichum gloeosporioides*'in Patojenik ve Moleküler Karakterizasyonu. Uluslararası Katılımlı Türkiye VI. Bitki Koruma Kongresi, 5-8 Eylül, Konya, Türkiye. s. 597.
- Uysal A, Kurt Ş, Soylu S, Soylu EM, Kara M (2019) Yaprığı Yenen Sebzelerdeki Mikroorganizma Türlerinin MALDI-TOF MS (Matris Destekli Lazer Desorpsiyon/İyonizasyon Uçuş Süresi Kütle Spektrometresi Tekniği Kullanılarak Tanınması. YYÜ Tar. Bil. Derg. 29: 595-601.
- Wang W, Liu S, Deng L, Ming J, Yao S, Zeng K (2018) Control of citrus post-harvest green molds, blue molds, and sour rot by the Cecropin A-Melittin hybrid peptide BP21. Front. Microbiol. 9: 2455.
- Yiğiter B (2013) Natamisin turunçgillerde küflenmeye karşı kullanılması. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği ABD, 96 sayfa.
- Yıldız AO (2014) Hatay İli Soğuk Hava Depolarının Mevcut Durumu ve Sorunları. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri ABD, 93 sayfa.
- Yıldız F, Yıldız M, Kınay P, Delen N(2002) Altıntoplarda hasat sonrası *Penicillium* çürüklerinin biyolojik ve kimyasal kontrolü üzerinde incelemeler. II. Bahçe Ürünlerinde Pazarlama ve Muhafaza Sempozyumu, 24-27 Eylül 2002, Çanakkale, Bildirileri 278-284.
- Zaheer I, Iftikhar S, Khurshid T, Ahmad KS, Gul MM (2019) Isolation and ITS-rDNA based molecular characterization of plant pathogenic fungal species in postharvest citrus fruits. Sydowia 71: 267-278.