



Kuru Kayıslarda Ferrik Oksit ve Ozon Gazı Uygulamalarının, Kuru Meyve Akarı *Carpoglyphus lactis* (L.) (Acari: Carpoglyphidae) Kaynaklı Mikrobiyal Bulaşma Yüküne ve Meyve Kalite Parametrelerine Etkisinin Belirlenmesi

**Ayşegül YILDIRIM KUMRAL^{1*}, Vefa TURGU², Ece YILDIZ³, Nabi Alper KUMRAL⁴,
Rabia Nur ÇEVİK⁵, İlknur SEVİNÇ⁶, Gamze KARAPAPAK⁷,
Asude Nur YÜKSEL⁸, Esra ERSÖZ⁹**

Öz: Türkiye kuru kayısı üretiminde dünyada birinci sırada olup, kayısı üretiminin önemli bir kısmını tek başına karşılamaktadır. Kayısı meyvelerinin kurutulması su kapsamının düşürülmesi mikrobiyal etmenlerin gelişmesini her ne kadar engelse de şeker kristallerinin artışı kuru meyve akarı *Carpoglyphus lactis* (L.) (Acari:

* Sorumlu yazar/Corresponding Author: 1 Ayşegül YILDIRIM KUMRAL, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye, ayseguly@uludag.edu.tr, [OrcID 0000-0002-3550-7181](https://orcid.org/0000-0002-3550-7181)

² Vefa TURGU, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Bursa, Türkiye, vefaturgu@hotmail.com, [OrcID 0000-0002-0235-9709](https://orcid.org/0000-0002-0235-9709)

³ Ece YILDIZ, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye, yildiizece.95@gmail.com, [OrcID 0000-0001-9678-5807](https://orcid.org/0000-0001-9678-5807)

⁴ Nabi Alper KUMRAL, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Bursa, Türkiye, akumral@uludag.edu.tr, [OrcID 0000-0001-9442-483X](https://orcid.org/0000-0001-9442-483X)

⁵ Rabia Nur ÇEVİK, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye, rabiaaaa.cevikk@gmail.com, [OrcID 0000-0002-6234-7312](https://orcid.org/0000-0002-6234-7312)

⁶ İlknur SEVİNÇ, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye, ilknursevinc8@gmail.com, [OrcID 0000-0002-6789-1122](https://orcid.org/0000-0002-6789-1122)

⁷ Gamze KARAPAPAK, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye, gamzkrppk@gmail.com, [OrcID 0000-0003-0972-2395](https://orcid.org/0000-0003-0972-2395)

⁸ Asude Nur YÜKSEL, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye, asudenur11@gmail.com, [OrcID 0000-0002-7706-8535](https://orcid.org/0000-0002-7706-8535)

⁹ Esra ERSÖZ, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye, esraersz37@gmail.com, [OrcID 0000-0003-1261-2293](https://orcid.org/0000-0003-1261-2293)

Carpoglyphidae)'in üremesine imkan vermektedir. Zararlının bulaşması ve beslenmesi kuru meyvelerde bazı mikrobiyal etmenlerin gelişimini teşvik etmekte ve insanlarda sindirim sisteminde bozukluklara ve alerjen etkilere neden olmaktadır. Oksidasyon ve kısa süreli oksijen azaltıcı özelliği olan ozon gazı ile oksijen ve nem çekici özelliğe sahip ferrik oksit uygulamalarının kuru kayıslarda *C. lactis* popülasyonlarına etkisi daha önce belirlenmiştir. Farklı olarak, bu araştırma ile ozon gazı ve ferrik oksit uygulamalarının paketlenmiş kurutulmuş kayıslarda bu akarın bulaşıklığından kaynaklanan mikrobiyal yüke, meyve kalite parametrelerine ve duysal özelliklere olan etkisi ortaya konulmuştur. Araştırma sonuçlarına göre, 44 mg L⁻¹ ozon gazı ve 35000 mg L⁻¹ ferrik oksit uygulaması akar popülasyonlarını tamamen baskı altına alırken, bu uygulamaların toplam mezofil aerob bakteri, maya ve küf yüküne herhangi bir etkisi tespit edilmemiştir. Diğer taraftan, ozon uygulaması kuru kayıslardaki akar bulaşıklığına bağlı renk açılmalarını önlemiştir. Akar bulaşıklığı kayıslarda sertliği önemli düzeyde azaltırken, hem ozon hem de ferrik oksit uygulamaları bu parametreleri olumlu yönde düzeltmiştir. Ayrıca, ozon ve ferrik oksit uygulamalarının meyvenin duysal özelliklerine herhangi olumsuz etkisi belirlenmemiştir.

Anahtar Kelimeler: Akar, alerji, alternatif yöntemler, bulaşanlar, gıda güvenliği, kayısı.

Determination of the Effect of Ferric Oxide and Ozone Gas Applications on the Fruit Quality Parameters and Microbial Contamination Load Caused by Dried Fruit Mite, *Carpoglyphus lactis* (L.) (Acari: Carpoglyphidae) Infestation

Abstract: Turkey is the number one dried apricot producer, and alone provides the large part of the dried apricot production around the world. Although drying the fruits by reducing the water content prevents the development of microbial factors, the increase of sugar crystals allows the reproduction of the dried fruit mite *Carpoglyphus lactis* (L.) (Acari: Carpoglyphidae). Infection and feeding of the mites promote the development of some microbial factors on dried fruits and cause some disorders in the digestive system and allergic reactions in humans. The effects of ozone gas as an oxidative agent and short-term oxygen scavenger, and ferric oxide as an oxygen and moisture absorber against *C. lactis* populations have been shown previously. Unlike previous studies, in this study, the effect on microbial load caused by infestation, and the effect of these applications on the fruit quality parameters and sensory properties were also revealed. According to the results of this study, applications of 44 mg L⁻¹ of ozone gas and 35000 mg L⁻¹ of ferric oxide were completely suppressed mite populations, but no effect on the number of total mesophilic aerobic bacteria, yeasts and molds were detected. On the other hand, ozone application prevented the discoloration of the dried apricots caused by the mite infestation. Whilst mite infestation significantly decreased the firmness of the apricots, both ozone and ferric oxide treatments positively affected and improved these parameters. Additionally, no negative effects of ozone and ferric oxide treatments on sensory characteristics of fruits were detected.

Keywords: Allergy, alternative methods, apricot, contaminants, food safety, mite.

Giriş

Kayısı (*Prunus armeniaca* L.) Rosales takımının Rosaceae familyasının Prunoideae alt familyasının *Prunus* cinsine girer (Asma ve ark. 2017). Özellikle kuru olarak tüketilen kayısının faydaları oldukça fazladır. Yüksek demir içerdiğinden dolayı anemi hastalığına karşı etkilidir, selüloz içerdiğinden dolayı kabızlığa yani sindirime faydası vardır, kuru kayısının suyu güneş yanıklarında, kaşıntılarda, egzamada ve uyuzda etkili bir çözümdür, yüksek derecede A vitamini içerdiğinden göz sağlığına etkisi üst düzeydedir (Anonim, 2017a). Türkiye, dünya yaş ve kuru kayısı üretiminde birinci sırada yer almaktadır. Dünya kuru kayısı üretimi 176 bin ton civarında olup, Türkiye bunun %62'sini tek başına karşılamaktadır. Türkiye'yi İran ve Özbekistan uzak ara takip etmektedir. Dünya kuru kayısı ihracatına ilişkin veriler incelendiğinde, ülkemizin %74'lük pay ile söz konusu ürünün ihracatında birinci sırada yer alır. Dolar bazında baktığımız zaman ihracatımız 2014 yılında 344.297 (bin dolar) 2015 yılında 302.689 (bin dolar) olarak gerçekleşmiştir. Ülkemizde kayısı başta Malatya olmak üzere Elazığ, Erzincan, Sivas, Kars, Iğdır illeri ile Ege, Akdeniz, İç Anadolu ve Marmara bölgelerinde üretilmektedir. Malatya ilinde yetiştirilen kayısının büyük bölümü kurutulmaya yönelik olup, %90-%95'lik kısmı ihraç edilmektedir (Anonim 2017b, Anonim 2017c, Anonim 2017d).

Kayısı meyvelerinin kurutularak su kapsamının düşürülmesi mikrobiyal etmenlerin gelişmesini her ne kadar engellese de şeker kristallerinin artışı Kuru meyve akarı *Carpoglyphus lactis* (L.) (Acari: Carpoglyphidae)'in üremesine imkan vermektedir (Aksoy ve ark. 2004). Ayrıca ürün depolanma sürecinde, akar için uygun sıcaklık ve nem koşulları kolayca oluşmakta ve bu durum akar yoğunluğunun gelişmesine neden olmaktadır. Türkiye'de ilk kez bu akar Özer ve Toros (1978) tarafından belirlenmiş olup, depolanmış ürünlerde belirlenen en önemli tür olarak değerlendirilmiştir. Daha sonra, İzmir'de Kuru meyve akarının kuru incir, kuru kayısı ve kuru üzüm depolarındaki bulaşıklık oranı % 53.3 olarak saptanmıştır (Genç ve Özar 1986). Malatya, Elazığ ve İzmir illerinde depolanmış kuru kayıslarda yürütülen bir başka çalışmada ise akarların %69'u, zararlı akar türlerinin ise %97'sinin bu türe ait olduğu ortaya konulmuştur (Çobanoğlu ve ark. 2004).

Depo akarlarının bulaşmasının gıdalarda besin değeri düşmelerine sebep olduğu, ayrıca alerjen ve mikroorganizma taşıyıcısı oldukları daha önce belirlenmiştir. Ayrıca, *C. lactis*'in mikotoksin oluşturan *Aspergillus* ve *Penicillium* türleri ile ilişkisi daha önce tespit edilmiştir (Hubert ve ark. 2011; 2015). *Carpoglyphus lactis*'in chelicerası yardımıyla şeker oranı yüksek meyvelerin üzerindeki şeker kısmını kazıyarak beslendiği ve tükürük bezlerindeki salgılar nedeniyle tatlımsı maddeler üzerinde küflerin gelişimini hızlandırdığı bilinmektedir. Ayrıca bu akar sadece besin maddelerini bulaştırmakla kalmayıp, akarlı maddelerle uğraşan insanlarda sindirim sisteminde bazı bozukluklara ve deri hastalıklarına neden olmaktadır. Esas zararları da çok sayıda çoğalmaları nedeniyle üzerinde buldukları meyveyi kendi salgıları ve ölü vücutları ile bulaştırmaları şeklindedir. Ağır bulaşmalar sonucu depo ürünleri istenmeyen tat ve koku nedeniyle tüketime uygun olmayan hale gelebilmektedir (Özer ve Toros 1978, Genç ve Özar 1986, Özer ve ark.1989, Turanlı 2003; Çobanoğlu 1996, Öztekin ve ark. 2007, Güldalı ve Çobanoğlu, 2010).

Taze kayısı meyveleri genellikle kükürt ile muamele edildikten sonra kurutulmakta, bu sayede hem meyve rengi korunmakta hem de akarlar ve mikroorganizmalara karşı koruma sağlanarak meyvenin raf ömrü uzatılmaktadır. Ancak, bu işlem sonucunda kuru kayısılarda kükürt miktarı, ürünün ticari değerini yitirmesine, endüstriyel kullanımında sıkıntılar yaşanmasına, özellikle de bazı ülkelerin düşük kükürt limitleri talebi nedeniyle ürünün ihracatında sorunlara neden olmaktadır (Hepsağ ve ark. 2016). Bu akar zararını kontrol altına almak için uzun yıllar metil bromür kullanılmıştır. Ancak, bu gazın ozon tabakasını inceltici bir etkisinden dolayı ultraviyole ışınların geçişini kolaylaştırıcı bir etkisi vardır. Bu nedenle Kyoto protokolü uyarınca kullanımı birçok ülkede sınırlandırılmıştır (Anonim 2017e). Bunun dışında akarın kontrolünde fosfin, karbonil sülfid, sülfuril, florit, cyfluthrin ve iodomethane de uygulanmaktadır (Ferizli ve ark. 2004; Şen ve ark. 2009). Fakat kullanılan bu kimyasalların da insan ve çevre sağlığına zararları vardır. Üretim ve kullanım açısından bunların çoğu insan sağlığı açısından büyük riskler taşır. Bu nedenle bu son derece zehirli kimyasallara alternatif daha çevreci ve zehirli olmayan mücadele araçlarına ihtiyaç duyulmaktadır.

Kuru meyve akarının gelişimi ve üremesi sıcaklık, nem ve oksijen miktarlarına göre farklılık göstermektedir. Ergin ömür uzunluğu 18°C ve %65 nemde, yumurta verimi 28°C ve %80 nem koşullarında maksimum seviye ulaşır. Kuru meyve akarları düşük nem ve yüksek sıcaklık seviyelerinde su kaybı yaşayıp ölümler (Cunnington 1985, Emekçi ve Toros 1989, Bell ve Conyers 2002). Ortamdaki oksijen miktarını düşürmek akarların hayatta kalma süresini kısaltmakta ve hatta karbondioksit seviyesinin yükselmesi akarlar için öldürücü olmaktadır (Emekçi ve ark. 2004, Wang ve ark. 2008). Bugüne kadar yapılan çalışmalarda özellikle artırılmış karbondioksit veya düşük nem uygulamalarının oldukça başarılı olduğuna dair birçok olumlu sonuç vardır (Longshu ve ark. 1992, Ferizli ve Emekçi 2000, Şen ve ark. 2009, Aksoy ve ark. 2012). Paketli kuru kayısılarda nem ve oksijen düzeylerinin kontrolü *C. lactis* mücadelesinde etkili sonuçlar vermektedir. Turgu ve Kumral (2019), paketlenmiş kayısılarda nem düzeyini indirmek için; kalsiyum klorür ve silika jel; oksijen düzeyini indirmek için ferrik oksit (FO) ve ozon gazının bu akar üzerinde öldürücü etkisi olduğunu ortaya koymuştur. Benzer olarak, ozon gazının bademde yüksek konsantrasyon ve kısa maruz kalma sürelerinde zararlı türlere karşı etkili olduğu tespit edilmiştir (Işıkber ve ark. 2015). Diğer taraftan, ozonun, yüksek oksidasyon kapasitesi ile mikroorganizmalar üzerine öldürücü etkiye sahip olduğu belirtilmiştir (Güzel-Seydim ve ark. 2004). Bunun yanında, bazı metal veya metal oksitlerin antimikrobiyal özellik gösterdiği, oksijen, karbondioksit ve nemin gıdaya geçişini önlemede bariyer görevi gördüğü belirtilmektedir. Bu amaçla ticari olarak kullanılan önemli metaller; gümüş ve altın, metal oksitler ise; çinko oksit, silika, titanyum dioksit, alüminyum oksit ve demir oksit olarak sıralanmaktadır (Kavas ve Kavas 2001, Çelik ve Tümer 2016). Demir oksitin, mikroorganizma gelişmesini, renk ve koku değişikliklerini, ransiditeyi ve böcek bulaşmasını önleyici etkisi nedeni ile birçok gıda ve yem yanında kuru meyvelerin ambalajlanmasında da kullanıldığı belirtilmektedir (Janjarasskul ve Suppakul 2018; Yıldırım ve ark. 2018).

Bir taraftan ürünü bu yöntemlerle korurken diğer taraftan ürünün pazar değerini etkilememesi önemli bir husustur. Kuru meyveler, düşük su aktivitesine sahip olduklarından, nispeten daha dayanıklı ürünlerdir ve oda sıcaklığında ticareti gerçekleştirilebilir. Kuru meyvelere özgü kalite kriterleri, renk, görsel albeni, tekstür, rehidrasyon karakteristikleri, aroma, su aktivitesi, kimyasal stabilite, leke, kötü koku, mikrobiyal yük, zararlılar,

bulaşanlar ve sağlıklılık olarak sıralanabilir (Desmarchelier 1998). Paketlenmiş kuru kayıslarda ozon gazı ve ferrik oksit uygulamalarının akar popülasyonları üzerine etkisi yapılan ön çalışmalar ile belirlenmiştir (Turgu ve Kumral 2019). Ancak, *C. lactis* ile bulaşık kuru kayıslarda yapılan bu uygulamaların mikroorganizma yüküne, meyve kalite parametrelerine ve duyuşal özelliklerine etkisi henüz bilinmemektedir. Bu çalışmada ise eksik kalan ve meyvenin pazar değeri açısından önem taşıyan bu parametreler belirlenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Akarın Orjini ve Teşhisi

Kuru meyve akarı popülasyonları Bursa ilinde halk pazarında açıkta satılan kuru kayısı örneklerinden elde edilmiştir. Akarın tür teşhisi Hoyer ortamında preperatı yapılarak ışıklı mikroskopla Hughes (1976)'da belirtilen morfolojik karakterlere göre yapılmıştır.

Akarın Kitle Halinde Üretimi

Carpoglyphus lactis'in popülasyonu iklim odasında, 27°C sıcaklık ve %65 nem koşullarında, loş ortamda kurutulmuş kayısı meyveleri üzerinde üretilmiştir. Kültür ortamı olarak üstü tülle kaplanmış ve altında nemlendirilmiş peçete bulunan plastik saklama kapları kullanılmıştır. Akarlar bu ortamda uzun süre canlı kalabilmiş ve hızlı bir şekilde üreyebilmişlerdir.

Kuru Kayısı Örnekleri

Denemede kullanılan kuru kayısı örnekleri vakumlu ambalajda satılan bir firmadan elde edilmiştir. Kuru kayıslarda muamele yapmadan önce tüm örnekler 10 sn %70'lik ethanol ile muamele edilmiş ve daha sonra 30 dk mikrobiyolojik ekim kabiniinde ultraviyole ışık altında yüzeysel strelizasyona tabi tutulmuştur (Halkman 2005). Bu şekilde kurutulmuş kayıslar steril kavanozlara aktarılarak muameleler yapılanaya kadar +4°C'de muhafaza edilmiştir.

Akarların Bulaştırılması

Daha önce belirtildiği gibi üretimi yapılan stok kültürden temin edilen dişi akarlar, steril koşullarda steril her bir kuru kayısıya stereomikroskop altında (Leica, Almanya) bir fırça yardımıyla 50'şer adet bulaştırılmıştır. Her deneme 3 tekkerürlü yürütülmüş ve toplamda 150 akar kullanılmıştır. Bulaştırılan kayıslar mikrobiyolojik ekim kabiniinin içinde steril bir kaba nakledilerek, sıcaklık, nem ve ışık kontrollü bir iklimlendirme odasında 27°C sıcaklık ve %65 nem koşullarında loş ortamda iki hafta boyunca bekletilmiştir. Bu şekilde akarların kayısı üzerinde beslenmesi, çoğalması, deri ve dışkı bırakması sağlanmıştır.

Ferrik Oksit ve Ozon Uygulamaları

Ferrik oksit paketleri piyasadan 3.5gr'lık vakumlu 100'lü paketler halinde temin edilmiştir. Denemeler 100 ml hacimli hava sızdırmaz cam kavanozlarda yürütülmüştür. Turgu ve Kumral (2019)'in belirlediği LC₉₉ (popülasyonun %99'unu öldüren doz) değerine göre her kavanoza 1 paket ferrik oksit paketi (35000 mg L⁻¹) kullanılmıştır. Paketler açıldığı an havadaki oksijeni bağladığı için uygulamalar küçük gruplar halinde ve hızlı bir şekilde yapılmıştır. Yine Turgu ve Kumral (2019)'in belirlediği LT₉₉ (popülasyonun %99'unu öldüren zaman) değerine bağlı olarak kavanozlar 72 saat sonra değerlendirme yapılmak için açılmıştır.

Ozon gazı uygulamasında Turgu ve Kumral (2019) tarafından modifiye edilmiş 250 ml'lik nüce erlenleri kullanılmıştır. Erlenlerin giriş ve çıkışlarına silikon hortum bağlanmış ve etrafı sızdırmaması için sıcak silikonla kaplanmıştır. Hortum uçlarına ise birer adet sızdırmaz gaz vanası monte edilmiştir. Ozon gazı uygulanmadan önce erlenlerin içindeki hava vakum pompası ile tahliye edilmiştir. Daha sonra, Turgu ve Kumral (2019)'in belirlediği LC₉₉ değerine göre her erlene 44 mg L⁻¹ dozunda 20 sn ozon gazı bir ozon jeneratörü (Sabo SE-5, Türkiye) ile uygulanmıştır. Erlenler 72 saat sonra değerlendirme yapılmak üzere açılmıştır.

Uygulamaların Akar Popülasyonlarına Etkisi

Daha önce tarif edildiği gibi steril koşullarda 50 adet *C. lactis* dişisi bulaştırılan ve 2 hafta bekletilen kayısıların üçer adeti ferrik oksit denemesinde 100 ml'lik kavanozlara, ozon uygulamasında yukarıda belirtilen erlenlere sık dokulu tül içine sarılarak bırakılmıştır. Daha sonra yukarıda belirtilen uygulamalar yapılmıştır. Diğer taraftan, kontrol olarak kavanoz ve erlenlere birer adet yine akarla bulaşık kayısı konulmuş, toplamda 150 akar kullanılmış ancak bunlara ferrik oksit ve ozon uygulaması yapılmamıştır. Denemeler 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Sırasıyla 72 saat sonra denemeler açılarak stereomikroskop (Leica, Almanya) altında ölü canlı birey sayımı yapılmıştır. Uygulama yapılan ve yapılmayan örneklerdeki akar ölüm oranları yüzde (%) oran olarak ifade edilmiştir. Uygulamaların sonucunda elde edilen tüm ölüm oranları kontrol (uygulama yapılmayan) uygulamalarına göre Abbott (1925)'un aşağıda belirtilen formülü kullanılarak düzeltilmiştir (Simon 2014):

$$\% \text{ Ölüm} = \frac{\text{Kontroldeki canlılık oranı} - \text{Muameledeki canlılık oranı}}{\text{Kontroldeki canlılık oranı}} \times 100 \quad (1)$$

Uygulamaların Mikroorganizma Yüğü Üzerine Etkisi

Uygulamaların mikroorganizma (m.o.) yüğü üzerine etkisini saptamak üzere, toplam mezofilaerob bakteri (TMAB) ve maya-küf sayımları gerçekleştirilmiştir. Mikrobiyolojik analizler, "Uygulamaların akar popülasyonlarına etkisi" bölümünde tarif edildiği gibi hazırlanan uygulama yapılmış ve yapılmamış akarla bulaşık kuru kayısı örneklerinde ve hiç akar bulaştırılmamış steril kuru kayısılarda 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Aseptik koşullarda hazırlanan dilüsyonlardan toplam mezofil aerob bakteri sayımı için Plate Count Agar'a, maya-küf sayımı için ise Yeast Extract Glucose Chloramphenicol Agar'a spiral ekim yöntemi kullanarak ekim yapılmış, Petriyer 30°C'de sırasıyla 72 saat ve 5 gün inkübasyona bırakılmıştır (Anonim 2018a).

Uygulamaların Meyve Kalite Parametrelerine Etkisi

Bir önceki bölümde tarif edildiği gibi akar bulaştırılmış ve bulaştırılmamış kayısıların ferrik oksit ve ozon uygulaması yapıldıktan sonra sırasıyla 72 saat sonra örneklerin renk ve tekstür özellikleri belirlenmiştir. Renk analizi için, Konica Minolta CR 400 renk tayin cihazı kullanılarak L, a ve b değerleri belirlenmiştir (Demirtaş ve Kırnak 2009). Kuru kayısı örneklerinin Hunter Lab Sistemi ile ölçülmesinde, L değeri parlaklığı (siyahlık ve beyazlık), a değeri kırmızılık ve yeşillik, b değeri ise sarılık ve mavilik belirtmekte olup, her üç değer de 0 ile 100 arasında değişkenlik göstermektedir. +a değerlerindeki artış kırmızılık, +b değerlerindeki artış sarılık, L değerlerindeki artış ise beyazlık göstergesidir (Keskin ve ark. 2017).

Tekstür analizi ile kuru kayısı örneklerinin sertlik ve çiğnenebilirlik özellikleri belirlenmiştir (Anonim 2018b). Sertlik, besin maddesinin uygulanan herhangi bir etkiye karşı koyma gücü olup, katı gıdanın öğütücü dişler arasındaki basınca karşı koyması için gerekli güçtür. Sertlik, sıklık ile ilişkilidir ve rutubet ile arasında zıt bir ilişki belirlenmiştir. Çiğnenebilirlik ise, besinin yutmaya hazır duruma gelmesine kadar harcanan enerji, çiğneme süresi ve çiğneme sayısı ile ilgili bir özelliktir. Meyve ve sebzelerde sertlik önemli bir kalite kriteridir. Meyve ve sebzelerin sert ve gevrek olarak nitelendirilen tekstürel özellikleri çiğneme sırasında etki göstermektedir (Ertaş ve Doğruer 2010). Bu amaçla TA XT Plus (Stable micro Systems, Surrey, İngiltere) tekstür analiz cihazı HDP/BS bıçak seti ile sıkıştırma modunda (2 mm/s test hızı ve % 30 deformasyon oranında) kullanılmıştır. Ayrıca kontrol olarak, yine akar bulaştırılmış ve bulaştırılmamış kayısılar kullanılmış ancak bunlara ferrik oksit ve ozon uygulaması yapılmamıştır. Denemeler 10 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Uygulamaların Meyvelerin Duyusal Özelliklerine Etkisi

Ferrik oksit ve ozon uygulamalarının meyve duyusal özelliklerine etkisini belirlemek amacıyla, uygulama yapılan ve yapılmayan akar bulaştırılmamış temiz kayısılarda denemeler yürütülmüştür. Akar bulaştırılmış kayısıların sağlık açısından olumsuz etkileri olacağı göz önünde bulundurularak sadece akar bulaştırılmayan muameleler puanlama testi ile duyusal değerlendirmeye tabi tutulmuştur. On kişiden oluşan panelist grubu, örnekleri görünüş, renk, koku, tat, aroma, yeme kalitesi ve genel kabul edilebilirlik açısından 0 ile 10 arasında puanlayarak değerlendirmiştir (Altuğ ve Elmacı 2005).

İstatistik Analiz

Uygulamalar arasındaki farklılıkları göstermek için her bir muamelenin ortalama değerleri tek yönlü ANOVA testine tabi tutulmuştur. Yüzde oran olarak elde edilen sonuçlara ANOVA uygulanmadan önce arcsin transformasyonu yapılarak değerlerin analizi SPSS 23 programında yapılmıştır. Uygulamalar arasındaki farklılıklar % 5 veya %1 düzeyinde önemli bulunması durumunda Tukey ve LSD (kontrol karşı ikili testlerde) testleri ile muameleler arasındaki farklılık gruplandırılarak gösterilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Kuru kayısı örneklerindeki akar popülasyonlarının hem ferrik oksit hem de ozon uygulamaları ile uygulama yapılmayan kontrol gruplarına göre istatistiki anlamda etkilendiği belirlenmiştir ($F_{3,16}= 2016.7$; $P<0.01$); Çizelge 1). Ozon uygulamasının akar ölümlerine etkisi % 91.7; ferrik oksit uygulamasının etkisi ise %97.2 olarak belirlenmiştir. Benzer olarak, Janjarasskul ve Suppakul (2018), ferrik oksit uygulamalarının akarlar için en yakın olarak aynı şubede bulunan böcekler (Arthropoda) üzerinde etkili olduğunu belirtmektedir. Aynı şekilde, ozon gazının da yüksek konsantrasyon ve kısa maruz kalma sürelerinde zararlı böcek türlerine karşı etkili olduğu bildirilmektedir (Işıkber ve ark. 2015). Turgu ve Kumral (2019)'ın daha önce laboratuvar koşullarında belirlendiği ozon gazı ve ferrik oksit dozlarının kapalı paketlerde *C. lactis*'i etkili bir şekilde kontrol ettiği bu çalışmada doğrulanmıştır.

Çizelge 1. Ferrik oksit ve ozon uygulamalarının akar popülasyonlarına etkisi

| Uygulama | Birey sayısı (n) | Zaman (saat) | Ortalama ölüm oranı±SH (%) |
|---------------------------|------------------|--------------|----------------------------|
| Ozon (44 mg/L) | 150 | 72 | 92.0±2.0b |
| Kontrol (vakumlu hava) | 150 | 72 | 6.7±1.8c |
| Ferrik oksit (35000 mg/L) | 150 | 72 | 97.2±1.0a |
| Kontrol (temiz hava) | 150 | 72 | 0.0±0.0c |

* Aynı sütundaki farklı harfler Tukey testine göre %1 düzeyinde önemli düzeyde farklılığı göstermektedir

Uygulamaların Toplam Mikroorganizma Yüküne Etkisi

Akar bulaştırılan kuru kayısı örneklerinde, TMAB sayısı incelendiğinde, ozon uygulaması bakteri sayısını göreceli anlamda düşürmesine rağmen, sayısal farkın istatistiki anlamda önemli olmadığı belirlenmiştir ($F_{1,10}= 0.72$; $P=0.42$). Kontrol grubu olarak seçilen, ozon uygulanan ve uygulanmayan akar bulaştırılmamış kuru kayısı örneklerinde herhangi bir mikrobiyal gelişme gözlenmemiştir (Çizelge 2). Akar bulaştırılan kuru kayısı örneklerinde, maya-küf sayısı incelendiğinde, ozon uygulamasının, beklenen aksine, maya-küf popülasyonunu istatistiki anlamda artırdığı belirlenmiştir (Ozon maya küf $F_{1,10}= 7.35$ $P=0.02$; Çizelge 2). Kuru kayısı örneklerine uygulanan sterilizasyon işlemleri sonucunda akar bulaştırılması yapılmayan kayısı örneklerinde m.o. gelişmesi görülmemesine rağmen, akar bulaştırılan tüm örneklerde yoğun m.o. gelişmesi görülmüştür (Çizelge 2). Bu sonuç, akarların, TMAB ve maya-küf bulaşmasında aktif taşıyıcı görevi gördüğünü göstermiştir. Kuru kayısılarda, uygulanan üretim teknikleri ile (kurutma), mikrobiyal güvence sağlanabilse de (Cemeroğlu ve Acar, 1986), akar bulaşması durumunda, ürünün tekrardan mikrobiyolojik anlamda riskli hale gelebileceği bu çalışma ile gösterilmiştir. Benzer olarak, başka bir çalışmada bu akarın mikotoksin üreten *Aspergillus* ve *Penicillium* türlerinin taşıyıcısı olduğu da gösterilmiştir (Hubert ve ark. 2011; 2015).

Ozon, yüksek oksidasyon kapasitesi ile mikroorganizmalar üzerine öldürücü etkiye sahiptir. Ancak, çok kısa sürede parçalanması ve ortama sürekli ozon verilmediği durumlarda kararlılığını koruyamadığından, m.o. üzerine engelleyici etkisi sınırlı seviyede kalmaktadır. Ozonun su içerisinde parçalanma süresi daha uzun olduğu için,

hijyen sağlama amaçlı olarak su içindeki uygulamaları tercih edilmektedir (Güzel-Seydim ve ark. 2004). Bu çalışmada, akar bulaştırması yapılan örneklerle uygulanan ozon dozu ve süresi, akar popülasyonunu istatistiki anlamda düşürmesine rağmen m.o. yükünü azaltamamıştır. Bu durumun, uygulanan ozon dozunun yeterli olmaması ve kuru koşullarda örnek kabı içerisinde çok hızlı O_2 ve O^- şeklinde parçalanmasından kaynaklandığı, oluşan O_2 varlığına bağlı olarak da mikrobiyel gelişmeyi teşvik ettiği düşünülmektedir (Güzel-Seydim ve ark. 2004).

Çizelge 2. Ozon uygulamalarının mikroorganizma yüküne etkisi

| Uygulama | Toplam mezofilaerob bakteri sayısı (Log kob/g) * | Maya küf sayısı (Log kob/g) * |
|-----------|---|----------------------------------|
| A(+) O(-) | 3.25±0.06a | 1.69±0.78b |
| A(+) O(+) | 2.76±0.587a | 4.25±0.53a |
| A(-) O(+) | 0b | 0b |
| A(-) O(-) | 0b | 0b |

A(+), Akar bulaştırılan kayısılar; A(-), akar bulaştırılmayan steril kayısılar

O(+), Ozon gazı uygulanan kayısılar; O(-), Ozon gazı uygulanmayan kayısılar

* Aynı sütundaki farklı harfler LSD testine göre %1 düzeyinde önemli düzeyde farklılığı göstermektedir.

Akar bulaştırılan kuru kayısı örnekleri bulaştırma yapılmayan kontrol grupları ile karşılaştırıldığında TMAB ve maya-küf sayısı önemli düzeyde yüksek bulunmuştur (FO PCA $F_{3,11} = 843.4$; $P < 0.01$, FO YPG $F_{3,11} = 110.9$; $P < 0.01$, Çizelge 3). Ancak, FO uygulamasının m.o. popülasyonunu üzerine hem sayısal hem de istatistiki anlamda etki etmediği gözlenmiştir. Oda koşullarında 100 cc oksijenin absorbe edilmesi için 2.2 g $FeCO_3$ 'e gereksinim duyulduğu belirtilmektedir (Gaikwad ve Lee 2017). Bu çalışmada 100 cc kavanoz hacmi için 3.5 g ferrik oksit kullanılmasına rağmen antimikrobiyal etki gözlenememiştir. Daha önceki çalışmalarda, ferrik oksidin kuru meyvelerde antimikrobiyal etkisi olduğu belirtilmesine rağmen, bu etkinin hangi mikroorganizmalara karşı, hangi doz ve sürelerde olduğu belirtilmemiştir (Janjarasskul ve Suppakul, 2018; Yıldırım ve ark. 2018).

Çizelge 3. Ferrik oksit uygulamalarının mikroorganizma yüküne etkisi

| Uygulama | Toplam mezofilaerob bakteri sayısı (Log kob/g) * | Maya küf sayısı (Log kob/g) * |
|------------|---|----------------------------------|
| A(+) FO(-) | 4.20±0.03a | 5.21±0.51a |
| A(+) FO(+) | 4.45±0.17a | 5.62±0.31a |
| A(-) FO(+) | 0b | 0b |
| A(-) FO(-) | 0b | 0b |

A(+), Akar bulaştırılan kayısılar; A(-), akar bulaştırılmayan steril kayısılar

FO(+), Ferrik oksit uygulanan kayısılar; FO(-), Ferrik oksit uygulanmayan kayısılar

* Aynı sütundaki farklı harfler LSD testine göre %1 düzeyinde önemli düzeyde farklılığı göstermektedir.

Uygulamaların Meyve Renk Kalite Parametrelerine Etkisi

Ozon uygulanmayan akarlı örneklerin “L” değerinin, kontrol grubu olarak kullanılan akar bulaştırılmamış ozonlu ve ozonsuz kuru kayısı örneklerine göre istatistiki anlamda yüksek olduğu görülmüştür ($F_{3,99}= 10.04$; $P<0.01$). Diğer taraftan, akar bulaştırılan ve ozon uygulanan örneklerde hem göreceli hem de istatistiki anlamda kontrole göre farklılık görülmemiştir (Çizelge 4). Kontrol gruplarına göre, akar ve ozon uygulamasının “a” değerini istatistiki olarak artırdığı belirlenmiştir ($F_{3,98}= 7.53$; $P<0.01$). Diğer taraftan, akar bulaştırılan ancak ozon uygulanmayan örneklerde kontrole göre bir farklılık görülmemiştir (Çizelge 4). Muameleler ve kontrol gruplarının “b” değeri değişimi incelendiğinde, aralarında istatistiki bir farklılık görülmemiştir ($F_{3,99}= 2.37$; $P=0.08$, Çizelge 4). Ozon uygulanmayan akar bulaştırılmış kayısı örneklerinde, akar zararından kaynaklanan renk açılması önemli seviyede yüksek bulunmuştur. Bu etki zararının deri artıkları ve maya-küf etmenlerinin artışı nedeniyle meydana gelmiş olabilir (Hughes, 1976). Ayrıca, ozonun oksidasyon ve akar popülasyonunu düşürücü etkisi nedeni ile ozon uygulanan akarlı örneklerde renk açılması gözlenmemiş ve kontrol ile aynı seviyede kalmıştır (Hughes, 1976; Güldalı ve Çobanoğlu, 2010; Işıkber ve ark. 2015). Diğer taraftan, akar bulaşıklılığı meyvede kırmızılığı istatistiki anlamda etkilemezken, ozon uygulamak meyvede kırmızı rengi önemli seviyede arttırmıştır. Çalışmamızla benzer olarak, ozonun, karotenoidlerin konjuge çift bağları ile reaksiyona girerek, sarılığı azalttığı, 10-115 $\mu\text{g L}^{-1}$ ozonun havuçlarda “L” değerinde artışa ve buna bağlı olarak turuncu-kırmızı rengin açılmasına sebep olduğu belirtilmiştir. Ancak, 8 $\mu\text{g L}^{-1}$ düzeyinde ozonun havuç rengini etkilemediği, benzer şekilde, domates, papaya ve elmada da ozon uygulamasına bağlı renk değişikliği görülmediği tespit edilmiştir (de Souza ve ark. 2018).

Çizelge 4. Ozon uygulamalarının meyve renk kalite parametrelerine etkisi

| Uygulama | L | a | b |
|-----------|-------------|-------------|-------------|
| A(+) O(-) | 29.78±0.64a | 3.73±0.39ab | 19.49±0.57a |
| A(+) O(+) | 25.38±0.89b | 6.60±2.29a | 18.49±2.93a |
| A(-) O(+) | 26.24±0.53b | 4.56±0.67b | 19.67±0.60a |
| A(-) O(-) | 27.24±0.33b | 3.19±0.37b | 20.87±0.31a |

L: Açıklıkla (L=100), koyuluk (L=0) arasındaki değişim; a: yeşille (-a) kırmızı (+a) arasındaki değişim; b: maviyle (-b) sarı (+b) arasındaki değişim

A(+), Akar bulaştırılan kayısılar; A(-), akar bulaştırılmayan steril kayısılar

O(+), Ozon gazı uygulanan kayısılar; O(-), Ozon gazı uygulanmayan kayısılar

* Aynı sütundaki farklı harfler Tukey testine göre %1 düzeyinde önemli düzeyde farklılığı göstermektedir.

Kontrol grubu olarak kullanılan, akar bulaştırılması yapılmamış FO uygulanan ve uygulanmayan kuru kayısı örnekleri ile karşılaştırıldığında, FO uygulanmayan akarlı örneklerde, istatistiki anlamda “L” değeri artmıştır. Diğer taraftan, akar bulaştırılmayan ve FO uygulanmayan kontrol grubuna göre, akar bulaştırılan ve FO uygulanan örneklerde istatistiki anlamda farklılık görülmemiştir. Ancak, akar bulaştırılmayan ve FO uygulanan kontrol örneklerinde “L” değeri akarlı muamelelere göre önemli düzeyde düşüş göstermiştir ($F_{3,74}= 6.67$; $P<0.01$; Çizelge 5). Kontrol gruplarına göre, akar ve FO uygulamasının “a” değerini değiştirmediği belirlenmiştir ($F_{3,68}= 0.94$; $P=0.43$). Benzer şekilde, akar ve FO uygulamalarının “b” değeri üzerinde etkili olmadığı saptanmıştır

($F_{3,74}= 0.45$; $P=0.73$; Çizelge 5). Ferrik oksidin bir etkisi de renk değişimlerini engellemesidir (Janjarasskul ve Suppakul 2018). Bu çalışmada, bu literatür bilgisiyle uyumlu olarak FO'in akar zararından kaynaklanan renk açılmasını önemli seviyede düşürdüğü tespit edilmiştir.

Çizelge 5. Ferrik oksit uygulamalarının meyve renk kalite parametrelerine etkisi

| Uygulama | L | a | b |
|------------|--------------|------------|-------------|
| A(+) FO(-) | 33.74±1.01a | 4.05±0.48a | 24.49±0.87a |
| A(+) FO(+) | 33.01±0.75ab | 4.59±0.45a | 23.53±0.78a |
| A(-) FO(+) | 28.34±1.26c | 3.59±0.49a | 22.99±1.31a |
| A(-) FO(-) | 29.63±0.74bc | 4.88±0.63a | 23.54±0.95a |

L: Açıklıkla (L=100), koyuluk (L=0) arasındaki değişim; a: yeşille (-a) kırmızı (+a) arasındaki değişim; b: maviyle (-b) sarı (+b) arasındaki değişim

A(+), Akar bulaştırılan kayısılar; A(-), akar bulaştırılmayan steril kayısılar

FO(+), Ferrik oksit uygulanan kayısılar; FO(-), Ferrik oksit uygulanmayan kayısılar

* Aynı sütundaki farklı harfler Tukey testine göre %1 düzeyinde önemli düzeyde farklılığı göstermektedir.

Uygulamaların Meyve Tekstür Parametrelerine Etkisi

Kuru kayısı örneklerinin tekstürel açıdan sertlik ve çignenebilirlik özellikleri belirlenmiştir (Çizelge 6 ve 7). Ozon uygulanmayan akarlı örnekler, kontrol grubu olarak kullanılan, akar bulaştırılmamış ozonlu ve ozonsuz örnekler ile karşılaştırıldığında, sertlik ve çignenebilirlik değerlerinde göreceli olarak bir artış belirlenmiştir. Ancak, akar bulaştırılan ve ozon uygulanan örneklerde sertlik ve çignenebilirlik değerlerinde her iki kontrole göre önemli düzeyde artış olduğu, ozon uygulamasının akar bulaştırılmamış örneklerde sertleşmeyi geciktirdiği saptanmıştır (Sertlik $F_{3,40}= 3.44$; $P=0.03$; Çignenebilirlik $F_{3,40}= 4.93$; $P<0.01$; Çizelge 6). Muhtemelen akarın yumuşak dokularda beslenmesi sırasında meyvede sertleşme etkisi ortaya çıkmıştır (Hughes, 1976). Ayrıca, akarlı örneklerde ozonun sertliğin artmasında etkili olduğu da gözlemlenmiştir. Birçok farklı meyve ile yapılan çalışmada, ozon uygulamasının meyvelerde tekstür üzerine etkisinin farklı şekillerde olduğu, elma, üzüm, armut da tekstürü etkilemezken, kivi, papaya, çilek ve domates de sertliğin korunmasını iyileştirdiği, havuç dilimlerinde ise sertleşmeyi geciktirdiği tespit edilmiştir. Bu farklılıkların meyve türü, çeşidi, bileşimi ve olgunluk düzeyinden kaynaklandığı belirtilmiştir (de Souza ve ark. 2018).

FO uygulanmayan akarlı örnekler, kontrol grubu olarak kullanılan akar bulaştırılmamış ve FO uygulanmamış örnekler ile karşılaştırıldığında, daha düşük sertlik ve çignenebilirlik değerlerine sahip oldukları görülmüştür (Sertlik $F_{3,39}= 3.67$; $P=0.02$; çignenebilirlik $F_{3,39}= 6.17$; $P<0.01$; Çizelge 7). Diğer taraftan, akar bulaştırılmayan ve FO uygulanan kontrol gruplarında diğer kontrole ve muamelelere göre sertlik ve çignenebilirliğin önemli düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir. FO'in nem çekici özelliğinden dolayı, akar bulaştırılmayan kontrol gruplarında meyve sertliğini artırdığı belirlenmiştir. Ancak daha önemlisi, akar bulaştırılan örneklerde, meydana gelen yumuşamanın FO uygulaması ile istatistiki anlamda önlenildiği görülmüştür (Janjarasskul ve Suppakul, 2018).

Çizelge 6. Ozon uygulamalarının tekstür parametrelerine etkisi

| Uygulama | Sertlik (g) | Çiğnenebilirlik (gs) |
|-----------|------------------|----------------------|
| A(+) O(-) | 7753.89±625.57ab | 13673.36±1404.4ab |
| A(+) O(+) | 8280.16±485.36a | 17064.08±1146.1a |
| A(-) O(+) | 6134.79±616.99b | 10314.88±1321.8b |
| A(-) O(-) | 6599.06±545.64ab | 13743.61±1107.1ab |

A(+), Akar bulaştırılan kayısılar; A(-), akar bulaştırılmayan steril kayısılar

O(+), Ozon gazı uygulanan kayısılar; O(-), Ozon gazı uygulanmayan kayısılar

* Aynı sütundaki farklı harfler Tukey testine göre %1 düzeyinde önemli düzeyde farklılığı göstermektedir.

Çizelge 7. Ferrik oksit uygulamalarının tekstür parametrelerine etkisi

| Uygulama | Sertlik (g) | Çiğnenebilirlik (gs) |
|------------|------------------|----------------------|
| A(+) FO(-) | 2642.04±625.80b | 4430.67±1212.4b |
| A(+) FO(+) | 3315.31±407.02ab | 5620.66±1026.3b |
| A(-) FO(+) | 4527.96±297.92a | 9435.98±687.00a |
| A(-) FO(-) | 4004.39±313.04ab | 7810.50±455.80ab |

A(+), Akar bulaştırılan kayısılar; A(-), akar bulaştırılmayan steril kayısılar

FO(+), Ferrik oksit uygulanan kayısılar; FO(-), Ferrik oksit uygulanmayan kayısılar

* Aynı sütundaki farklı harfler Tukey testine göre %1 düzeyinde önemli düzeyde farklılığı göstermektedir.

Uygulamaların Meyve Duyusal Parametrelerine Etkisi

Akar bulaştırılmayan örneklerde ozon ve FO uygulamalarının meyve duyusal parametrelerine (görünüş, renk, koku, tat, aroma ve yeme kalitesine) etkisi Çizelge 8’de gösterilmiştir. Panel değerlendirmesine göre ozon ve FO uygulanan örneklerde bunların uygulanmadığı örneklere nazaran herhangi bir duyusal farklılığın olmadığı belirlenmiştir (Görünüş $F_{3,55} = 1.09$; $P=0.36$; Renk $F_{3,55} = 1.46$; $P=0.24$; Koku $F_{3,55} = 0.47$; $P=0.70$; Tat $F_{3,55} = 1.85$; $P=0.15$; Aroma $F_{3,55} = 2.37$; $P=0.08$; Yeme Kalitesi $F_{3,55} = 0.50$; $P=0.68$). Benzer sonuçlar kavunlarda da tespit edilmiş, ozonun çalışmalarda uygulanan dozlar ve sürelerde duyusal özellikler üzerine olumsuz etkisi olmadığı belirtilmiştir (Selma ve ark. 2008). Akbas ve Ozdemir (2008)’in kırmızı pul biberler üzerinde yaptığı araştırmada ise, 0.1-1 ppm düzeyinde ozon uygulanan muameleler arasında tat, aroma, görünüş ve genel kabul edilebilirlik açısından fark görülmezken, 5-9 ppm arasında ozon uygulananlarda farklılıklar gözlemlendiği, ozonun duyusal özellikler üzerine olumsuz etkisinin bulunduğu belirtilmiştir.

Çizelge 8. Ozon ve Ferrik Oksit uygulamalarının meyve duyusal parametrelerine etkisi

| Uygulama | Görünüş | Renk | Koku | Tat | Aroma | Yeme Kalitesi |
|----------|------------|------------|------------|------------|------------|---------------|
| O(-) | 8.56±0.36a | 8.17±0.39a | 7.50±0.47a | 7.17±0.58a | 7.17±0.58a | 7.61±0.44a |
| O(+) | 8.00±0.24a | 7.50±0.35a | 6.94±0.39a | 6.67±0.49a | 6.33±0.58a | 7.06±0.56a |
| FO(-) | 8.70±0.39a | 8.60±0.45a | 7.30±0.73a | 7.50±0.67a | 7.50±0.73a | 7.90±0.48a |
| FO(+) | 8.70±0.34a | 8.40±0.43a | 7.80±0.63a | 7.80±0.59a | 8.40±0.43a | 7.70±0.49a |

O(+), Ozon gazı uygulanan kayısılar; O(-), Ozon gazı uygulanmayan kayısılar

FO(+), Ferrik oksit uygulanan kayısılar; FO(-), Ferrik oksit uygulanmayan kayısılar

* Aynı sütundaki farklı harfler Tukey testine göre %1 düzeyinde önemli düzeyde farklılığı göstermektedir.

Sonuç

Bu çalışmanın sonucunda akar bulaştırılan kayıslarda, kontrol grubuna göre, önemli düzeyde yüksek sayıda maya-küf ve bakteri gelişmesi tespit edilmiştir. Bu bulguya dayanarak, akarların mikroorganizmaların taşınmasında rol oynayabileceği ve kuru kayısı gibi ürünler için önemli bir mikrobiyal bulaşma kaynağı olabileceği düşünülmektedir. 20 sn boyunca uygulanan 44 mg L⁻¹ ozon gazı ve 35000 mg L⁻¹ ferrikoksitin 72 saatlik uygulamaları akar popülasyonlarını baskı altına alırken, mikrobiyal yüke herhangi bir etkisi olmamıştır. Bu durumun uygulanan ozon ve FO dozu ile etki süresinin yetersiz kalmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Diğer taraftan, uygulamaların akarla bulaşık kayısı meyvelerinde meyve rengi ve tekstürünü iyileştirici etkisi bulunurken, meyvenin duyuşal özelliklerine olumsuz bir etkisi tespit edilmemiştir. Bu açıdan bakıldığında, ozon ve FO uygulamalarının endüstriyel boyutta kullanımına dair umut verici sonuçlar edilmiştir. Geleceğe yönelik olarak, bu uygulamaların etkinliğini artıracak uygun doz ve uygulama sürelerini belirleyecek ve endüstriyel kullanıma uygun hale getirecek yeni çalışmalara gereksinim duyulmaktadır.

Kaynakça

- Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economical Entomology* 18(2). 265-267.
- Akbas, M.Y. ve M. Ozdemir. 2008. Effect of gaseous ozone on microbial inactivation and sensory of flake dried peppers. *International Journal of Food Science & Technology* 43(9). 1657-1662.
- Aksoy, U.,B.K. Meyvacı, F. Sen and A. Altindisli. 2004. Impact of fumigants applied to control storage pests on fruit quality of dried figs. *Integrated Protection of Stored Products IOBC Bulletin/WPRS* 27. 203-208.
- Aksoy, U.,F. Sen, and K.B. Meyvacı. 2012. Effect of post-harvest carbondioxide application on storage pests and fruit quality of dried figs. 9th. International Conference on Controlled atmosphere and Fumigation in Stored Products, 15-19 October 2012, Antalya, Turkey, p: 166-171.
- Altuğ, T. ve Y. Elmacı. 2005. Gıdalarda Duyusal Değerlendirme. Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, Bornova, İzmir. 130s.
- Anonim 2017a.<http://www.onikibilgi.com/tag/kayisi/> (Erişim tarihi: 15.11.2017)
- Anonim 2017b.<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. (Erişim tarihi: 20.11.2017)
- Anonim 2017c.<https://www.ekonomi.gov.tr/portal> (Erişim tarihi: 20.11.2017)
- Anonim 2017d.<http://www.tuik.gov.tr/PreTabloArama.do?metod=search&ar> (Erişim tarihi: 20.11.2017)
- Anonim 2017e. <http://essbiyosidal.com.tr/kurumsal/mevzuat/53-hizmetlerimiz.html> (Erişim tarihi: 20.11.2017)
- Anonim 2018a. <http://www.mikrobiyoloji.org/TR/Genel/BelgeGoster.aspx?F6E10F8892433CFFAAF6AA849816B2EF10F86F55954CBB47> (Erişim tarihi: 30.10.2018).

- Anonim 2018b. <http://textureanalysisprofessionals.blogspot.com/2014/12/texture-analysis-in-action-blade-set.html> (Erişim tarihi: 20.08.2018)
- Asma, B. M., Karaat, F. E., Çuhacı, Ç., Doğan, A., & Karaca, H. (2017). Türkiye'de Kayısı Islah Çalışmaları ve Islah Edilen Yeni Çeşitler. *Turkish Journal of Agriculture: Food Science and Technology* 5(11). 1429-1438.
- Bell, C.H. and S.T. Conyers. 2002. Modified atmospheres at raised temperatures for treatment of durable commodities. Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions, 5-8 March 2002, Orlando, Florida, USA, p: 52.
- Cemeroğlu, B. ve Acar, J. 1986. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 6, Ankara, 508p.
- Cuningtion, A.M. 1985. Factors affecting oviposition and fecundity in the grain mite *Acarus siro* L. (Acarina: Acaridae), especially temperature and relative humidity. *Experimental and Applied Acarology*, 1: 327-344.
- Çelik İ. ve G. Tümer. 2016. Gıda Ambalajlamada Son Gelişmeler. *Akademik Gıda* 14(2). 180-188.
- Çobanoğlu, S. 1996. Edirne İlinde Depolanmış Ürünlerde Saptanan Zararlı ve Yararlı Acarina Türleri ve Konukçuları. *Türkiye Entomoloji Dergisi* 20(3). 199-210.
- Çobanoğlu, S. N. Artık, ve L. Bayındırlı. 2004. Malatya, Elazığ ve İzmir illerinde depolanmış kuru kayısılarda zarar yapan Acarina takımına bağlı türlerin tanımı, yoğunlukları yayılışlarının belirlenmesi üzerine araştırmalar. TÜBİTAK TOGTAG TARP proje no: 2573-6. 1-119
- Demirtaş, N.M. ve H. Kırnak. 2009. Kayısıda Farklı Sulama Yöntemleri ve Aralıklarının Fizyolojik Parametrelere Etkisi. *YYÜ Tarım Bilimleri Dergisi* 19(2). 79-83.
- Desmarchelier, J.M. 1998. Potential new fumigants. Australian Postharvest Technical Conference, 26-29 May 1998, Canberra, Australia, p :133- 137.
- de Souza, L.P., L.R.D.A. Faroni, F.F. Heleno, P.R. Cecon, T.D.C. Gonçalves, G.J. da Silva and L.H.F. Prates. 2018. Effects of ozone treatment on postharvest carrot quality. *LWT-Food Science and Technology*, 90: 53-60.
- Ertaş, N. ve Y. Doğruer. 2010. Besinlerde Tekstür. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 7(1). 35-42.
- Emekçi, M. ve S. Toros. 1989. *Acarus siro*L.(Acarina,Acaridae)'nin değişik sıcaklık ve nem ortamlarındaki gelişmesi üzerinde araştırmalar. *Türkiye Entomoloji Dergisi* 13(4). 217-228.
- Emekçi, M., A.G. Ferizli, S. Tütüncü and S. Navarro. 2004. The efficacy of modified atmosphere applications against dried fruit pests in Turkey. *IOBC-WPRS (OILB SROP) Integrated Protection of Stored Products* 27(9). 227-231.
- Ferizli, A.G., ve M. Emekci. 2000. Carbondioxide fumigation as a methyl bromide alternative for the dried fig industry. Annual International. Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions, 6-9 November 2000, Orlando, Florida, p: 81.
- Ferizli, A.G., M. Emekci, S. Tütüncü and S. Navarro. 2004. Studies of phosphine as a fumigant for dried fruit under tarpaulin covers. International Conference on Controlled Atmosphere and Fumigation. 8- 13 August 2004, Gold Coast, Australia, p: 477-484.

- Gaikwad, K.K. ve Y.S. Lee. 2017. Current scenario of gas scavenging systems used in active packaging - a review. *Korean Journal of Packaging Science & Technology* 23(2). 109-117.
- Genç, H. ve A.İ. Özar. 1986. İzmir ilinde ambarlanmış ürünlerde bulunan akarlar üzerinde ön çalışmalar. *Türkiye Bitki Koruma Dergisi* 103. 175-183.
- Güldalı, B. ve S. Çobanoğlu. 2010. Kuru meyve akarı *Carpoglyphus lactis* (L.)(Acari: Carpo-glyphidae)'in farklı sıcaklık ve nem ortamlarındaki gelişme eşiği ve yaşam çizelgeleri üzerine araştırmalar. *Turkish Journal of Entomology* 34(1). 53-65.
- Güzel-Seydim, Z., Greene B.A.K. and Seydim, A.C. 2004. Use of ozone in the food industry. *LWT-Food Science and Technology*, 37(4): 453-460.
- Halkman, A. K. 2005. Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları. Başak Matbaacılık Ltd. Şti., Ankara, Türkiye. 522p.
- Hepsağ, F., Yıldırım, A., Gölge, Ö. ve Hayoğlu, İ. 2016. Determination of sulfurdioxide residue levels in dried apricots produced and consumed in Turkey. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi/Harran Journal of Agricultural and Food Science* 20(1). 7-11.
- Hubert, J., Erban, T., Nesvornaand, M. and Stejskal, V. 2011. Emerging risk of infestation and ontamination of dried fruits by mites in the Czech Republic. *Food Additives and Contaminants*, 28(9): 1129–1135.
- Hubert, J., Nesvorna, M., Kopecký, J., Ságová-Marečková, M. and Poltronieri, P. 2015. *Carpoglyphus lactis* (Acari: Astigmata) from various dried fruits differed in associated micro-organisms. *Journal of Applied Microbiology*, 118(2): 470-484.
- Hughes, A.M. 1976. The mites of stored food and houses (No. 2nd edition). Her Majesty's Stationery Office, UK. 400p.
- Işıkber, A.A., Öztekin, M.S., Dayısoylu, K.S., Duman, A.D. and Eroğlu, S. 2015. Efficacy of gaseous ozone at high concentrations against *Plodia interpunctella* (Hübner) and *Ephesia cautella* (Walker) in Almond. *Turkish Journal of Entomology*, 39(2): 187-198.
- Janjarasskul, T. and Suppakul, P. 2018. Active and intelligent packaging: the indication of quality and safety. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58(5): 808-831.
- Kavas, G. ve Kavas, N. 2001. Gıda ambalajları: tüketiciye dost yaklaşımlar. *Dünya Gıda*. <http://www.dunyagida.com.tr/haber/gida-ambalajlari-tuketiciye-dost-yaklasimlar/3849>. (Erişim Tarihi: 20.08.2018)
- Keskin, M., P. Setlek and S. Demir. 2017. Use of color measurement systems in food science and agriculture. International Advanced Researches & Engineering Congress, 16-18 November 2017, Osmaniye, Turkey, p: 2350-2359.
- Longshu, L., Xiaowei, Z. and Yiquan, G. 1992. The acute lethal effects of low oxygen and high carbon dioxide on *Tyrophagus putrescentiae* at different temperatures. *J. Grain Storage*, 5: 3-7.
- Özer, M. ve Toros, S. 1978. Kuru Meyve Akarı *Carpoglyphus lactis* (L.). *Türkiye Bitki Koruma Dergisi*, 2 (4): 223-230.

- Özer, M., Toros, S., Çobanoğlu, S., Çınarlı S. and Ekmekçi, M. 1989. The description, distribution and habitats of Acarina species harmful to stored grains and grain products and dried fruits in Izmir Province. *DOĞA, Türk, Tarım ve Ormanlık Dergisi*, 13(3b): 1154-1189.
- Öztekin, S., Işıkber, A.A., Zorlugenç, B., Zorlugenç, F.K., Ulusoy, R., Satar S. ve Fenercioğlu, H. 2007. Ozon uygulamasının kuru incirde mikrobiyel flora, aflatoksin B1 ve değirmen güvesi (*Ephesia kühniella* Zeller) üzerine etkileri. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 3: 169-177.
- Selma, M.V., Ibáñez, A.M., Allende, A., Cantwelland, M.and Suslow, T. 2008. Effect of gaseous ozone and hot water on microbial and sensory quality of cantaloupe and potential transference of *Escherichia coli* O157: H7 during cutting. *Food Microbiology*, 25(1): 162-168.
- Simon, J. Y. 2014. The toxicology and biochemistry of insecticides. CRC Pressbook, UK. 380p.
- Şen, F., Meyvaci, K.B., Aksoy, U., Emekçi M. and Ferizli, A.G. 2009. Effects of the post-harvest application of methyl bromide alternatives on storage pests and quality of dried fig. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 33(4): 403-412.
- Turanlı, F. 2003. Studies on infestation levels of pests on dried fig in Aydın and Izmir provinces. *Turkish Journal of Entomology*, 27: 171-180.
- Turgu V. and Kumral, N.A. 2019. Alternative control agents of the dried fruit mite, *Carpoglyphus lactis* (L.) (Acari: Carpoqlyphidae) on dried apricots. *Acarological Studies*, 1(1): Baskıda.
- Wang, B.M., Wang, Z.Q., Wu, Z.Y., Wangand X.W. and Fan, Q.H. 2008. The occurrence and control of *Carpoglyphus lactis* (Linnaeus) (Acari: Carpoqlyphidae). *Entomological Journal of East China*, 17(2). 156-160.
- Yıldırım, S., Bettina, R., Marit, K., Pettersen, J., Nilsen-Nygaard, Z., Ayhan, R., Rutkaite, T., Radusin, P., Suminska, B., Marcos Coma, V. 2018. Active packaging applications for food. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17(1): 165-199.