KURU MEYVE AKARI *Carpoglyphus lactis* (L.) (Acari: Carpoglyphidae)'in MÜCADELESİNDE OZONUN NANO SOLÜSYON FORMÜLASYONUN KULLANIMI ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR

Pınar BALTA

T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KURU MEYVE AKARI *Carpoglyphus lactis* (L.) (Acari: Carpoglyphidae)'in MÜCADELESİNDE OZONUN NANO SOLÜSYON FORMÜLASYONUN KULLANIMI ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR

Pınar BALTA

0000 0003 3814 9372

Prof. Dr. Nabi Alper KUMRAL
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

BURSA – 2020

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KURU MEYVE AKARI *Carpoglyphus lactis* (L.) (Acari: Carpoglyphidae)'in MÜCADELESİNDE OZONUN NANO SOLÜSYON FORMÜLASYONUN KULLANIMI ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR

Pınar BALTA

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nabi Alper KUMRAL

Kuru meyvelerin önemli bir akar zararlısı olan *Carpoglyphus lactis* (L.) (Astigmata: Carpoglyphidae), kuru kayısıların meyve şekerleri ile beslendiğinde ürünün bozulmasına, istenmeyen kokular oluşmasına ve nihayetinde pazar değerini kaybetmesine neden olmaktadır. Daha önce yapılan çalışmalar, ozon gazının akara karşı zehirli özelliğinden dolayı kuru meyvelerde mücadele amaçlı olarak kullanılabileceğini göstermiştir. Ancak, ozon gazının hızlıca O_2 ve O^-'ye parçalanması nedeniyle kısa kalıcılık özelliği, bu gazın akarın mücadelesinde kullanımını sınırlamaktadır. Bu çalışmada, yeni bir nano ozon solüsyonu olan Genoxyn nanotech'in bu zararlı akar üzerindeki biyolojik aktiviteleri araştırılmıştır. Araştırmada formülasyonun akar üzerinde öldürücü doza [lethal konsantrasyonlar (LC)] ve süreye [lethal zaman (LT)] bağlı, uzaklaştırıcı, yumurta bırakmayı engelleyici etkileri ve kalıcılığı değerlendirilmiştir. Bu çalışma, formülasyonun %0,27 konsantrasyonunun dişi akarların %90'ını 48 saat içinde öldürdüğünü göstermiştir. Probit analizi sonuçlarına göre, Genoxyn nanotech'in akara karşı %0,1, 0,2 ve 0,4 oranlarda kullanılması durumunda, öldürücü zaman (LT_{90}) sırasıyla 121, 82 ve 66 saat olarak belirlenmiştir. Kalıcılık testlerinde, formülasyonun öldürücü etkilerinde ilk 7 gün boyunca istatistiki anlamda önemli bir değişikliğin olmadığı görülmüştür.Ancak, 10 günden sonra öldürücü etkisinde %12-17 arasında bir düşüş saptanmıştır. Kaçırıcı etki için yapılan Pearson'ın ki-kare testine göre, formülasyonun %0,1 üzerindeki konsantrasyonlarla ilaçlanan kayısılardan *C. lactis* dişilerinin güçlü bir şekilde kaçtıkları görülmüştür. Sonuç olarak, bu çalışmada Genoxyn nanotech'in belirlenen dozlarının *C. lactis* dişilerine karşı toksik ve kaçırıcı etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada belirlenen dozlarla muamele edilmesi durumunda formülasyonun 10 gün süren kalıcılığı sayesinde kuru kayısılarda *C. lactis* mücadelesinde kullanılabileceği ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Akar, kaçırıcı, kayısı, mücadele, nano-formülasyon, ozon, toksik.
2020, viii + 53 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

INVESTIGATIONS ON USE OF NANO SOLUTION OZONE FORMULATION FOR CONTROL OF THE DRIED FRUIT MITE, *Carpoglyphus lactis* (L.) (Acari: Carpoglyphidae)

Pınar BALTA

Bursa Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Plant Protection

Supervisor: Prof. Dr. Nabi Alper KUMRAL

When the dried fruit mite, *Carpoglyphus lactis* (L.) (Astigmata: Carpoglyphidae), feeds on the fruit sugar of the dried apricot, the mite causes unwanted flavors and odors, ultimately deteriorating the product. Previous studies showed that ozone gas could be used against the mite on dried fruits due to its toxic fumigant feature. However, ozone gas shows short residual activity and quickly degraded to O_2 and O^-. This feature of the gas occurred some disadvantages in the control of the mite. In this study, the biological effect of a new nano-solution ozone formulation, namely Genoxyn nanotech, to packaged dried apricot infested with *C. lactis* was studied. In tests, the lethal effects [lethal concentrations (LC), lethal times (LT)], persistence, repellence, and oviposition deterrent activities of the formulation were determined. The current study showed that 0,27% concentration of the formulation caused were a death rate of 90% in females within 48 h. Based on probit analysis, LT_{90} values were estimated 121, 82 and 66 h when Genoxyn nanotech was applied against *C. lactis* females with concentrations of 0,1, 0,2 and 0,4%, respectively. In persistence tests, there is no significant decreasing in the lethal effects of the formulation within seven days. But, 10 days after the treatment, a death rate of the females was decline with rates varied from 12 to 17%. According to Pearson's chi-squared test, *C. lactis* females demonstrated a strong aversion to dried apricots sprayed with sublethal concentration (0,1%). Thus, this study showed that determined concentrations of Genoxyn nanotech have toxic and repellent activities on *C. lactis* females. With persistence activity of the formulation more than 10 days, it could be used with residual methods for control of *C. lactis* on dried apricots.

Key words: apricot, control, mite, nano-formulation, ozone, repellent, toxic

2020, viii + 53 pages.

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmamın gerçekleştirilmesinde, değerli bilgilerini benimle paylaşan, kendisine ne zaman danışsam bana zaman ayırıp her sorunu çözmek için tüm bilgisini ve tecrübesini aktaran, çalışmamda konu, kaynak ve yöntem açısından bana sürekli yardımda bulunarak yol gösteren, gelecekteki mesleki hayatım boyunca da bu bilgilerden faydalanacağımı düşündüğüm saygıdeğer danışman hocam; Prof. Dr. Nabi Alper KUMRAL'a, orijinal araştırma materyalinin üretimini yapan ve farklı konsantrasyonlarını hazırlayan Dr. Ahmet Ümit SABANCI'ya, çalışma süresince tüm zorlukları benimle göğüsleyen, desteklerini ve yardımlarını asla esirgemeyen, sürekli motivasyonumu yüksek tutmamı sağlayan arkadaşlarıma, beni bugünlere kadar özveriyle yetiştiren, hayatımın her evresinde bana maddi manevi destek sağlayan ve bu tez çalışmamda da sürekli yanımda olan, en büyük şansım aileme teşekkürlerimi borç bilirim.

Pınar BALTA
17/09/2020

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
℃	Santigrad derece
µm	Mikrometre
g	Gram
ml	Mililitre
mg	Miligram
kg	Kilogram
l	Litre
nm	Nanometre
m^3	Mertreküp
mg/l	Miligram/Litre
cal/mg	Kalori/Miligram
pH	Asitlik veya Bazlık derecesi

Kısaltmalar	Açıklama
ANOVA	Varyans Analizi
FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TARIS	İncir, Üzüm, Pamuk ve Yağlı Tohumlar Tarım Satış Kooperatifleri Birlikleri
TPE	Türk Patent Enstitüsü
USDA	Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı
LC	Lethal Konsantrasyon
LT	Lethal Zaman
LC_{50}	%50 Öldürücü Konsantrasyon
LC_{90}	%90 Öldürücü Konsantrasyon
LT_{50}	%50 Öldürücü Zaman
LT_{90}	%90 Öldürücü Zaman
T	Döl Süresi
r_m	Kalıtsal üreme yeteneği
λ	Popülasyon artış hızının sınıflandırma oranı
N	Azot
O_2	Oksijen
O_3	Ozon
O^-	Oksijen atomu
CO_2	Karbondioksit
MeBr	Metil Bromür

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

1. GİRİŞ

Rosales takımının Rosaceae familyasından olan kayısının (*Prunus armeniaca* L.) yüksek demir, A vitamini ve selüloz içeriği nedeniyle insan beslenmesinde ve sağlığında önemli katkıları bulunmaktadır (Asma ve ark., 2017). Ülkemizde kayısı başta Malatya olmak üzere Doğu ve İç Anadolu, Ege, Akdeniz ve Marmara bölgelerinde üretilmektedir. Malatya ilinde yetiştirilen kayısının önemli bir bölümü ise kurutulmuş olarak ihraç edilmektedir (Anonim, 2018a). Kayısı başta olmak üzere bazı meyvelerin kurutulması ürünün raf ömrünü uzatmakta ve ticaretini ve ihracatını mümkün kılmaktadır. Ülkemiz kuru meyve üretimi ve ihracatında dünya genelinde çok önemli bir yere sahiptir (Anonim, 2018b). Bu ürünler arasında kuru kayısı yüksek bir ekonomik değere sahiptir. Kayısı gibi kurutulmuş meyvelerde su içeriği oldukça fazla düştüğü için meyve üzerinde şeker kristalleri oluşmaktadır. Bu zengin şeker kaynağı önemli bir depo zararlısı olan Kuru meyve akarı *Carpoglyphus lactis* (L.) (Acari: Carpoglyphidae)'in gelişmesine ve üremesine olanak sağlamaktadır (Aksoy ve ark., 2004). Zararlı yüksek nem ve oda sıcaklığı ve üzerindeki sıcaklıklarda çok hızlı bir şekilde gelişmektedir. Çok kısa bir gelişme süresine sahip akar yıl boyunca çok fazla döl vermektedir. Zararlı için en uygun çevre koşullarının 28°C sıcaklık ve %80 nem olduğu belirlenmiştir. Bu uygun koşullarda bir dişi günde 0,37 dişi, ömrü boyunca ise 22 dişi üretebilmektedir. Yine aynı koşullarda bir dişi 8 gün içinde gelişmesini tamamlayıp ergin olabilmektedir (Güldalı ve Çobanoğlu, 2010).

Zararlı akar ülkemizde farklı bölgelerde kuru incir, kuru kayısı ve kuru üzüm gibi birçok kuru meyvede belirlenmiş olup, en çok saptandığı ürün kayısı olarak rapor edilmiştir (Özer ve Toros, 1978; Genç ve Özar, 1986; Çobanoğlu ve ark., 2004; Dizlek ve ark., 2019). Bu zararlı akarın kuru meyveler üzerinde beslenmesi sonucu tükrük bezlerindeki salgılar ve dışkılar nedeniyle üründe istenmeyen mikrobiyal gelişimlere yol açtığı belirtilmektedir. Ayrıca, bazı alerjen komponentleri taşıdığı ve mikotoksin oluşturan *Aspergillus* ve *Penicillium* türleri ile ilişkisi olduğu da bildirilmektedir (Hubert ve ark., 2011; 2015). Meyve üzerinde yüksek popülasyonlar oluşması ve üründe ağır bir bulaşıklılık olması durumunda, üründe istenmeyen tat ve koku oluşmakta ve ürün tüketilemeyecek duruma gelmektedir (Özer ve Toros, 1978; Genç ve Özar, 1986; Özer ve ark., 1989; Turanlı, 2003; Çobanoğlu, 1996; Öztekin ve ark., 2007;

Güldalı ve Çobanoğlu, 2010; Hubert ve ark., 2011; 2015). Bu zararlının kuru kayısılarda bulaşık olmaması, gıda güvenliği ve ihracatta çok önemli bir kriterdir. Çoğu zaman zararlıyla ilişkili mikrobiyal etmenlerin toksinleri nedeniyle ürünlerin Avrupa Birliği Ülkelerine ihracatına izin verilmemektedir (RASSF Portal, 2019).

Bu nedenle, zararlı akarla mücadelede üründe kalıcılığı olmayan ve ani etki gösteren fumigasyon yöntemlerine başvurulmaktadır. Geçmiş yıllarda yüksek ve hızlı etkiye sahip olması nedeniyle sıklıkla metil bromür kullanılmıştır. Ancak, bu gazın ozon tabakasını inceltici etkisi bulunmuştur. Gazın bu olumsuz etkisi nedeniyle dünyaya gelen zararlı ultraviyole ışınların geçişi kolaylaşmaktadır. Bu ve benzeri gazların ileri zamanlarda büyük bir çevre felaketine yol açmaması için, Kyoto protokolü uyarınca kullanımı birçok ülkede sınırlandırılmıştır (Anonim, 2018c). Bunun dışında son yıllarda akarın fumigasyonunda aliminyum fosfit, magnezyum fosfit ve karbondioksit gazları yoğun olarak kullanılmaktadır (Longshu ve ark., 1992; Ferizli ve Emekçi, 2000; Emekçi ve ark., 2004; Wang ve ark., 2008; Şen ve ark., 2009; Aksoy ve ark., 2012). Bunların dışında da karbonil sülfit, sülfuril, florit, cyfluthrin ve iodomethane etken maddelerinin de etkili olduğu belirtilmektedir (Ferizli ve ark., 2004; Şen ve ark., 2009). Bu alternatifler içinde fosfin gazlarının etkisi oldukça yüksek bulunmasına rağmen, bunların düşük sıcaklıklarda etkisinin azalması veya etki süresinin düşmesi ve bunun yanında korozif ve yanıcı olmaları önemli pratik sorunlarıdır.

Çevreye zarar vermeyen, kalıntı bırakmayan ve insan sağlığına etkisi olmayan alternatif bir yöntem olarak Ozon gazının farklı konsantrasyonlar ve sürelerde bu akara karşı etkili olduğu son yıllarda çalışmış olduğum laboratuvarda önceki çalışmalarda gösterilmiştir (Turgu ve Kumral, 2019; Kumral ve ark., 2019). Benzer olarak, ozon gazının depolanmış bademlerdeki zararlılara karşı yüksek konsantrasyon ve kısa maruz kalma sürelerinde oldukça etkili olduğu tespit edilmiştir (Işıkber ve ark., 2015). Diğer taraftan, ozonun, yüksek oksidasyon kapasitesi ile hem zararlılara hem de mikroorganizmalara öldürücü etkisi olduğu da gösterilmiştir (Güzel-Seydim ve ark., 2004). Ancak, ozon gazının hızlıca O_2 ve O^-'ye parçalanması nedeniyle kısa kalıcılık özelliği, bu gazın akarın mücadelesinde kullanımını sınırlamaktadır. Gazın çabuk parçalanması sonucu etki kalıcı olmamakta ve başarılı olmak için yüksek

konsatrasyonların kısa maruz kalma sürelerinde uygulanması gerekmektedir. Yüksek konsantrasyon kullanımı ise yine korazif olma ve hedef dışı organizmalara toksik olma gibi sorunlar ortaya çıkarmaktadır. Ozon gazının bu hızlı parçalanma özelliğini yavaşlatmak ve yavaş bir salınımla etkiyi daha uzun bir süreye yaymak amacıyla yeni bir nano-ozon solüsyon formülasyonu olan Genoxyn nanotech adlı bir ürün Biyofarma İlaç, Kimya, Sağlık, Hizmetleri Sanayi Ticaret Ltd. Şti. tarafından geliştirilmiştir. Firma tarafından daha önce patentlenen ve marka tescili alınan bu ürün, önceki çalışmalarda insan ve hayvan sağlığı alanlarında birçok hastalığın tedavisinde başarı sağladığı gösterilmiştir. Tamamen yerli üretim olan bu ürün henüz bitki koruma ürünü olarak dünyanın hiçbir yerinde ruhsat almamıştır. Tamamen gıdada kullanıma izin verilen katkı maddeleriyle hazırlanan bu formülasyonla yapılacak uygulamaların zararlıya olan etkileri bu araştırma ile ortaya konulması amaçlanmıştır. Formülasyonun *Carpoglyphus lactis*'in dişilerine olan öldürücü (Lethal konsantrasyonlar ve Lethal zaman), yumurta bırakmayı engelleyici ve kaçırıcı etkileri bu çalışma kapsamında laboratuvar ortamında test edilmiştir. Ayrıca, akarlar üzerindeki biyolojik etkinin süreye bağlı değişimi analiz edilerek, ürünün kalıcılığı hakkında önemli bilgiler sağlanmıştır. Ayrıca, akardan kaynaklanan zararlı mikroorganizma yüküne olan etkisi de bu araştırmada invitro ortamda ortaya konmuştur.

2.KAYNAK ARAŞTIRMASI

Solomon (1943), kurutulmuş meyve zararlısı olarak bildirilen akarlar arasında *Carpoglyphus lactis* (L.) (Astigmata: Carpoglyphidae), *Glycyphagus domesticus* (De Geer) (Acari: Glycyphagidae) ve *Tyroglyphus farinae* DeG. (Acari: Acaridae)'nin bulunduğunu ifade etmiştir. Kurutulmuş meyvelerin -12,2 ila 2,2°C arasındaki bir sıcaklıkta tutulmasıyla *Carpoglyphus'*tan korunabileceğine dair bir açıklama yapmıştır. Tütünden elde edilen eterik yağların akarları uzaklaştırdığı ancak bu uygulamayla ürünlerin kalitesinin düştüğünü belirtmektedir. Yumrular ve çiçek soğanlarında akarın olduğunu da burada kısaca belirtmiştir. Mücadele yöntemi olarak genellikle ısıl işlemin kullanıldığını bildirmiştir. Ayrıca 50°C sıcaklıktaki suya daldırmanın etkili olduğunu bulmuştur. Diğer depolanmış ürünler arasında cevizlerin *T. farinae* tarafından, limonların *Tyroglyphus americanus* Banks (Acari: Acaridae) tarafından istila edildiğini kaydetmiştir. Önleyici tedbirler arasında ortamda kuru koşulların sağlanması, kemirgenlerin, kuşların ve böceklerin ortamdan uzak tutulması ve hijyenite kurallarına uyulması olduğunu bildirmektedir. Yüksek bulaşıklılık durumunda, biyolojik kontrol, eleme, mekanik imha, kurutma, serin saklama ve dondurma, zehirli olmayan tozların uygulanması, yüksek frekanslı akımların kullanımı, hermetik sızdırmazlık, geniş seçenekli fumigasyon malzemeler, püskürtme ve yıkama gibi kontrol yöntemlerinin bu makalede ele alındığını kaydetmiştir.

Chmielewski (1970a), eski bal peteklerinde ve atık organik malzemelerde yapılan incelemelerde, *C. lactis'*in kovanların yaklaşık % 17'sinde ve depolanmış bal örneklerinin %20'sinde bulunduğunu ifade etmiştir. Ergin akarların 354-437 µm uzunluğunda ve 183-211 µm genişliğinde; yumurtalarının 123 µm uzunluğunda ve 78 µm genişliğinde olduğunu belirtmiştir. Maya içeren bir ortamda akarların yaşam döngüsünü belirlediklerini kaydetmektedir. Her dişinin, 25°C sıcaklıkta ve %85 nispi nemde tutulduklarında 20 günde ortalama 278 yumurta koyduğunu belirtmişlerdir. Toplam gelişmenin 9 gün sürdüğünü ve optimum şartlar altında popülasyonun 16 günde 100 kattan fazla artabileceğini belirtmiştir.

Chmielewski (1970b), *C. lactis*'in incelenen 105 bal örneğinin 21'inde ve eski petek taraklarında bulunduğunu belirtmiştir. Akarın mücadelesinin çok zor olduğunu ve bu çalışmada akarın hayat çemberi boyunca görünen altı dönemini gösterdiklerini kaydetmiştir. Ayrıca bu akarın bulaştığı balın insan sağlığı için tehlikeli olduğunu belirtmiştir.

Sasa ve ark. (1970), Japonya'da dört yaygın ev tozu akarlarını, *Dermatophagoides farinae* Hughes, *Tyrophagus putrescentiae* (Schr.), *Aleuroglyphus ovatus* (Troup.) ve *C. lactis*'i laboratuvarda yetiştirdiklerini bildirmektedirler. Sıçanlar ve fareler için kullanılan toz halindeki laboratuar gıdalarının, ilk üç tür için en iyi ortam olduğunu ve *C. lactis* için ise eşit miktarda kurutulmuş maya ve şeker karışımının en iyi yetiştirme ortamı olduğunu belirtmektedirler. Ortamdaki optimum bağıl nem, *D. farinae* için %12, *T. putrescentiae* ve *A. ovatus* için %15 ve *C. lactis* için %25-35 olduğunu belirtmişlerdir. Bu ortamlarda birkaç hafta süren toparlanma sürecinden sonra, ilk üç türde 100 g ortam başına yaklaşık 1-3 g akar ürediğini, buna karşılık *C. lactis*'te bu miktarın 20 g'ın üzerinde olduğunu belirtmişlerdir. Canlı ve ölü akarların kültür ortamından ayrılması için en iyi yöntemin, doymuş bir sodyum klorür çözeltisi ile yüzdürme ile olacağını belirtmişlerdir.

Yago ve ark. (1980), *D. farinae, T. putrescentiae, Aleuroglyphus ovatus* (Troupeau) (Acari: Acaridae) ve *C. lactis* türlerinin kültürlerinden ekstraktlar elde ettiklerini, mikro-Ouchterlony, immünoelektroforez ve pasif hemaglutinasyon testleri ile antijen analizlerini gerçekleştirdiklerini kaydetmektedirler. Antiserumları, her bir ekstrakta veya her bir ortama karşı tavşanlarda veya gine domuzlarında geliştirmişlerdir. Ortak antijenlerin bir ekstraktta heterolog antiserum tarafından emilmesiyle, *D. farinae* ve *D. pteronyssinus*'a özgü antijenleri bulmak için kullanmışlardır. Bu testlerle, *D. farinae* için en az 3 türe özgü antijen ve *D. pteronyssinus* içinde 2 adet bulmuşlardır.

Stepien ve Rodriguez (1982), *Acarus siro* L. (Acari: Acaridae), *Caloglyphus rodriguezi* Samsinak (Acari: Acaridae), *C. lactis* ve *Lardoglyphus konoi* (Sasa & Asanuma) (Acari: Lardoglyphidae) erginleri ve yumurtaları için köpek mamasına ekmek mayası eklenmesiyle elde edilen bir besinin kalori cinsinden enerji değerlerini belirlemişlerdir.

Ev tozu akarları, *D. farinae*'nın ergin ve yumurtaları için, *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trt.) (Acari: Pyroglyphidae) erginleri için de kalori değerleri belirlemişlerdir. *Lardoglyphus konoi, A. siro, C. rodriguezi* ve *C. lactis*'in erginleri için sırasıyla ortalama 5,894, 5,772, 5,571 ve 5,454 cal/mg kuru kalori değerlerine sahip bulunurken, *D. pteronyssinus* ve *D. farinae* için karşılaştırılabilir değerler ağırlıkça 5,635 ve 5,423 cal/mg kuru kalori olduğunu belirtmişlerdir. *Lardoglyphus konoi, C. rodriguezi* ve *C. lactis* ekmek mayası, köpek maması+ekmek mayası ve meridik bir diyet ile kültüre almışlardır. Genel olarak, köpek maması+maya diyetlerinde yetiştirilen ergin akarlarının kalorik değerlerinin, meridik diyetteki değerlerden önemli ölçüde yüksek olduğunu saptamışlardır. Tespit edilen bütün türlerin yumurtaları için de kalori değerleri genel olarak ilgili ergin safhasından önemli ölçüde yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Bulguların, tür farklılıklarının diyetin kalori değerleri üzerinde belirgin etkisini gösterdiğini kaydetmişlerdir.

Okomato (1986), Kurutulmuş meyve akarı, *C. lactis*'in depolanan ürünlerin ciddi ve ekonomik zararlılarından biri olarak kabul edilmesinin yanı sıra, avcı akarların ticari olarak kitlesel üretiminde alternatif bir av olarak kullanıldığını belirtmişlerdir. Bu çalışmanın, kuru meyve akarının yaşam tablosu parametreleri bakteri mayasında laboratuar koşullarında 20 ve 25°C sıcaklık, 70 ± 5 bağıl nem ve tam karanlıkta laboratuar ortamında iki cinsiyetli yaşam tablosu teorisine göre incelendiğini söylemişlerdir. İçsel artış oranı (r), nüfus artış hızı sınırlanma oranı (λ) ve ortalama üreme süresi (T)'nin, 20°C'de, sırasıyla 0,287 gün^{-1}, 1,333 gün^{-1} ve 16,7 gün; 25°C'de ise 0,383 gün^{-1}, 1,467 gün^{-1} ve 11,87 gün olduğunu belirtmişlerdir. İki sıcaklıkta belirtilen parametreler arasında anlamlı bir fark gözlemlemişlerdir. Benzer şekilde, net üreme hızının (GRR) değerleri arasında anlamlı bir fark olduğunu, ancak iki sıcaklıkta net üreme hızı (R_0) arasında anlamlı bir fark gözlenmediğini bildirmektedirler. Bu çalışmada elde edilen bilgilerin *C. lactis*'in kitle yetiştirme koşullarının optimizasyonu için faydalı olacağını belirtmektedirler.

Pankiewicz-Nowicka ve ark. (1987), gıdalarda yaygın olarak bulunan çeşitli kimyasalların (12 monosakarit, 9 şeker alkolü, 20 trigliserit, 11 doymamış yağ asidi ve 9 doymuş yağ asidi) farklı konsantrasyonlarının kurutulmuş meyve akarı *C. lactis*'i

beslenmeyi cezbetme ve yaşamını sürdürme açısından etkilerini belirlemişlerdir. Oleik asit, a-d-glukoz ve bazı trigliseritlerin beslenmeyi teşvik edici olarak işlev gördüğünü belirtmişlerdir.

Jones ve Coleman (1988), *Plagiodera versicolora* (Laicharting) (Coleoptera: Chrysomelidae)'nin *Populus deltoides* kavak türüyle beslenmeyi tercih ettiğini bildirmektedirler. Bu bitki materyalleri önce akut bir ozon dozuna (0,20 ppm, 5 saat) maruz bırakılmıştır. Deneyler sonucu ozon uygulanmayan kontrol bitkilerine dişilerin yumurtlamayı tercih ettiklerini belirtmişlerdir. Bu sonuçların 3 yıl boyunca 2 kavak klonunda gerçekleştirilen disk, yaprak ve bütün bitki kullanılan tüm seçim testlerinde için de tutarlı olduğunu açıklamışlardır. Bu böceğin stres altındaki bitkilerde farklı beslenme ve yumurtlama cevapları oluşturduğunu, bunların en az 3 beklenmedik sonuç doğurabileceğini kaydetmektedirler: (1) stresli ağaçlara verilen zararda ani bir artış, ancak daha sonra zararda bir azalma, (2) stres yaratılmamış bitişik ağaçlara zararın artması, (3) hem stresli hem de stressiz ağaçların böcek ve patojen topluluklarındaki değişiklikler olabileceğini belirtmişlerdir. Bu karmaşık senaryolar da, bitki-böcek etkileşimleri üzerindeki bitki stresinin tahmin edilmesinin, böceklerin stres altındaki bitkilere davranışsal, büyüme ve üreme yanıtlarının kapsamlı bir şekilde incelenmesinin gerektiğini belirtmişlerdir.

Sato ve ark. (1993), *Dermatophagoides farinae, D. pteronyssinus, T. putrescentiae* ve *L. konoi* türlerinin sadece doğal olarak ortaya çıkan doymuş ve doymamış yağ asitlerinin metil esterlerine (C_{16}-C_{18}) değil aynı zamanda bunlara karşılık gelen serbest asitlere de cezbedildiklerini belirtmektedirler. Diğer akar türlerinde *C. lactis, A. ovatus, Glycyphagus domesticus* (De Geer) (Acari: Glycyphagidae) ve *Acarus immobilis* Griffiths (Acari, Acaridae)'in bu asit ve esterlerin hiçbirinde aktivite göstermediğini belirtmişlerdir. Serbest yağ asitleri ile bunların esterleri arasında ya da yağ asitleri ve esterleri arasında etkinlik açısından farklılık olmadığını açıklamışlardır. *Tyrophagus putrescentiae*'nın diğer üç akar göre 10 kat daha duyarlı olduğunu ve 10 µg dozlarındaki yağ asitlerine ve metil esterlere cevap verdiğini belirtmişlerdir. Diğer üç türünde, 100 µg-doz yağ asidi ve esterlerine olumlu tepkiler verdiğini kaydetmişlerdir. *Lardoglyphus konoi, D. farinae* ve *T. putrescentiae* yaygın olarak doğal yağ asitlerine

benzer şekilde pentadekanoik aside çekilirken, C_7'den C_{20}'ye kadar çift ve tek sayılı karbonlu diğer asitler sporadik olarak aktif olduğunu kaydetmektedirler.

Chmielewski (1995), Araştırmaları çoğunlukla, ballardaki çeşitli gelişim dönemlerindeki kuru meyve akarı (*C. lactis*) ve kısmen arı kovanı habitatlarında yaygın olan diğer bazı akar türleri üzerinde gerçekleştirmiştir. Yapay olarak akarla bulaştırılmış bal numunelerini, filtre kağıdı vasıtasıyla filtre etmiştir. Bu çalışmanın sonuçları, baldaki akarların tespit edilmesinin türlere, gelişme dönemlerine ve hatta bu zararlıların cinsiyetine bağlı olduğunu göstermektedir. Balların temizliği için akarların vücut büyüklüklerinin altındaki süzgeçlerle temizleme işlemini göstermeye çalışmıştır. Bu temizliğin akarın genç dönemlerinde, deri artıklarında ve dışkılarında etkili olmadığını kaydetmektedir.

Çobanoğlu (1996), yaptığı çalışmanın amacının, Türkiye'nin Malatya, Elazığ ve İzmir bölgelerinde depolanmış kayısıya bulaşan akar türlerinin popülasyon yoğunluğunu belirlemek olduğunu, aynı zamanda depolama yapı tiplerinin ve depolama süresini de dikkate aldığını belirtmiştir. Numuneleri 2000–2003 döneminde en önemli kayısı üreten bölgelerden (Malatya ve Elazığ) ve ihracat merkezinden (İzmir) toplamıştır. Akarların bulunma sıklığının ve bulaşma yoğunluğunun oranlarını belirlemişlerdir (Malatya'dan %17, Elazığ'dan %3 ve İzmir'den %81). Araştırmalarında 13 cinse ve 11 familyaya ait toplam 16 akar türü tespit etmişlerdir. Zararlı türlerden *C. lactis*'in en fazla kaydedilen tür olduğunu belirtmiştir (numunelerin %69'u). Kaydedilen en yüksek bulaşıklılık değerinin de kg başına 16 akar olduğunu belirtmiştir.

Zheltikova ve ark. (1997), Depo akarları olan, Acaridae ve Glycyphagidae familyalarının evdeki alerjenlerin kaynağı olduğunu vurgulamışlardır. Ev tozunda meydana gelen depo akarlarını inceleyerek, ev tozu içindeki akarların faunasının bu iki familya tarafından temsil edildiğini belirtmişlerdir. Göreceli düzeyde baskın türlerin, *T. putrescentiae* ve *Chortoglyphus arcuatus* (Troupeau) (Acari: Chortoglyphidae) olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, *Caloglyphus rodionovi* (Zachvatkin) (Acari: Acaridae) ve *C. lactis*'in düzenli olarak meydana geldiğinis belirtmişlerdir. Depo akarlarından elde edilen alerjenik ekstraktların spesifik aktivitesini ELISA'da incelemişlerdir. Aşırı

hassasiyete neden olan ve immünojenik özelliklere sahip olduklarını göstermişlerdir. Çalışma, depo akarlarının spesifik belirleyicilere sahip olduğunu göstermişlerdir.

Chmielewski (1999), *Carpoglyphus lactis*'in laboratuvar kültürlerini, arı kovanı döküntülerinden ve depolanmış meyve ürünlerinden toplanan akarlardan ürettiklerini belirtmektedirler. Balın akarı üretmek için gıda olarak verildiğini, balın akarın gelişmesine, üremesine yardımcı olduğunu ve balda sık sık görüldüğünü kaydetmektedir.

Szczesna ve ark. (1999), kontrollü laboratuvar koşullarında depolanmış ürün akarları ile bulaşık polenlerin organoleptik ve amino asit bileşimi özelliklerini incelemişlerdir. Bu çalışmada üç akar türünü incelemişlerdir: *T. putrescentiae, C. lactis* ve *G. domesticus*. Polende meydana gelen değişiklikler, 1 kg polen içinde üç bulaşıklılık seviyesinde (0 - kontrol, 20 ve 80 akar) çalışmışlar ve üç farklı sürede akarlara (1, 5, 3 ve 12 ay) maruz bırakmışlardır. Akarla bulaşık polenlerde, akar içermeyen polenlere göre; temel amino asitler de dahil olmak üzere kalite azalmış olduğunu, amino asit içeriğinin yanı sıra koku, lezzet, renk ve ürünün kıvamında önemli olumsuzluklar bulduklarını belirtmişlerdir.

Zdarkova ve ark. (1999), Yüksek basınçta; depolanmış ürün akarlarını, özellikle de *C. lactis*'in kontrol edilebilirliğini incelemişlerdir. Akarların ölümünün, uygulanan basınç ve maruz kalma süresi ile doğru orantılı olduğunu saptamışlardır. Yüzde yüz ölümü, 25 dakika boyunca 100 MPa, 10 dakika boyunca 150 MPa veya 2 dakika boyunca 200 MPa uygulanmasından sonra elde etmişlerdir. Yüksek basıncın, özel koşullar altında depolanmış ürün akarları için kimyasallara alternatif kontrol yöntemlerinden biri olabileceğini açıklamışlardır.

Kells ve ark. (2001), çalışmalarında ozonun depolanmış mısırları dezenfekte etme konusunda bir fumigant olarak etkinliğini değerlendirmişlerdir. Mısırın 8.9 tonunu 50 ppm ozon ile 3 gün boyunca işlenmesiyle, *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae), *Sitophilus zeamais* (Motsch.) (Coleoptera: Curculionidae) ve *Plodia interpunctella* Hbn. (Pyralidae: Lepidoptera)'nın %92-100 oranında ölümüne neden

olduğuna ve *Aspergillus parasiticus* Speare'in bulaşma seviyesini %63 oranında azalttığını ifade etmişlerdir. Mısırın ozonla fümigasyonunun iki ayrı aşaması olduğunu, birinci aşamada ozonun hızlı bir şekilde parçalanması ve tane boyunca içine doğru yavaş hareket etmesi ile karakterize ettiklerini açıklamışlardır. İkinci aşamada ise ozonun tahılın içinden serbestçe az bir parçalanma ile ilerlediğini ve ozonun parçalanmasından sorumlu moleküler bölgeler doygun hale geldiğinde meydana çıktığını belirtmişlerdir. Bu verilere bakılarak depolanmış mısır ve muhtemelen diğer tahılların yönetiminde ozon kullanmanın potansiyel açıdan yararlı olacağını belirtmişlerdir.

Aksoy ve ark. (2004), kuru incir üretiminin, Türkiye'nin batı kesiminde önemli bir üretim faaliyeti olduğundan bahsetmişlerdir. Sarılop (= Calimyrna) çeşidinin, büyüklüğü, açık rengi ve yumuşak dokusuyla ticari kurutma için standart çeşit olduğunu bildirmişlerdir. Depo zararlılarından *Ephestia cautella* Walk. (Pyralidae: Lepidoptera) ve *C. lactis*'in kuru incir ticaretinde önemli kayıplara neden olabileceğini belirtmişlerdir. Halen, metil bromür (MeBr) fümigasyonunun, organik ürünler dışındaki depo zararlılarını kontrol etmenin yaygın yolu olduğunu açıklamışlardır. Ozon tabakasını inceltme etkisinden dolayı MeBr yerine güvenli alternatiflerin arandığını belirtmişlerdir. Bu alternatiflerin ekonomik olarak uygulanabilir, uygulaması kolay, ürün üzerinde olumsuz bir etkisi olmayan ve zararlıların etkin bir şekilde kontrol edilmesini sağlayacak şekilde olması gerektiğini söylemişlerdir. Türkiye'de kurutulmuş incir sektöründe depolanmış ürün muamelesi olarak MeBr kullanımının sona ermesine yol açacak bir projenin 2000 yılından bu yana sürdürülmekte olduğunu açıklamışlardır. İki alternatif teknolojinin ekonomik ve teknik uygulanabilirliğini değerlendirmişlerdir: (1) yüksek sıcaklıklarda CO_2 ve/veya basınç ile birlikte CO_2), (2) gaz sızdırmaz odalarda ısı ile birlikte magnezyum fosfit. Bu makalede, depolama süresi boyunca kurutulmuş incir üzerindeki zararlıların etkilerini kontrol etmek için kullanılan MeBr, fosfin ve karbondioksitin etkilerini göstermişlerdir. Toplam çözünür katılar gibi kalite parametreleri (%), titre edilebilir asitlik (%), pH, kuru madde (%), su aktivitesi (wa), renk (L, a ve b değerleri Minolta kromometresi) ve şekeri (%) işlenmiş ve işlenmemiş numunelerde değerlendirmişlerdir.

Emekçi ve ark. (2004a), Kuru üzüm, incir ve kayısıdan oluşan kuru meyvelerin, Türkiye'de önemli rol oynadığını ve değeri yaklaşık 350.000 ton/yıl olan toplam üretimin dışında tarımsal ihracatta yaklaşık 250 milyon ABD doları olduğunu belirtmişlerdir. Normal atmosferde MeBr, derin dondurucu, yüksek basınçlı karbondioksit, soğuk hava deposu ve fosfin uygulamalarının yer aldığını not etmişlerdir. Günümüzde, depolama kuru meyve zararlılarının, [*E. cautella*, *P. interpunctella*, *Carpophilus* spp. (Nitidulidae: Coleoptera), *Oryzaephilus surinamensis* L. (Silvanidae: Coleoptera) ve *C. lactis*] olduğunu belirtmişlerdir. Çeşitli kuru meyve işleme tesislerinde yapılan çalışmaların ürünün, gaz sızdırmaz ve esnek PVC'de yüksek CO_2 konsantrasyonu ile işleme tabi tutulduğunu belirtmişlerdir. *Carpoglyphus lactis*'in kuru meyvelerin hasat sonrası esas zararlısı olduğunu belirtmişlerdir.

Emekçi ve ark. (2004b), Kuru meyvelerin, Türkiye'nin hem kalite hem de uluslararası ticaret açısından liderliğini yapan geleneksel tarım ürünleri arasında olduğunu bildirmişlerdir. Her yıl Türkiye'den yaklaşık 250,000 ton kuru üzüm ve 50,000 ton kuru incir ihraç edilmekte olduğunu, bunun da toplam dünya ticaretinde sırasıyla % 30-35'ini ve %50-55'ini temsil ettiğini açıklamışlardır. Bu çalışmanın amacında, MeBr'ye alternatif olarak, tarla koşullarında esnek PVC örtülerdeki (Grainpro Cocoons) yüksek CO_2 uygulamalarının kuru meyve zararlılarına karşı etkinliğini değerlendirmişlerdir. CO_2 uygulamalarını, 3-5 gün maruz bırakarak, 36 m^3 kapasiteli üniteler halinde yapmışlardır. Testte, zararlılardan *E. cautella, P. interpunctella, O. surinamensis, C. hemipterus* ve *C. lactis*'in farklı dönemlerinin tüm yaşam evrelerini içerdiğini söylemişlerdir. Sıcaklık, CO_2 ve O_2 seviyelerinin işlem sırasında sürekli izlendiğini ve buna bağlı olarak sonuçların örtülerdeki oksijen konsantrasyonunun %1'in altına düşürdüğünü, CO_2 konsantrasyonlarının % 95'in üzerine ulaştırdığını saptamışlardır. Testteki böcekleri, 5 gün maruz bırakıldıktan sonra tamamen öldürmüşlerdir. CO_2 uygulamasının maliyetinin, MeBr'ye benzer, yani yaklaşık 1,7-3,5 $/ton kurutulmuş meyve olduğunu açıklamışlardır Bu çalışmada, kuru meyvelerin MeBr kullanılmadan esnek ünitelerdeki yüksek CO_2 uygulamaları ile etkin bir şekilde dezenfekte edilebileceğini göstermişlerdir.

Ferizli ve ark. (2004), çalışmalarında branda örtüleri altındaki yığınlarda kuru incir zararlılarını kontrol etmek için fosfin (FUMI-CELTM, bir magnezyum fosfit formülasyonu) kullanımını değerlendirmişlerdir. Yaklaşık 50 ton kuru incir için delikli plastik kutularla oluşturulmuş üç yığın hazırlamışlardır. Yığınları, beton zemine serip muşambalarla kaplanmışlardır. Fümigasyonlara Ege bölgesindeki kuru incirlerin hasat mevsiminde 7 gün boyunca hakim sıcaklıklarda devam etmişler ve yığınlara 1,2 ve 3 g PH_3/ton doz uygulamışlardır. Soğuk mevsimlerde de denemelerin tekrarlandığını belirtmişlerdir. *Ephestia cautella* (yumurtalar, larvalar ve pupalar), *C. lactis* (karışık dönemleri) ve *O. surinamensis* (yumurtalar, larvalar, pupalar ve erginler)'e karşı etkinliklerini test etmek için TARIS'in kuru incir işleme ve depolama tesisinde gerçekleştirildiğini belirtmişlerdir. Testteki böcekleri, 3 günlük fümigasyonlardan sonra günlük olarak yığınlardan örneklemişlerdir. Denemeler sırasında, yığınların farklı yerlerinden elektrokimyasal bir dedektör ile gaz konsantrasyonlarını analiz etmişler ve sıcaklıkları da T tipi termokupllar (Hobo®) kullanılarak yığınların içinde kaydetmişlerdir. Tüm biyolojik etkinlik testlerinin iki hafta boyunca sürdürüldüğünü, tüm böceklerin ve akarların üç gün maruziyetten sonra öldüğünü göstermişlerdir.

Güzel-Seydim ve ark. (2004), Ozonun güçlü bir oksidan ve güçlü bir dezenfekte edici madde olduğunu belirtmektedirler. ABD için yeni olmasına rağmen, Avrupa ülkelerinde uzun süredir kullanıldığını, ozon üretmek için ultraviyole radyasyon (188 nm dalga boyu) ve korona deşarj yöntemlerinin kullanılabileceğini belirtmektedirler. Ozonun bakterisidal etkileri, Gram pozitif ve Gram negatif bakterilerin yanı sıra sporlar ve vejetatif hücreler de dahil olmak üzere çok çeşitli organizmalar üzerinde belgelendiğini saptamışlardır. Bu derlemede, ozonun kimyasal ve fiziksel özellikleri, üretimi ve önerilen iki mekanizma ile ozonun antimikrobiyal gücü ve gıda endüstrisinde ozon kullanımının birçok avantajını açıklamışlardır. Endüstride gıda yüzey hijyeni, gıda tesisi ekipmanının sanitasyonu, atık suyun tekrar kullanılması, biyolojik oksijen talebinin arıtılması ve azaltılması ve gıda tesisi atıklarının kimyasal oksijen ihtiyacı gibi sektörde çok sayıda ozon uygulama alanı bulunduğundan bahsetmişlerdir. Meyve ve sebzelerin ozonla işlenmesinin, ürünlerin raf ömrünü arttırdığını bulmuşlardır. Özellikle, ozon gıdalara uygulandığında, hızlı bir şekilde ayrıştırıldığından hiçbir kalıntı bırakmadığını

belirtmişlerdir. Bu derlemede, gıda endüstrisinde ozon kullanımı olanaklarını tartışmışlardır.

Şen ve ark. (2005), Bir toprak fumigantı olarak daha yaygın olarak bilinen MeBr, kurutulmuş meyve sektöründe depolama zararlılarını kontrol etmek için kullanılan önemli bir pestisit olduğunu açıklamışlardır. Montreal Protokolüne göre, 2005 yılından bu yana gelişmiş ülkelerde kullanılması yasaklandığından ve 2015 yılında ozon tabakasının tükenmesi üzerindeki etkisi nedeniyle laboratuvar, karantina ve sevkiyat öncesi kullanım dışındaki gelişmekte olan ülkelerde yasaklanacağından bahsetmişlerdir. Her ülke de bir eylem planı hazırlamış ve MeBr'ün alternatiflerini bulmak için birçok araştırma çalışmasının başlatılmasına değinmişlerdir. Türkiye'nin, özellikle kuru incir, kayısı, kuru üzüm, fındık ve antepfıstığı pazarında kurutulmuş meyve ve fındık pazarında büyük bir üretici ve tüccar olduğunu gözlemlemişlerdir. Depo zararlılarının kurutulmuş meyve ve fındık sektörü için mikotoksinlerden sonra büyük endişe uyandırıcı bir durum olduğunu belirtmişlerdir. Kurutulmuş incirlerin başlıca zararlılarını ve fümigasyonun kurutulmuş incirler üzerindeki etkisini kontrol etmede MeBr alternatifi olarak magnezyum fosfit ile ilgili bir araştırma yapmışlardır. Bu makalede, MeBr ile muamele edilmiş kontrol örneklerine karşılık, branda altında 600 gün ve 1000 ppm magnezyum fosfitle muamele edilmiş kuru incir yığınındaki kontrol başarısını değerlendirmişlerdir. Test edilen konsantrasyonlarda ve maruz kalma sürelerinde, testteki böceklerde %100 mortalite sağladığını ve ortam koşullarında depolamada 9 ay boyunca meyve kalitesi üzerinde olumsuz bir etki yaratmadığını saptamışlardır.

Ibrahim (2006), Buğday üzerinde beslenen *C. lactis*'in dört farklı fotoperyodun (sürekli karanlık, 8; 16 ve 24 saat sürekli ışık/günde) gelişim evreleri ve üremelerine etkisini 25 ± 2ºC sıcaklık ve %65±5 nem koşullarında incelemiştir. Elde edilen sonuçların, fotoperyodun inkübasyon süresi üzerinde net bir etkisi olmadığını ortaya koymuşlardır. Erkek için 2,9 ve 3,4 gün olduğunu; sırasıyla karanlıkta ve sürekli ışıkta dişiler için 2,7 ve 3,2 gün olduğunu saptamışlardır. Her ergin öncesi dönemin süresi, hem erkek hem de dişilerde artan ışık süresiyle yükseldiğini belirtmişlerdir. Erkek ve dişi için uzun vadeli verilerde farklılıklar gözlenmiştir. Erkek ömür uzunluğu, sürekli ışıkta (24 saat) en uzun 9,3 gün iken, en uzun dişi ömrünün 15,4 gün tam karanlıkta olduğunu

belirtmişlerdir. Yumurtlama periyodu ve aynı zamanda dişi başına toplam ve günlük yumurta sayılarının fotoperiyot arttıkça azaldığını saptamışlardır.

Öztekin ve ark. (2007), araştırmalarında ozon kullanımının aflatoksin deformasyonu üzerindeki etkisi ile kuru incirin mikrobiyal florası ve *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Bu amaçla saf oksijenden üretilen ozon farklı kombinasyonlarla kuru incire uygulamışlardır. *Ephestia kuehniella*'ya karşı yapılan uygulamada vakum uygulamasının ozon gazı üzerine sinerjik etki göstererek, ozon gazının biyolojik etkinliği arttırdığını tespit etmişlerdir. 1, 2 ve 4 saat vakum uygulamasını takiben ozon uygulaması, tek başına ozon uygulamasına göre böcekler üzerinde daha yüksek ölüm oranı sağlandığını açıklamışlardır. Ozonun mikrobiyal flora üzerine etkisini bulmak amacıyla yapılan denemelerde Toplam mesofil aerob bakterilerilerde, *Escherichia coli*, koliform grubu bakterilerde, maya ve aflatoksin sayısındaki azalmaların istatiksel yönden önemli bulunduğunu belirtmişlerdir.

Noge ve ark. (2008), *Carpoglyphus lactis*'in alarm feromonunu saflaştırmışlardır. *Carpoglyphus lactis* GeDH olarak isimlendirilen feromonun 378 amino asitten oluştuğunu, yapısal olarak, *C. lactis* GeDH, memelilerde ve sivrisinekte bulunan feromona % 36,6-37,6 oranında benzer olduğunu belirtmektedirler.

Wang ve ark. (2008), *C. lactis*'in dünya çapında yaygın bulunan depo akarlarından biri olduğunu belirtmişlerdir. Popülasyonunun uygun koşullarda kolayca artabileceğini, akarın sadece tatlı içeren yiyecek ve ilaçlara zarar vermeyeceğini ve onları kirletmeyeceğini, aynı zamanda cilt akariasası, akciğer akariasisi, duodenum ülseri, bağırsak akariasiti ve benzeri hastalıkları da ortaya çıkarabileceğini saptamışlardır. *Carpoglyphus lactis*'in bulaşmasını ve zararına karşı kontrol önlemlerini tartışmışlardır.

Şen ve ark. (2009), depolanmış ürün zararlılarının mikrobiyal bozulma ve mikotoksinlerin oluşumunda kuru meyveler için önemli tehditler oluşturduklarını kaydetmektedirler. MeBr'nin yasaklanana kadar zararlıları kontrol etmek için kullanılan çok yaygın bir fumigant olduğundan bahsetmişlerdir. Bu çalışmada *E. cautella* ve *C.*

lactis'in mücadelesi için MeBr (24 saat boyunca 60 gr/m^3) ve magnezyum fosfit (5 gün 1 ve 2 g fosfin/1 ton incir), karbondioksit (CO_2) (5 gün boyunca atmosferik basınçta gaz sızdırmaz küplerde) ve yüksek basınçta (25 barda basınçlı tanklarda 2 saat) uygulanmış ve ayrıca incirlerin kalitesini değerlendirmişlerdir. Meyvenin kalitesini 2 aylık depolama sonrasında nem içeriği, su aktivitesi, yüzey rengi, sıkılık, toplam çözülebilir katı maddeler, titre edilebilir asitlik, pH ve şekerleme indeksi maruz kalmadan önce analiz edilerek incelemişlerdir. Meyvenin yüzeyi üzerindeki etkiyi taramalı elektron mikroskobu altında incelemişlerdir. Sonuçta, test edilen yöntemlerin, depo zararlılarının, kaliteye önemli bir olumsuz etkisi olmadan etkili şekilde kontrol altına alındığını ve her birinin uygulama aşaması için bir avantaj olduğundan bahsetmişlerdir.

Marín ve ark. (2009), doğal olarak bulaşan akar kolonilerinin, şarabın duyusal ve kimyasal bileşimine olan etkilerinin analiz edildiği bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Akar türünün tanımlanmasını mikroskobik gözlemlerle elde etmişlerdir ve *C. lactis* olduğunu doğrulamışlardır. Meşe fıçılarında *C. lactis* tarafından üretilen bileşiklerin difüzyonu nedeniyle olumsuz bir ortamın oluştuğunu kaydetmektedirler. Akar kolonileri bulunan meşe fıçılarındaki Fino şaraplarının, akarsız şaraplardan ziyade limon gibi "çiçek" ve "sitrik" bir duyusal karakter sergilediğini belirtmişlerdir. Bu özelliklerin sırasıyla sitronellol ve neral gibi bileşikler nedeniyle oluştuğunu belirtmişlerdir. Neral'ın, bu akar türünün alarm feromonu olarak belirlendiğini kaydetmişlerdir.

Tiwari ve ark. (2010), Ozonun, böcek öldürme, mikotoksin yıkımı ve mikrobiyal inaktivasyon için etkili bir fumigant olduğunu ve tahıl kalitesi üzerinde minimum etkisi olduğunu belirtmektedirler. Araştırmalara bakarak, doğal bir ajan olan ozonun, zararlı pestisitlerin kullanımıyla ilgili artan endişeleri azaltmanın yanı sıra, tahıl işleme için benzersiz avantajlar sunabileceğini ifade etmişlerdir. Bu makalede, gıda tanelerinin korunmasında ozonun etkinliği üzerinde durmuşlar ve ürün kalitesi üzerindeki olası etkileri tartışmışlardır. Mikroorganizmalar ve mikotoksinler için etkisizleştirme mekanizmalarını ayrıntılı olarak açıklamışlardır. İnaktivasyonu düzenleyen kritik içsel ve dışsal faktörlerin, potansiyel tahıl uygulamalarıyla birlikte tartışıldığından bahsetmişlerdir.

Hubert ve ark. (2011), marketlerde satılan gıdalarda canlı olarak böceklerin ve diğer zararlıların bulunmasının gelişmiş ülkelerde nadir olduğunu belirtmektedirler. Bununla birlikte, ilk kez Orta Avrupa'da kuru meyvelerden kaynaklanan ortaya çıkan bir riski rapor etmişlerdir. Son zamanlarda, Akdeniz bölgesinden ithal edilen kurutulmuş meyveler üzerinde yoğun bir *C. lactis* popülasyonu bulunduğunu belirtmişlerdir. Süpermarketlerden alınan 180 örneğin %13'ünde bulaşma tespit etmişlerdir. Bulaşma seviyeleri kurutulmuş meyve başına 0 ila 660 akar arasında olduğunu belirtmişlerdir. Kirlenmenin kuru kayısı, incir, erik ve kuru üzümde bulunduğunu göstermişlerdir. Akarın risklerini ve gıda tercihlerini tahmin etmek için, laboratuar ortamında akar poülasyonu büyüme hızını incelemişlerdir. Kuru meyve başına 10 akar varsayım popülasyonuyla başlayarak, kuru meyve başına 1000 akar risk seviyesine, 25°C sıcaklık ve %85 bağıl nemde, kuru incir için 42 günde, kuru ananas için 49 günde ve kuru kayısıda, 63 günde erişileceğini belirtmişlerdir. Akarların, polipropilen ve alüminyum folyolar dahil, test edilen her kurutulmuş meyve paketleme malzemesine girebildiğini belirtmişlerdir. Bu, akarların süpermarkette paketten pakete geçebileceğini gösterdiğini, akarların, alerjen komponentlerin ve mikotoksin üreten küflerin vektörleri olduğunu belirtmişlerdir. Bu bulguların kurutulmuş meyveler üzerinde *C. lactis* tarafından kirlenme riskinin arttığının bir göstergesi olduğunu belirtmişlerdir.

Stará ve ark. (2011), laboratuar testlerinde, ev tozu akarlarına karşı kullanılan akarisitlerin toksisitesini depolanmış beş akar türü (*A. siro, A. ovatus, C. lactis, L. destructor* ve *T. lini*) üzerinde test etmişlerdir. Benzil-benzoat, benzil-benzoat-permethrin-pyriproxyfen ve neem formülasyonları su içinde seyreltmişler ve havalandırılmamış bir odada filtre kağıdına uygulamışlardır. Akarların emilimini, akarisit emdirilmiş filtre kağıdına 24 saat maruz bırakıldıktan sonra gözlemlemişlerdir. Test edilen akarisitlerin, bütün akar türleri için toksik olduğunu açıklamışlardır. Türler ve akarisitler arasında ölümlerde önemli farklılıkların olduğunu belirtmişlerdir. En etkilinin benzil-benzoat-permethrin-pyriproxyfen, ardından benzil-benzoat ve neem olduğunu saptamışlardır. Akar türleri içinde *L. destructor*'un en hassas akar türü olduğunu, ardından *A. siro, T. lini, A. ovatus* ve *C. lactis* geldiğini gözlemlemişlerdir. Test edilen akarisitlerin depo ürün akarlarına karşı yüksek toksik etkilerine dayanarak,

akarasitlerin depo ürün akarlarının kontrolünde potansiyel bir araç olarak kabul edilmesi gerektiğini, ancak daha fazla teste ihtiyaç duyulduğunu belirlemişlerdir.

Güldalı ve Çobanoğlu (2010), Türkiye'nin kuru kayısı üreten ve ihraç eden en önemli ülkelerden biri olduğunu, buna rağmen kuru kayısılarda zararlı akarların biyolojileri çok az bilindiğini kaydetmektedirler. *Carpoglyphus lactis*'in kuru kayısılarda bilinen en önemli zararlı akar türü olduğunu, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü'nde yürütülen bu çalışmada *C. lactis*'in 18°C, 23°C ve 28°C sıcaklık değerlerinde ve %65 ile %80 orantılı nem değeri kombinasyonlarında biyolojik özellikleri incelemişlerdir. Gelişme eşiği %65 ve %80 orantılı nem için sırasıyla 7,55°C ve 4,90°C olarak hesaplanmış, sıcaklık sabitesi ise %65 ve %80 orantılı nem için sırasıyla 83,68 ve 92,41 gün derece olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlardan yararlanılarak düzenlenen yaşam çizelgelerine göre kalıtsal üreme yeteneği (r_m) 0,15 ile 0,38 dişi/dişi/gün değerleri arasında sıcaklık ve neme bağlı olarak değişmiştir. En yüksek r_m değeri 0,37 dişi/dişi/gün 28°C ve %80 nem koşullarında elde edilmiştir. Net üreme gücü (R_O) parametresi ise 9,60 ile 21,84 dişi/dişi/ömür değerleri arasında sıcaklık ve neme bağlı olarak değişmiştir. En yüksek R_O 21,84 dişi/dişi/ömür olup 28°C sıcaklık ve %80 nem koşullarında elde edilmiştir. Döl süresi (T) sıcaklık artışıyla birlikte kısalma göstermiş olup 8,06 ile 14,93 gün değerleri arasında değişmektedir. En kısa döl süresi 28°C sıcaklık ve %80 nem koşullarında elde edilmiştir.

Aksoy ve ark. (2012), Türkiye'de, kuru incirlerdeki depo zararlılarının kontrolünde yaygın olarak kullanılan bir fumigant olan MeBr 1 Ocak 2007'de yasaklandığını ve kurutulmuş meyve sektörü için buna alternatif yöntemlerin sürekli araştırılması gerektiğini belirtmektedirler. Büyük depolardaki kuru incir zararlıları (*E. cautella* ve *C. lactis*) üzerinde atmosferik basınç (gaz sızdırmaz küplerde 7 gün boyunca %94 CO_2) ve yüksek basınç altında (20 bar'da ve %98 CO_2'de 2, 3 ve 5 saat) karbondioksitin etkilerini test etmek için denemeler yürüttüklerini bildirmektedirler. İşlemler sırasında CO_2 konsantrasyonlarının, sıcaklığın ve bağıl nem değerlerinin izlendiğini, karşılaştırmaların MeBr ile muamele edilmiş kontrol meyveleri ile yapıldığını belirtmişlerdir (24 saat boyunca 60 g^{-3}). Kuru incirin kalitesini, işlemlerden sonra ve ortam koşullarında 2,5 ay depolandıktan sonra değerlendirmişlerdir. Test edilen tüm

CO_2 muamelelerini ve zararlı türlerin popülasyonlarını izlemişler ve kurutulmuş incir kalitesi üzerinde olumsuz bir etki olmadığını saptamışlardır. Test edilen muameleler için, yüksek CO_2 ve basınç uygulamaları için yüksek yatırım maliyeti gerektiğini, ancak 2 saatlik çok kısa maruz kalma sürelerinde bile etkili olduğunu belirtmişlerdir. Gaz geçirmez küplerde CO_2 uygulamasının, uzun süre maruz kalma ihtiyacına rağmen düşük maliyetli bir alternatif olarak belirtmişlerdir. Organik sertifikasyon sistemlerinde CO_2 fümigasyonuna izin verildiğine ve bu nedenle de organik kuru incir ve organik pazarda yüksek talep gören diğer meyve ve fındıklar için de tavsiye edilebileceğinden bahsetmişlerdir.

Zhang (2012), Carpoglyphidae'nin iki cins ve altı türden oluşan küçük bir familya olduğunu ve türlerin beşinin *Carpoglyphus* cinsinde olduğunu belirtmişlerdir. Kuru meyve akarı *C. lactis*'in biyolojik mücadelede kullanılan avcı akarlardan phytoseiid'lerin üretimi için alternatif bir yem olarak rol almasından dolayı son yıllarda ilgi gördüğünü belirtmişlerdir. Yeni Zelanda'da, biyolojik kontrol endüstrisi için, bu tür avcı akarların toplu olarak yetiştirilmesi ve Yeni Zelanda'ya ithal edilmesine ilginin arttığını belirtmiştir. Ancak, bu türün Yeni Zelanda'daki varlığıyla ilgili bazı karışıklıklar olduğunu bildirmişlerdir.

Ebihara ve ark. (2013), tarımsal alanda ve seradaki zararlıları (zararlı böcekleri) yok etmek için taşınabilir ozon sisi sterilizasyon sistemi geliştirmişlerdir. Sistemin ozon jeneratörü, ozon sisi spreyi ve küçük bir ozon gazı kabından oluştuğunu açıklamışlardır. Ozon jeneratöründen, yüzey dielektrik bariyer deşarjını kullanarak oldukça konsantre ozon sağlanabileceğinden bahsetmişlerdir. Ozon sisinin, gelişmiş bir meme sistemi kullanılarak üretildiğini açıklamışlardır. Ozon sisi sprey sterilizasyonunun böcekler ve kültür bitkileri üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Sterilizasyon koşullarını, yaprak bitlerinin davranışını izleyerek ve bitkilerin zararlarını gözlemleyerek tahmin edildiğini açıklamışlardır. Bitki yapraklarında gözle görülür zararı olmadan, yaprak bitlerinin 30 saniye içinde yok edildiğini göstermişlerdir. Hidroksil radikal (OH), hidroperoksit radikal (HO_2), süperoksit iyon radikal (O_2^-) ve ozonit radikal iyon (O_3^-) gibi güçlü oksidasyon potansiyeline sahip reaktif radikallerle, yaprak bitlerinin sterilizasyon oranının artırılabileceğini açıklamışlardır.

Shimizu ve ark. (2014), *Carpoglyphus lactis*'de linoleik asitin (LA) biyosentezi ile (Z, Z) -6,9-heptadecadien'e dönüşümünü incelenmişlerdir. [1-13C] -d-glikoz kullanılarak 13C-uygulamasının yapıldığı deneyler, 13C atomlarının akardan ekstrakte edilen toplam lipidin LA'sına dahil edildiğini ve böylece tüm çift sayılı karbonların etiketlenmesini sağladığını ortaya koymuşlardır. Bu sonuç LA'nın, doğrudan biyosentezin bir göstergesi olan 13C etiketli asetil-CoA'dan üretildiğini göstermiştir. [1-13C]-d-glukoz içeren bu besleme deneylerinde, 13C atomları akardaki ana salgılama bileşeni olan (Z, Z) -6,9-heptadecadiene ile birleştiğini göstermişlerdir.

Işıkber ve ark. (2015), Bu çalışmada laboratuvar koşullarında bademde kısa uygulama süresinde ve yüksek konsantrasyonda ozon gazı uygulamasının *E. cautella* ve *P. interpunctella*'nın tüm biyolojik dönemlerine karşı biyolojik etkinliği araştırmışlardır. Fümigasyon çemberi içerisinde 1,3 kg kabuklu bademin üst ve alt kısmına yerleştirilen *E. cautella* ve *P. interpunctella*'nın tüm biyolojik dönemleri 6 saat süresince yarım saat aralıkla iki farklı konsantrasyonda (8,35 and 33,33 mg/l) ozon gazı sirkülasyonuna maruz bırakılmıştır. Biyolojik testler sonucunda 33,33 mg/l konsantrasyonda ozon gazı uygulamasında ürünün üst kısmına yerleştirilen *E. cautella*'nın yalnızca ergin ve pupaların, *P. interpunctella*'nın ise tüm biyolojik dönemlerin %100 veya bu rakama yakın ölümlerini elde etmişlerdir. Ayrıca, daha düşük konsantrasyonda (8,35 mg/l) ozon gaz uygulamasında ise yalnızca ürünün üst kısmına yerleştirilen *P. interpunctella*'nın ergin ve pupaların %100'e yakın ölümleri elde etmişlerdir. Açık bir şekilde düşük konsantrasyonda (8,35 mg/l) ozon gazı uygulamasında *E. cautella* ve *P. interpunctella*'nın tüm biyolojik dönemlerine ait ölüm oranları yüksek konsantrasyonda (33,33 mg/l) ozon gazı uygulamasındakilerden istatistiki olarak önemli derecede daha düşük olduğu görülmüştür. Genel olarak tüm ozon gazı uygulamasında ürünün üst kısmına yerleştirilen böceklerin ölüm oranları alt kısma yerleştirilen böceklerinkinden daha yüksek olduğu bulunmuştur. Özellikle ürünlerin alt kısmına yerleştirilen *E. cautella* ve *P. interpunctella* larvalarını ve yumurtalarını tamamen öldürmenin çok güç olduğu bildirilmiştir. Buna ek olarak, çalışmada yumurta dönemi hariç *E. cautella*'nın genellikle *P. interpunctella*'ya göre ozon gazına daha dayanıklı olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak yüksek konsantrasyonda ozon gazı uygulamasının kısa uygulama süresinde bademde *E. cautella* ve *P. interpunctella*'nın tüm biyolojik dönemlerini

tamamen kontrol edememesinden dolayı ozon gazının ürünlerin böcek bulaşmalarından hızlı bir şekilde arındırılmasında MeBr'ye potansiyel bir alternatif olamayacağı belirtilmiştir.

Hubert ve ark. (2015), *Carpoglyphus lactis*'in, kurutulmuş meyveler, şarap, bira, süt ürünleri, reçeller ve bal dahil olmak üzere sakkaritlerce zengin depolanmış ürünleri istila eden depo ürün akarı olduğunu belirtmişlerdir. Mikro organizmalarla birleşmesiyle de, akarların kurutulmuş meyvelerdeki canlılığını artırabileceğini açıklamışlardır.

Wan-Norafikah ve ark. (2016), iç mekanlarda ozon üreten bir hava temizleyicisini, modifiye edilmiş bir tünel kafesi kullanılarak *Aedes aegypti* L. *Aedes albopictus* (Sukuse), *Culex quinquefasciatus* Say. (Diptera: Culicidae), *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) ve *Periplaneta americana* (L.), (Dictyoptera; Blattidae)'nın erginleri üzerindeki uzaklaştırıcı etkilerini değerlendirmişlerdir. İlk test seti hem yemden hem de hava temizleyiciden oluşurken, ikinci test setinde sadece yem kullanılmıştır. En yüksek yüzde olarak uzaklaştırıcı etki *Cx. quinquefasciatus* (%83) iken en az uzaklaştırılmış olanı %68'lik oranla *Ae. aegypti* için kaydetmişlerdir. Testlerin tümünde ölüm gözlenmediğini açıklamışlardır. Bu sonuçlar, ozon üreten hava temizleyicinin, tesiste kişisel koruma amaçlı böcek kovucu bir cihazda potansiyel olarak kullanılabileceğini göstermişlerdir. Bununla birlikte, *Ae. aegypti* ve *Ae. albopictus* tarafından taşınan enfeksiyon etmenlerinin önlenmesi için, ozon üreten hava temizleyici, diğer vektör kontrol yöntemlerinde aynı anda kullanılabileceğini belirtmektedirler.

Yong ve ark. (2017), Kurutulmuş *Arillus longan* meyvelerinin bulunduğu depolarda *C. lactis* üremesini araştırmak ve *C. lactis*'in tıbbi zararını önlemek için araştırmalar yapıldığını belirtmişlerdir. Ayrıca, akarların üreme alanlarının araştırılması için Çin'deki bitkisel ilaç depoları sürvey alanları olarak seçilmiş ve *A. longan* örneklerinin buralarda 6 aydan daha uzun süre depolandığını belirtmişlerdir. Akarlar izole edilip ve mikroskopta teşhis edildiğini belirtmişlerdir. *Carpoglyphus lactis*'in üreme hızı %20,0

(4/20) ve üreme yoğunluğunun örnek başına 184,95 olduğunu belirlemişlerdir. Yetişkin, larva, dormansi dönemlerinin ve yumurta oranlarının, sırasıyla %58,39, %30,41, %0,06 ve % 11,14 olduğunu saptamışlardır. *Carpoglyphus lactis*'in üreme yoğunluğunun *A. longan* depolanan alanlarda yüksek olduğunu kaydetmişlerdir.

Zhan ve ark. (2017), çalışmanın amacının Çin'in Anhui kentinde bulunan kurutulmuş *Fructus jujubae* meyvesi üzerindeki *C. lactis*'in üreme hızını ve yoğunluğunu araştırmışlardır. Akarın biyolojisi gereği, genel olarak 6 ay boyunca tutulan *Fructus jujubae* örneklerini kurutulmuş meyve dükkanından ve (veya) Çin bitkisel ilaç deposundaki örneklerden topladıklarını belirtmişlerdir. Akarın preperatlarını yapıp mikroskobik ve morfolojik olarak tanımlamalarını yapmışlardır. Sonuçta, *C. lactis* için 300 örneğin 19'unda üreme yoğunluğu 6,52 akar/g üreme oranını ise %6,33 olarak belirlemişledir. Belirgin gelişimsel fazdaki ana oranların, sırasıyla ergin (nimfler dahil %85,7), larva (%12,3), hipopus (%0,6) ve yumurta (%1,5) ile ilişkili olduğunu saptamışlardır. Akarın, yukarı Anhui eyaletinde bulunan *Fructus jujubae* meyvesinde çok miktarda bulunduğunu belirtmişlerdir. Bu nedenle de, *C. lactis*'in aynı odada depolanan diğer kurutulmuş ürünlere ve biyolojik kirlenmenin bir sonucu olarak insandaki intestinal akariasis'in yayılmasını önlemek için gerekli önlemler alınmasının gerektiğini açıklamışlardır.

Dizlek ve ark. (2019), Bu çalışmayı Ağustos 2014 - Kasım 2016 tarihleri arasında Aydın, Türkiye'de kuru incirdeki akar türlerini belirlemek amacıyla yapmışlardır. Üreticilerin depolarından, ticari depolarından ve Buharkent, Germencik, İncirliova, Koçarlı, Köşk, Kuyucak, Merkez, Nazilli, Sultanhisar ve Yenipazar ilçelerinde bulunan incir işleme fabrikalarından toplam 141 adet kuru incir örneği almışlardır. Ek olarak, 24 adet kurutulmuş incir örneğini 8 ay boyunca depoda tutmuşlar ve akar türlerinin bileşimindeki değişiklikleri ve depolanmış incirdeki yoğunluklarını belirlemişlerdir. Sonuç olarak, kuru incirlerden 3 takım ve 5 familyaya ait 8 akar türü tespit etmişlerdir. Zararlı akar türleri olarak, *A. siro, C. lactis, G. destructor, G. domesticus* ve *T. putrescentiae*, avcı akar türleri olarak da *Blattisocius tarsalis* (Berlese), *B. mali* (Oudemans) (Acari: Blattisociidae) ve *Cheyletus eruditus*'u (Schrank) (Acari: Cheyletidae) tespit etmişlerdir. Sürvey çalışmalarında 141 örnekten 133'üne akarların

bulaştığını ve istila oranının %94,3 olduğunu açıklamışlardır. Bulaşma oranının sırasıyla %72,3 ile *T. putrescentiae, C. lactis*'in %34,8 ile onu takip ettiğini ve son olarak da %0,7 ile *A. siro, G. destructor, G. domesticus* türlerinin olduğunu belirtmişlerdir. Bulaşık incir örneklerinde, *C. lactis*'in 10,488 kişi / kg ile en yüksek yoğunluğa sahip olduğunu bulmuşlardır. *Blattisocius tarsalis*'in, %77,3 bulunma oranıyla en yaygın avcı akar türü olduğunu saptamışlardır. Kuru incirlerde sırasıyla %9,2 ve %4,3'ünde *B. mali* ve *C. eruditus*'u bulmuşlardır. Bu çalışmada, depoda tutulan kuru incir örneklerinin akarlarla bulaşmasına karşı her zaman savunmasız olduğunu göstermişlerdir. Akar türlerindeki bulaşmalarının ve yoğunluklarının da zamanla dalgalandığını açıklamışlardır.

Turgu ve Kumral (2019), Türkiye'nin, dünyanın en büyük kuru kayısı üreticisi ve ihracatçısı olduğunu ve *C .lactis*'in kuru kayısılarda en yaygın görülen tür olduğunu belirtmişlerdir. *Carpoglyphus lactis*'in kuru kayısının meyveli şekeriyle beslendiğinde, akar, küf mantarlarının gelişimini hızlandırdığını ve sindirim ürünleri, salgıları ve ölü cisimleri nedeniyle istenmeyen tat ve kokulara neden olduğunu belirtmişlerdir. Bu kirletici maddelerin insanlarda cilt hastalıklarına ve sindirim sistemi bozukluklarına neden olduğunu savunmuşlardır. MeBr ve fosfin gibi fumigantlar, tüm dünyada bu zararlı türlerin kontrolünde kullanıldığını belirtmişlerdir. Bununla birlikte, kimyasal maddelerin ozon tabakasına zarar vermesi ve insanlarda akut ölümlere neden olduğu için, Türkiye dahil birçok ülkede kısıtlandığını kaydetmişlerdir. Biyolojik çalışmalarda, hem oksijen hem de nem miktarlarının azaltılmasının *C. lactis*'in popülasyon gelişimini olumsuz yönde etkilediğini belirtmişlerdir. Bu kanıtlara dayanarak, farklı fiziksel ajanlar, yani ferrik oksit ve ozon gazı (oksijen tüketiciler) ve kalsiyum klorür ve silika jelinin (nem düşürücüler) *C. lactis* ile bulaştırılmış paketlenmiş kuru kayısı üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Ölümcül doz konsantrasyonları ve her ürünün ölümcül zamanlarını probit analiziyle belirlemişlerdir. Bu çalışmada, dişi akarları denemede kullanılan tüm fiziksel ajanlarla kontrol altına almışlardır. Ozon gazı işleminden sonra en hızlı şekilde %99'luk dişi akar ölüm oranı elde edilmiştir. Bunu ferrik oksit izlemiştir. Ozon gazı özellikle toksik bulunmuş ve uygulamadan 39 saat sonra 44,4 mg/l'de (LT_{99}=39 saat) yüksek ölüm oranına neden olduğunu belirtmişlerdir. Ferrik oksit 9000 mg/l hacimli ve daha yüksek dozlarda uygulandığında, bütün dişi akarları 3

gün içinde öldürdüğünü, kalsiyum klorürün 3000 mg/l'deki dozunda bütün dişileri 81 saat içinde öldürdüğünü tespit etmişlerdir. Son olarak da, silika jelin, akarları daha uzun bir sürede, yani iki haftada ve daha yüksek bir dozajda (56000 mg/l hacim) etkilediğini belirtmişlerdir.

Kumral ve ark. (2019), Türkiye'nin kuru kayısı üretiminde dünyada birinci sırada olduğunu, kayısı meyvelerinin kurutularak su kapsamının düşürülmesiyle mikrobiyal etmenlerin gelişmesi her ne kadar engellense de şeker kristallerinin artışı kuru meyve akarı *C. lactis*'in üremesine imkan verdiğini belirtmektedirler. Zararlının bulaşması ve beslenmesinin kuru meyvelerde bazı mikrobiyal etmenlerin gelişimini teşvik ettiğini, insanlarda sindirim sisteminde bozukluklara ve alerjen etkilere neden olduğunu kaydetmektedirler. Oksidasyon ve kısa süreli oksijen azaltıcı özelliği olan ozon gazı ile oksijen ve nem çekici özelliğe sahip ferrik oksit uygulamalarının kuru kayısılarda *C. lactis* popülasyonlarına etkisi daha önce belirlendiğini ancak, akardan kaynaklanan mikrobiyal yüke, meyve kalite parametrelerine ve duyusal özelliklere olan etkisinin ortaya konulmadığını belirtmektedirler. Araştırmalarında, 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. Ayrıca, ozon uygulamasının kuru kayısılardaki akar bulaşıklığına bağlı renk açılmalarını önlediğini kaydetmektedirler. Akar bulaşıklığının kayısılarda sertliği önemli düzeyde azaltırken, hem ozon hem de ferrik oksit uygulamalarının bu parametreleri olumlu yönde düzelttiğini ve meyvenin duyusal özelliklerine herhangi olumsuz etkisi belirlenmediğini belirtmektedirler.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1.Materyal

3.1.1. Deneme Alanı

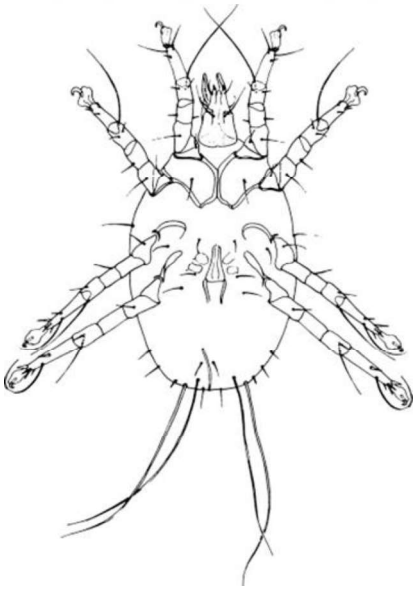
Araştırma, 2017-2019 yıllarında Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Prof. Dr. Necati Baykal Toksikoloji ve Akaroloji Laboratuvarı (Şekil 3.1) ve Bitki Koruma Bölümüne ait olan iklim odalarında yürütülmüştür (Şekil 3.2).

Şekil 3.1. Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Prof. Dr. Necati Baykal Toksikoloji ve Akaroloji Laboratuvarı

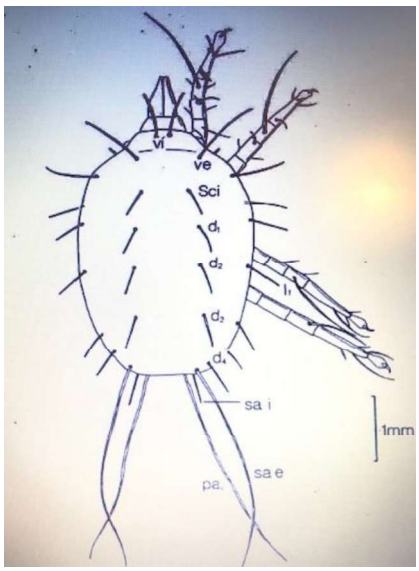
Şekil 3.2. Sıcaklık, nem ve ışık kontrollü iklim odaları

3.1.2. Denemede Kullanılan Akar Popülasyonu ve Üretimi

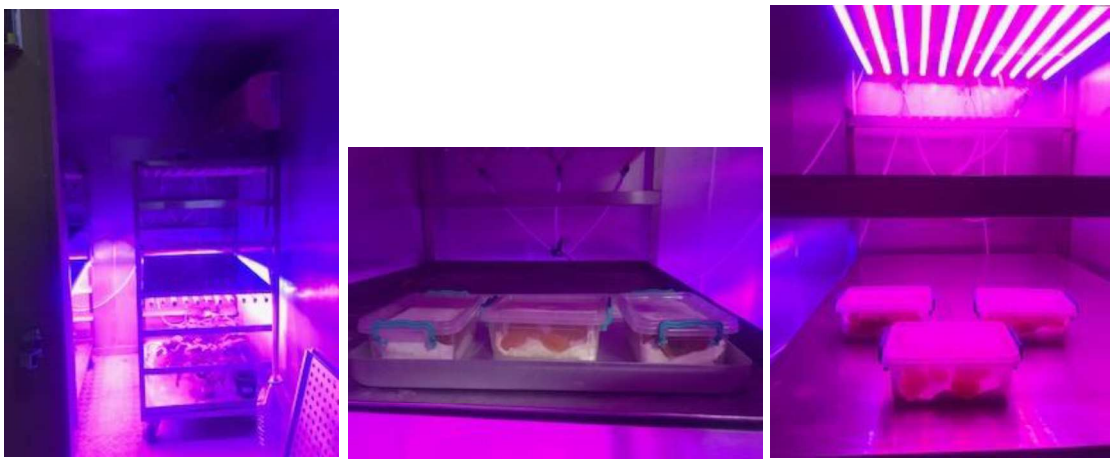
Bu tezde kullanılan Kuru meyve akarı popülasyonları [*Carpoglyphus lactis* (L.) (Acari: Carpoglyphidae)] Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Akaroloji laboratuvarında 2 yıldır ilaçsız ortamda üretilen ve Turgu ve Kumral (2019)'da menşei belirtilen bir koloniden alınmıştır. Akarın tür teşhisi Hughes (1976)'da belirtilen morfolojik karakterlere göre yapılmıştır (Şekil 3.3 ve 3.4). *Carpoglyphus lactis*'in popülasyonunun üretimi, uzun gün (16 saat Aydınlık: 8 saat karanlık) loş ışık koşullarında 27±1°C sıcaklık ve %65±5 nem koşullarında çalışan bir iklim dolabında kuru kayısı meyveleri üzerinde yapılmıştır (Şekil 3.5). Kültür ortamı olarak Turgu ve Kumral (2019)'da tarif edilen kültür kutuları kullanılmıştır. Bu kültür ortamında 15x7,5x5 cm ölçülerindeki plastik saklama kutularından yararlanılmıştır (Şekil 3.6). Kutuların üst kapağı 10x5cm ölçülerinde kesilmiş bu bölüme akarların geçemeyeceği ölçülerde tül yerleştirilmiştir. Bu şekilde ortamın havalandırılması sağlanmıştır. Kutuların altına pamuk serilmiş ve su ile nemlendirilmiştir. Pamukların üzerine kurutma kağıdı konulmuş ve üstüne kuru kayısı meyveleri yerleştirilmiştir. Kayısıların üzerine ergin akarlar fırça yardımıyla bulaştırılmış ve üremesi için iklim odasına konulmuştur.



Şekil 3.3. *Carpoglyphus lactis* erkeğinin ventralden görünümü (Hughes, 1976)



Şekil 3.4. *Carpoglyphus lactis* dişisinin vücut setalarının görünümü (Hughes, 1976)



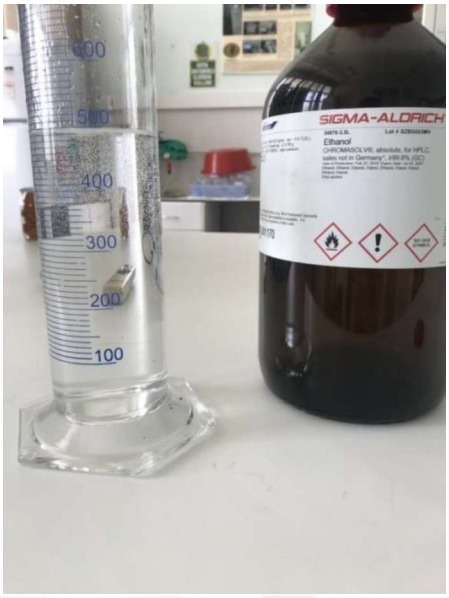
Şekil 3.5. Kuru meyve akarı (*Carpoglyphus lactis)* popülasyonlarının üretildiği iklim dolabı ve üretim kapları

Şekil 3.6. *Carpoglyphus lactis* bireylerinin üretildiği kuru kayısılar ve akar bireyleri

3.1.3. Denemede Kullanılan Kimyasallar

Denemelerde Biyofarma İlaç, Kimya, Sağlık, Hizmetleri Sanayi Ticaret Ltd. Şti. (Bursa, Türkiye) tarafından geliştirilen, formülasyon içeriği 2018-00277 TPE patenti ile koruma altına alınan ve ülkemizde Genoxyn nanotech ismiyle marka tescili yapılan bir nano solüsyon ozon formülasyonu kullanılmıştır. Gıdada kullanılmasına izin verilen katkı maddeleri kullanılarak bileşimi hazırlanan bu formülasyonun %0,01 ile %0,4 arasında değişen 6 farklı konsantrasyonu kullanılmıştır (Şekil 3.7). Deneme öncesi kayısıların sterilizasyonunda %70'lik ethanol kullanılmıştır (Şekil 3.8, Şekil 3.9, Şekil 10).

Şekil 3.7. Denemede kullanılan ozon konsantrasyonları



Şekil 3.8. %70'lik ethanol

Şekil 3.9. Kuru kayısı örneklerinin %70 lik ethanolde sterilizasyonu

Şekil 3.10. Denemelerde kullanılan kuru kayısı örneklerinin ultraviole ışığı altında steril hale getirilmesi

3.2.Yöntem

3.2.1. Toksisite Testleri

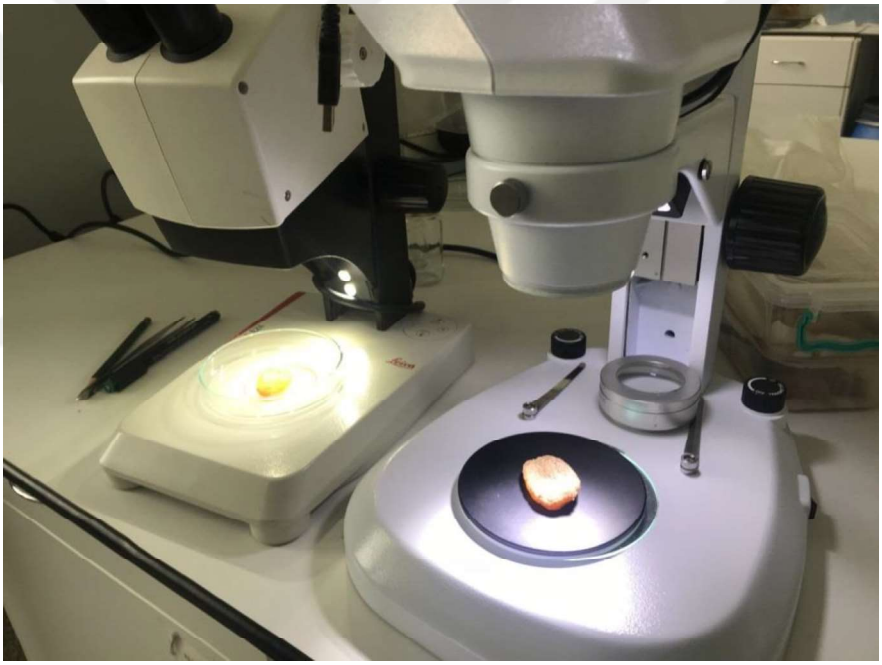
Formülasyonun 6 farklı konsantrasyonu kuru kalıntı yöntemine göre bir ilaçlama kulesi (Burkard, İngiltere) ile 2 ml hacimde (0,35 g/cm^2) steril kayısıların her iki yüzeyine 10 atm basınçta püskürtülmüştür (Simon, 2014) (Şekil 3.11). Uygulamadan sonra kayısıların kuruması için oda koşullarında 10-15 dakika bekletilmiştir. Daha sonra formülasyonun öldürücülük testlerinde yukarıda tanımlanan koloninin 3 gün yaşındaki genç dişi bireyleri kullanılmıştır. Bu amaçla, bu kültürden temin edilen 50 dişi birey bir steoromikroskop altında (Leica, Almanya) bir fırça yardımıyla kayısılara dikkatlice bulaştırılmıştır. Üzerine formülasyon uygulanmayan akar bulaştırılmış steril kayısılar kontrol grubu olarak kullanılmıştır (Simon, 2014). Denemeler üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Bulaştırma işlemi tamamlanan kayısılar Şekil 3.12'de gösterilen kaplara konularak 27±1°C sıcaklık, %65±5 nem ve 16 saat aydınlık: 8 saat karanlık loş ışık koşullarındaki bir iklim dolabında bekletilmiştir. Bulaştırma işleminden 12 saat sonra kayısıların üzerindeki dişi akarlar steoromikroskop altında incelenmiştir. Fırça ile dokunulduğunda hareket etmeyen veya vücudu kadar yürüyemeyen akarlar ölü olarak kabul edilmiştir (Şekil 3.13). Sayım işlemleri sonuçlar sabitlenene kadar 12 saat arayla

tekrarlanmıştır. Kontrol grubunda ölüm oranı %20'yi aştığı zaman denemeye son verilmiş ve tekrarlanmıştır. Oniki saatte bir elde edilen ölüm sonuçları aşağıda verilen Abbott (1925) formülü kullanılarak düzeltilmiş öldürücü etkiler hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Ölüm } = \frac{\text{Kontroldeki canlılık oranı} - \text{Muameledeki canlılık oranı}}{Kontroldeki\ canlılık\ oranı} \ x\ 100$$

Şekil 3.11. Sprey Tower (İlaçlama Kulesi)

Şekil 3.12. Toksikolojik testlerde kullanılan kültür kapları



Şekil 3.13. Steoromikroskop altında kayısılar üzerindeki dişi akarların incelenmesi

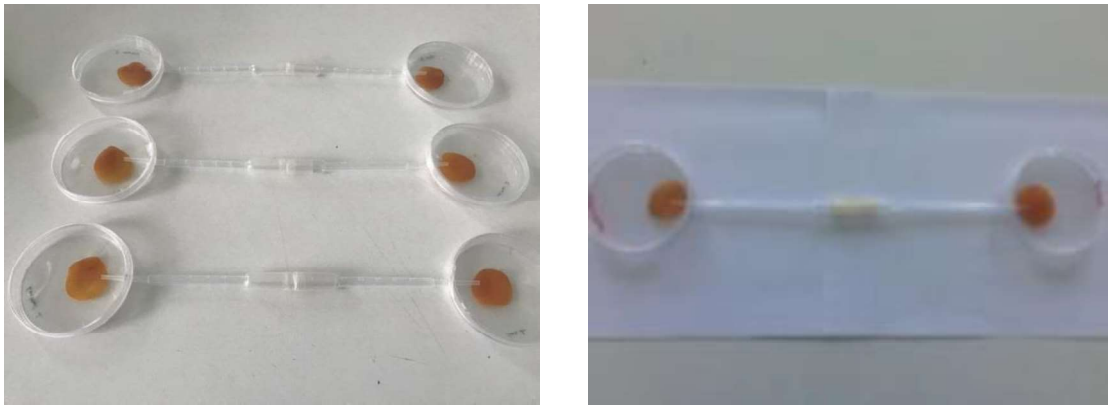
Daha sonra, 6 farklı dozla 48. ve 72. saatlerin sonunda elde edilen (%10-90 arasındaki) ölüm değerleri probit analizine tabi tutularak lethal konsantrasyon değerleri (LC_{50} ve LC_{90}) belirlenmiştir. Ayrıca, %0,1, 0,2 ve 0,4 konsantrasyon sonuçları kullanılarak lethal zaman (LT_{50} ve LT_{90}) değerleri belirlenmiştir.

3.2.2. Kalıcılık Testleri

Yukarıda açıklanan toksisite testi prosedürü kullanılarak kalıcılık testi çalışmaları yürütülmüştür. Bu testte farklı olarak, kuru kayısılar %0.2'lik konsantrasyonla ilaçlandıktan sonra, akarlar farklı günlerde (1., 3., 7., 10. ve 14. günlerde) bulaştırılmıştır. Daha sonra, ölüm etkileri 24, 48 ve 72 saat aralıkla yukarıda tanımlandığı şekilde belirlenmiştir. Bu testteki amaç ozunun kayısı meyvelerine uygulanmasından sonra etkinliğini ne kadar süreyle ve ne ölçüde sürdürebildiğini göstermek olmuştur.

3.2.3. Kaçırıcılık Testi

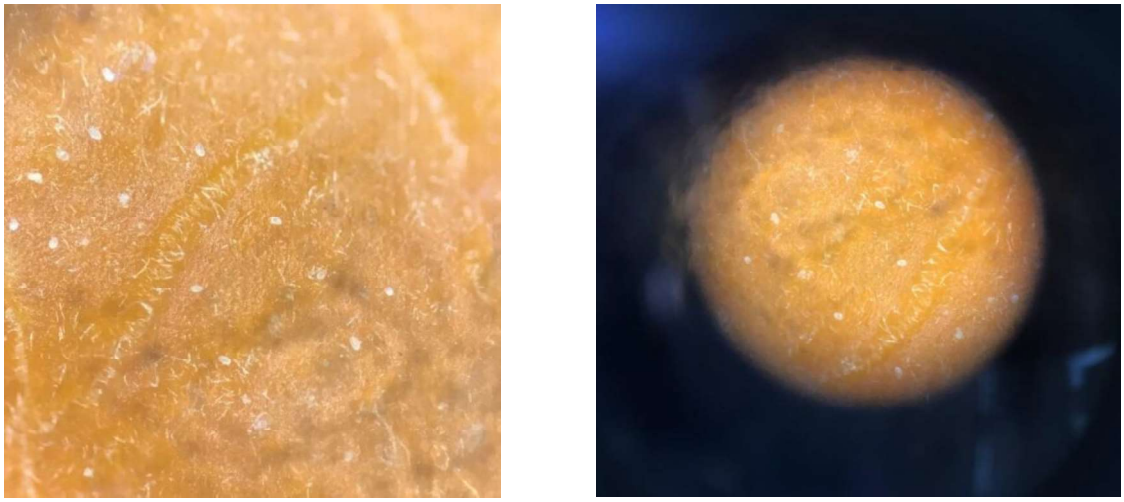
Dişi akarların formülasyon uygulanan kayısı yüzeyine olan tepkilerini değerlendirmek amacıyla Van den Boom ve ark. (2002) tarafından geliştirilen iki seçimli düzeneğin modifiye edilmiş hali kullanılmıştır (Şekil 3.14). İki seçimden biri ilaçlanmış kayısı diğeri ise ilaçlanmamış temiz kayısılardır. Bu amaçla, kayısıların biri lethal ve sublethal (%0,1, 0,15 ve 0,2) konsantrasyonlarda ilaçlama kulesi ile daha önce tarif edildiği şekilde ilaçlanmıştır. Daha sonra üzerinde ufak havalandırma delikleri olan 12 cm çaplı Petri içine bir ilaçlı kayısı yerleştirilmiştir. Diğer bir Petriye ise ozon formülasyonu uygulanmamış (kontrol) steril bir kuru kayısı yerleştirilmiştir. Daha sonra Petrilere birer 1 cm genişliğinde delik açılmış ve buraya iki tarafı açık 5 cm uzunlukta plastik bir hortum yerleştirilmiştir. Her iki hortumun birleştiği noktaya 50'şer adet dişi birey fırça yardımıyla salınmıştır. Her denemede 50 birey kullanılmış ve testler 3 tekerürlü olarak yürütülmüştür. Bu birleşim yeri parafilmle sarıldıktan sonra düzenek 24 saat boyunca yukarıda tarif edilen iklim dolabında bekletilmiştir. Düzeneğin üzerine eşit miktarda ışık gelmesine dikkat edilmiştir. 24 saat sonra düzenek açılarak ilaçlanan ve ilaçlanmayan kayısılar üzerindeki akar bireyleri sayılmıştır.



Şekil 3.14. Kaçırıcılık testlerinde kullanılan düzenekler

3.2.4.Yumurta Bırakmayı Engelleyicilik Testi

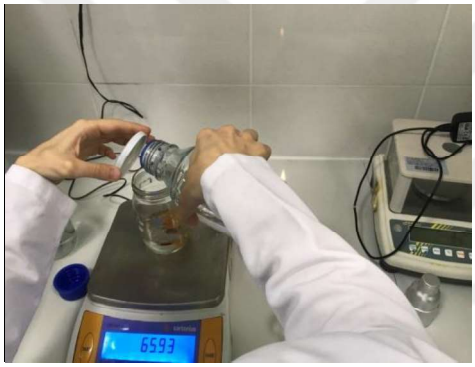
Bu çalışmada kuru kayısı örneklerinin üzerine formülasyonun sublethal konsantrasyonları (%0,01, 0,05, 0,1, 0,15) ilaçlama kulesi ile daha önce tarif edildiği gibi uygulanmıştır. Daha sonra akarın 10 genç dişisi ve erkeği her kayısıya bir dişi ve bir erkek akar olmak üzere ayrı ayrı bırakılmıştır. Kontrol grubu olarak da formülasyon uygulanmayan steril kayısılar kullanılmıştır. Bulaştırma yapılan kayısılar Şekil 3.12'de tarif edilen kutulara konularak, aynı koşullardaki iklim dolabına yerleştirilmiştir. Uygulamadan 48, 96 ve 120 saat sonra kayısılar steromikroskop ile incelenmiş ve kayısılar üzerindeki yumurtalar sayılarak uzaklaştırılmıştır. Deneme 10 tekerürlü olarak yürütülmüştür.



Şekil 3.15. *Carpoglyphus lactis*'in yumurtalarının görüntüsü

3.2.5. Mikrobiyal Yük Testleri

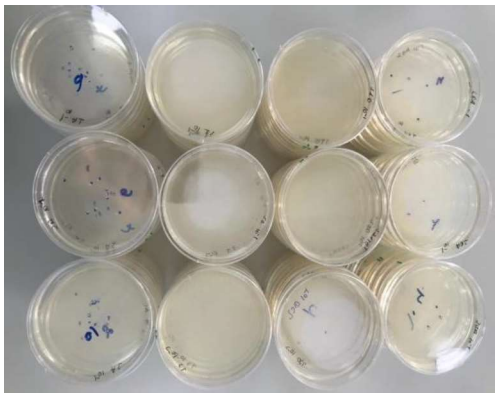
Ozon uygulamalarının mikrobiyal yüke etkisini belirlemek amacıyla, toplam mezofilaerob bakteri (TMAB) ve maya-küf sayımları gerçekleştirilmiştir. Mikrobiyolojik analizler ozon uygulanmış ve uygulanmamış akar bulaştırılmış kayısılarda ve steril kuru kayısı meyveleri üzerinde yürütülmüştür (Şekil 3.16, 3.17, 3.18). Denemeler 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, Petriler 30°C'de sırasıyla 72 saat ve 5 gün inkübasyona bırakılmıştır (Anonim 2018d). Petri kabının tüm yüzeyinde gelişen tüm koloniler gözle sayılmıştır (Şekil 3.19).



Şekil 3.16. Üzerine tuzlu su eklenen kuru kayısıların hassas terazideki ölçümleri

Şekil 3.17. Çalkalayıcı makine

Şekil 3.18. Tuzlu su içindeki kuru kayısılar



Şekil 3.19. Petri kabı yüzeyinde gelişen koloniler

3.2.6. İstatistiki Analiz

Abbott (1925) formülü ile düzeltilmiş ölüm değerleri kullanılarak probit analizi gerçekleştirilmiştir (SPSS Statistic, 2015). Probit analizi ile lethal konsantrasyonlar ($LC_{50,90}$) ve lethal zamanlar ($LT_{50,90}$) tahminlenmiştir. Farklı zamanlarda belirlenen LC değerleri arasındaki farklılık veya farklı dozlar için belirlenen LT değerleri arasındaki farklılık probit analizinde hesaplanan güven aralıkları karşılaştırılarak gruplandırılmıştır. Kalıcılık testinde farklı günlerde elde edilen Abbott formülü ile düzeltilmiş ölüm oranları arasındaki farklılık önemli olup olmadığı tek yollu ANOVA analizi ile belirlenmiştir. Yüzde oran olarak elde edilen sonuçlara ANOVA uygulanmadan önce arcsin transformasyonu yapılarak değerlerin analizi yapılmıştır. Uygulamalar arasındaki farklılıklar % 5 veya %1 düzeyinde önemli bulunması durumunda Tukey testi ile muameleler arasındaki farklılık gruplandırılarak gösterilmiştir. Kaçırıcılık testi sonuçları ise Pearson's X^2 testine göre yapılmıştır. Null hipotez olarak dişilerin formülasyon uygulanan kayısılara ve uygulanmayan kayısılara normal dağılım göstermesi (50:50) kabul edilmiştir (Van den Boom ve ark., 2002). Teste göre %1 ve %5 düzeyde normal dağılım göstermeyen deneyler önemli olarak işaretlenmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Formülasyonun Öldürücü Konsantrasyonları

Genoxyn nanotech'in farklı dozlarının kuru kalıntı yöntemi ile uygulanması sonucu elde edilen öldürücü konsantrasyonlar Çizelge 4.1'de verilmiştir. Probit analizinin uygun bir şekilde gerçekleştirilebildiği iki farklı zamanda 48. ve 72 saatteki LC_{50} değerleri sırasıyla %0,12 ve 0,07 olarak belirlenmiştir. Aynı zaman dilimlerindeki LC_{90} değerleri ise sırasıyla %0,27 ve 0,19 olarak belirlenmiştir. Probit analizinin güven aralığı değerlerine göre Lethal konsantrasyon değerleri zaman ilerledikçe önemli bir şekilde düşmektedir. Bu sonuçlar formülasyonun zamana bağlı olarak etkinliğinin arttığını göstermiştir. Bu doğrusal ilişki Şekil 4.1'de ayrıca gösterilmiştir. Grafiğe göre Genoxyn nanotech'in konsantrasyonu arttıkça dişi akarların ölüm oranı lineer bir şekilde ($y= 351,83x + 20,748$; $r^2 = 0,978$) yükselmektedir.

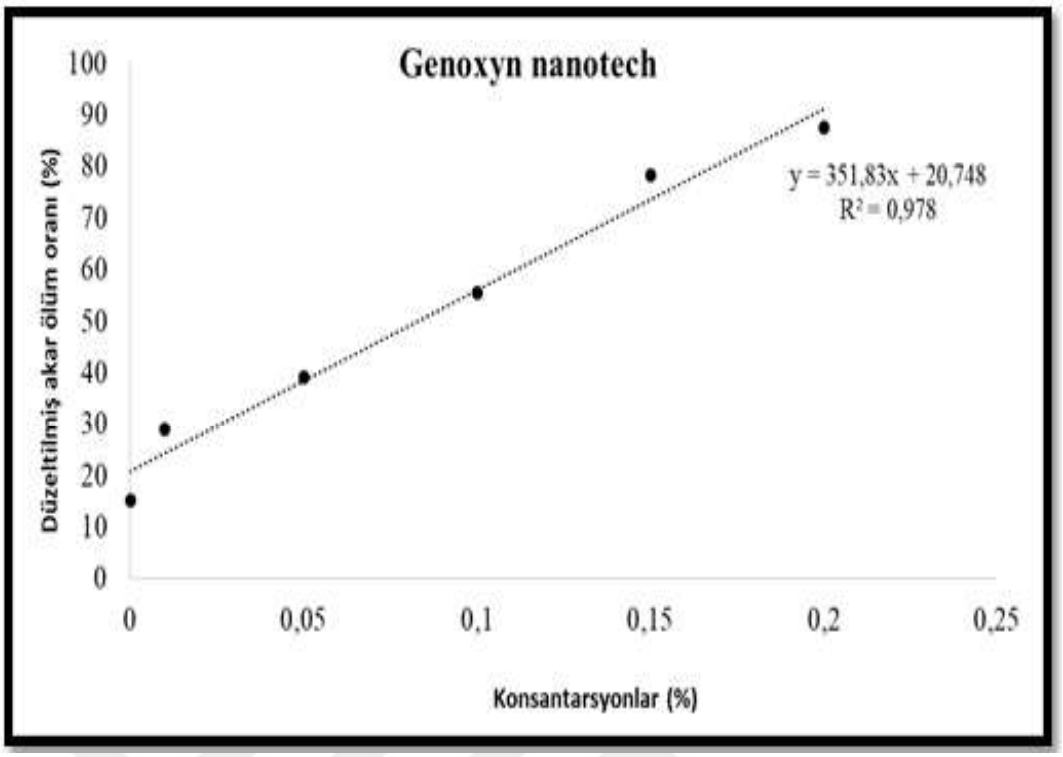
Çizelge 4.1. Genoxyn nanotech ile kalıntı testlerinde *Carpoglyphus lactis* dişileri için elde edilen lethal konsantrasyon değerleri

	Zaman (saat)	
	48	**72**
	% konsantrasyon (güven aralığı)	
[1]LC_{50}	0,1150 (0,1040-0,1272)a[3]	0,0656 (0,0533-0,0780)b
[2]LC_{90}	0,2720 (0,2457-0,3070)a	0,1942 (0,1729-0,2236)b

[1] Belirli bir zamanda akar popülasyonunun %50'sinin ölümü için gerekli konsantrasyonu,

[2] Belirli bir zamanda akar popülasyonunun %90'sinin ölümü için gerekli konsantrasyonu,

[3] Aynı satırdaki farklı küçük harfler güven aralıklarına göre istatistiksel farklılığı göstermektedir.



Şekil 4.1. Genoxyn nanotech ile kuru kayısılara kuru kalıntı yöntemiyle uygulanması sonucunda *Carpoglyphus lactis* dişilerinde farklı konsantrasyonlardaki ölüm oranları eğrisi ve regresyon eşitliği

4.2. Formülasyonla Kalıntı Testlerinde Erginler için Tespit Edilen LT Değerleri

Genoxyn nanotech'in üç farklı konsantrasyonunun (%0,1, 0,2 ve 0,4) kuru kalıntı yöntemi ile uygulanması sonucu elde edilen öldürücü zamanlar Çizelge 4.2'de verilmiştir. Probit analizi sonuçlarına göre %0,1 konsantrasyon için LT_{50} ve LT_{90} değerleri sırasıyla 64 ve 121 saat; %0,2 konsantrasyon için 39 ve 82 saat; %0,4 konsantrasyon için 27 ve 66 saat olarak belirlenmiştir. Probit analizinin güven aralığı değerlerine göre öldürücü zaman değerleri konsantrasyon arttıkça önemli bir şekilde düşmektedir. Bu sonuçlar formülasyonun konsantrasyona bağlı olarak etki etme zamanının kısaldığını göstermiştir. Aynı konsantrasyonların zamana karşılık akar ölümü cevapları Şekil 4.2'de verilmiştir. Bu eğrilere göre tüm dozlarda formülasyon polinomiyal bir cevap göstermektedir ($y=-0,0033x^2+0,9793x-8,2951$, $r^2=0,98$; $y=-0,0075x^2+1,7227x-6,1902$, $r^2=0,98$; $y=-0,0075x^2+1,6852x+7,9871$, $r^2=0,9508$). Bu testin sonuçlarına göre, %0,1 konsantrasyonda en yüksek ölüm etkisi %63'e ulaşmakta olup

bu etki 96 saatten sonra sabitlenmiştir. Benzer olarak, %0,2 konsantrasyonda %88,68 olarak bulunmuş olup, 96 saatte en yüksek oranına ulaşmış ve daha sonraki sayımlarda artış gözlemlenmemiştir. Formülasyonun %0,4'lük konsantrasyonunda ise ölüm oranı %99,1'e kadar ulaşmış olup, yine bu etki 96 saatten sonra sabitlenmiştir. Tüm bu sonuçlar dikkate alındığında tüm konsantrasyonlarda ölüm cevabı 96 saatte kadar lineer bir cevap göstermiş ancak, bir eşik zaman olarak 96 saatten sonra ölüm oranında bir değişiklik saptanmamıştır.

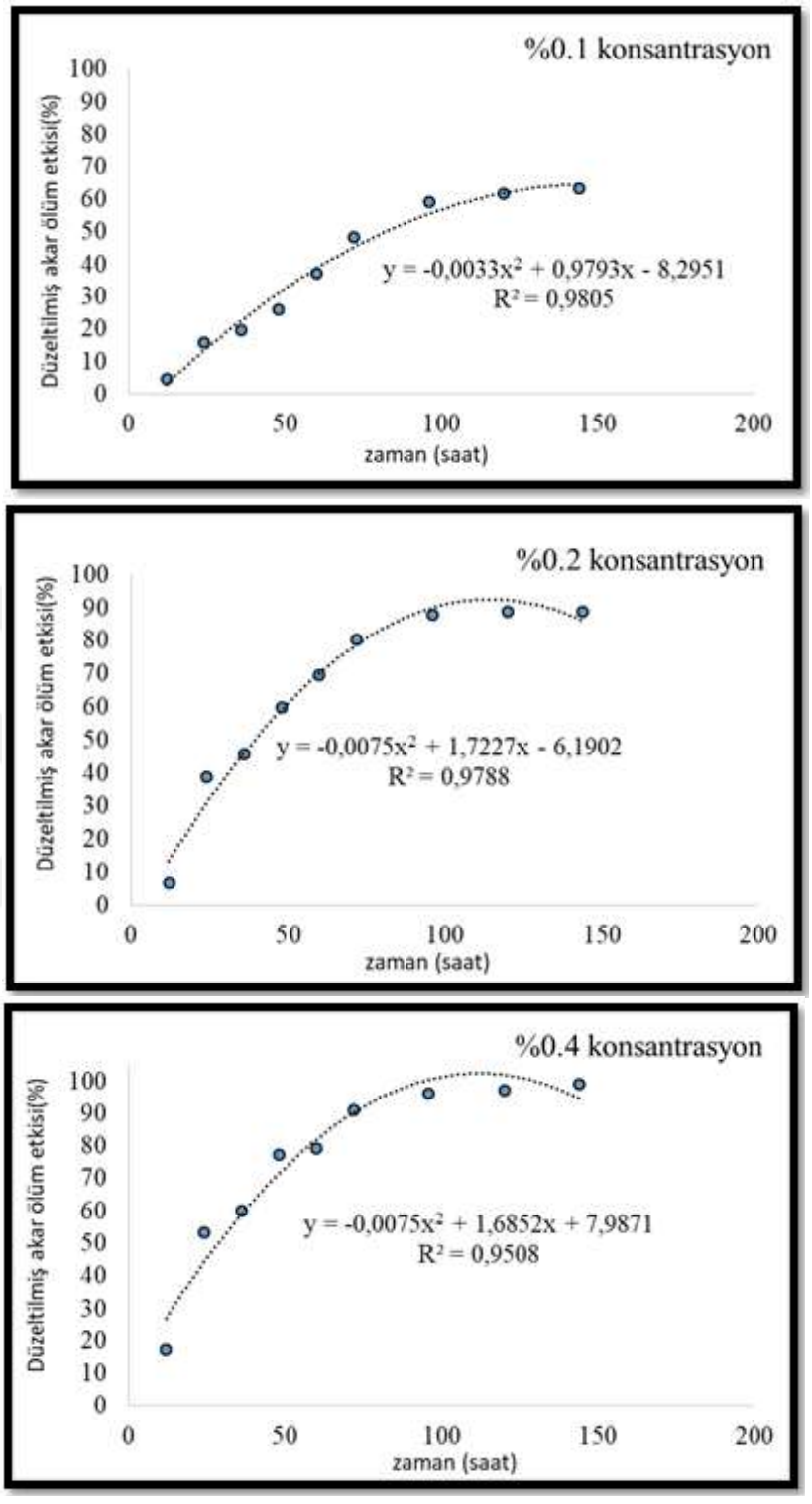
Çizelge 4.2. Genoxyn nanotech ile kalıntı testlerinde *Carpoglyphus lactis* dişileri için elde edilen lethal zaman değerleri

	Saat (güven aralığı)
%0,1 için LT_{50}[1]	64,38 (60,59-68,64)c[3]
%0,1 için LT_{90}[2]	120,72 (111,58-132,69)e
%0,2 için LT_{50}	38,53 (34,08-42,58)b
%0,2 için LT_{90}	81,50 (74,90-90,39)d
%0,4 için LT_{50}	27,31 (22,50-31,33)a
%0,4 için LT_{90}	65,79 (60,48-72,85)c

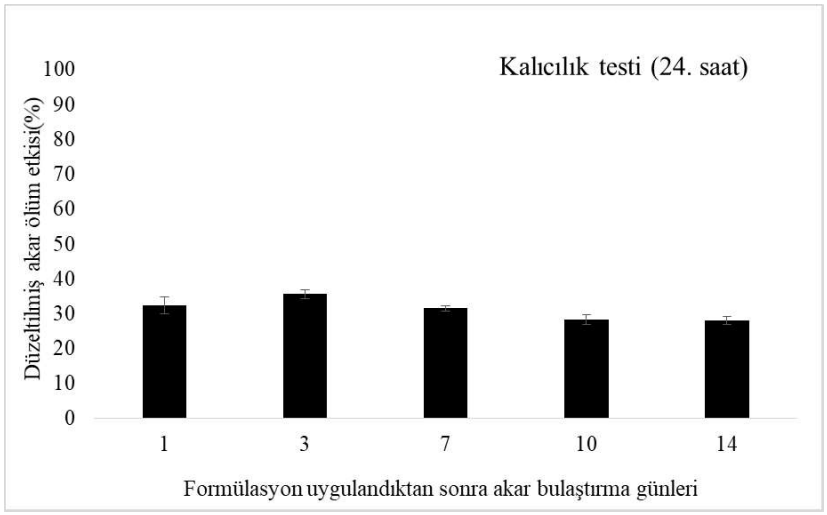
[1]Belirli bir dozda akar popülasyonunun %50' sinin ölümü için gerekli süreyi,
[2]Belirli bir dozda akar popülasyonunun %90' sinin ölümü için gerekli süreyi,
[3]Aynı satırdaki farklı küçük harfler güven aralıklarına göre istatistiksel farklılığı göstermektedir.

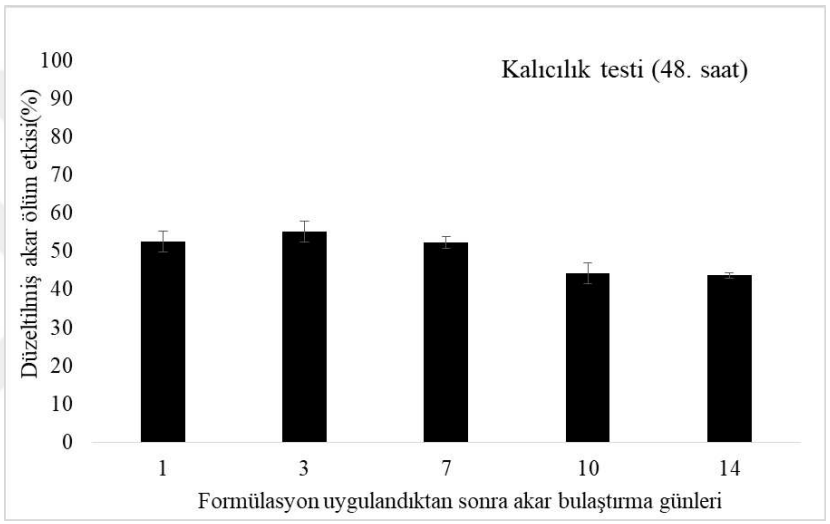
4.3. Formülasyonun Kalıcılığı

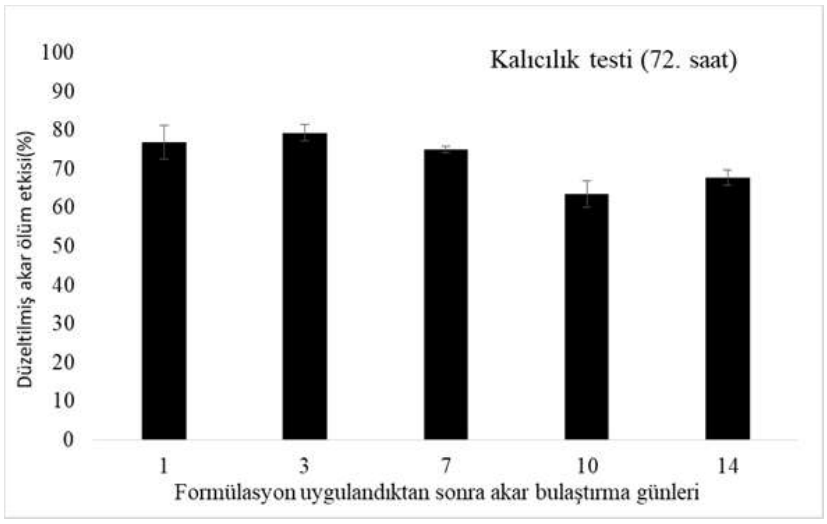
Genoxyn nanotech'in *C. lactis* için 72 saatte LC_{90} değeri olan %0,2'lik konsantrasyonun kayısılara kuru kalıntı yöntemi ile uygulanması sonucu elde edilen kalıcılık testi sonuçları Şekil 4.3'de verilmiştir. Abbott formülü ile düzeltilmiş ölüm etkilerine göre formülasyon uygulandıktan 1 gün sonra akar bulaştırılan örneklerle, 3 ve 7 gün sonra bulaştırılan örneklerin 24., 48 ve 72. saatte elde edilen sonuçları arasında istatistiki anlamda bir farklılık bulunmamıştır. Ancak, formülasyon uygulanan kayısı yüzeylerine 10 gün ve 14 gün sonra akar bulaştırıldığında etkiler sırasıyla 24. saatte %12-13; 48. saatte %16-17 ve 72. saatte %17-12 oranlarında düşüş göstermiştir (24. saat $F_{4,10}$= 4,24, P=0,029; 48. saat $F_{4,10}$= 5,51, P=0,013; 72. saat $F_{4,10}$= 5,39, P=0,014).



Şekil 4.2. Genoxyn nanotech ile kuru kayısılara kuru kalıntı yöntemiyle uygulanması sonucunda *Carpoglyphus lactis* dişilerinde farklı konsantrasyonlara karşılık farklı zamanlardaki ölüm oranları eğrisi ve regresyon eşitliği



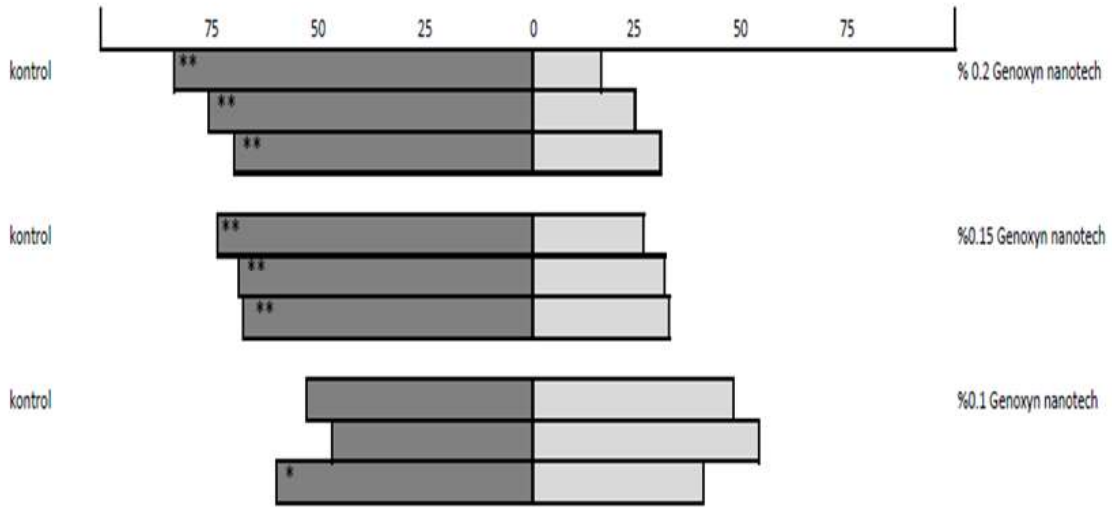




Şekil 4.3. *Genoxyn nanotech'in* kuru kayısı yüzeyine kuru kalıntı yöntemi ile uygulanmasından 1, 3, 7, 10 ve 14 gün sonra *Carpoglyphus lactis* dişilerinin bulaştırması sonucunda görülen ölüm oranları

4.4. Formülasyonun Kaçırıcı Etkisi

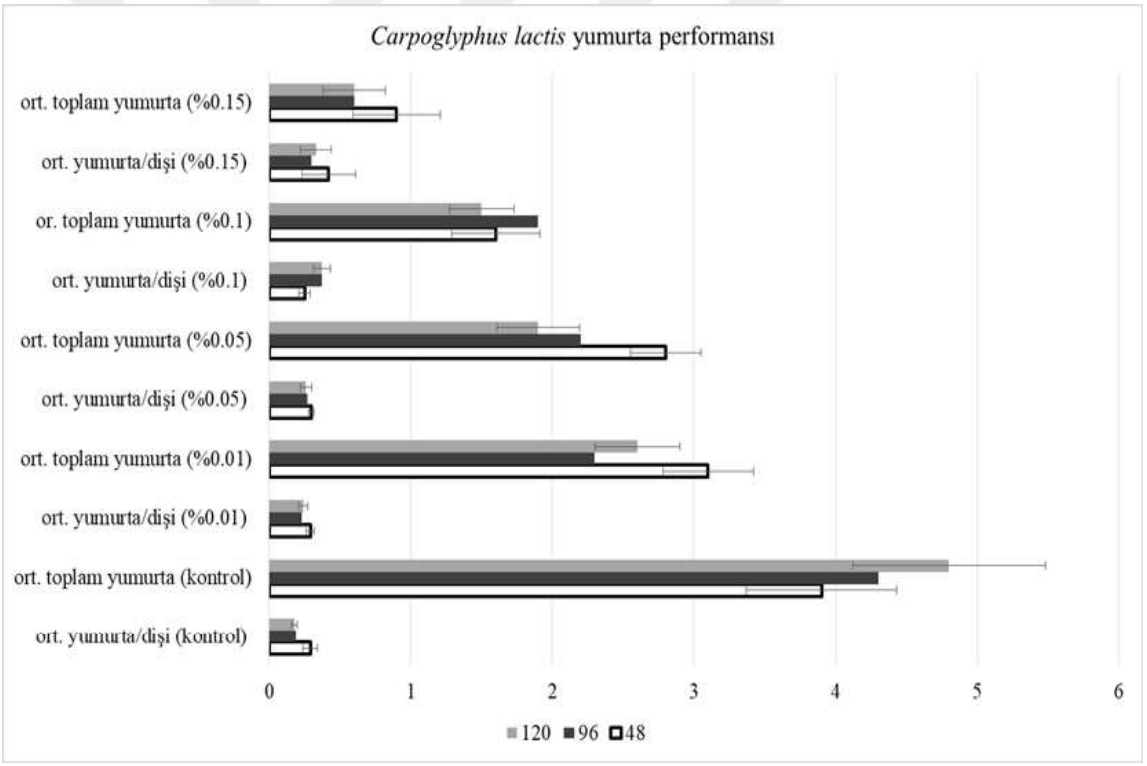
Genoxyn nanotech'in üç farklı konsantrasyonunun (% 0,1, 0,15 ve 0,02) kuru kayısı yüzeyine kuru kalıntı yöntemiyle uygulamasından sonra iki seçimli olfaktometre düzeneğinde *C. lactis* dişilerinin tercihleri Şekil 4.4'de verilmiştir. Buna göre formülasyonun %0,1'lik konsantrasyonu sadece bir tekerrürde %5 düzeyinde formülasyon uygulanmayan yüzeyi tercih etmiştir. Buna karşılık hem %0,15 hem de %0,2'lik konsantrasyonlarda tüm tekerrürlerde dişi akarlar Genoxyn nanotech uygulanan kayısı yüzeylerinden güçlü bir kaçma eğilimi göstermişlerdir. Tüm denemelerde %1 önemlilik düzeyinde akarlar formülasyonun uygulanmadığı yüzeyleri tercih etmişlerdir. Bu testin sonuçlarına göre %0,15'lik dozun üzerindeki konsantrasyonlar *C. lactis* için repellent (kaçırıcı etki) göstermektedir.



Şekil 4.4. *Genoxyn nanotech'in* kuru kayısı yüzeyine kuru kalıntı yöntemi ile uygulanması sonucu *Carpoglyphus lactis* dişilerinin yönelim tercihleri (*, ** Pearson'ın X^2 testine göre sırasıyla %1 ve %5 düzeyde önemli şekilde yönelim gösterdiğini göstermektedir).

4.5. Formülasyonun Yumurta Bırakmayı Engelleyici Etkisi

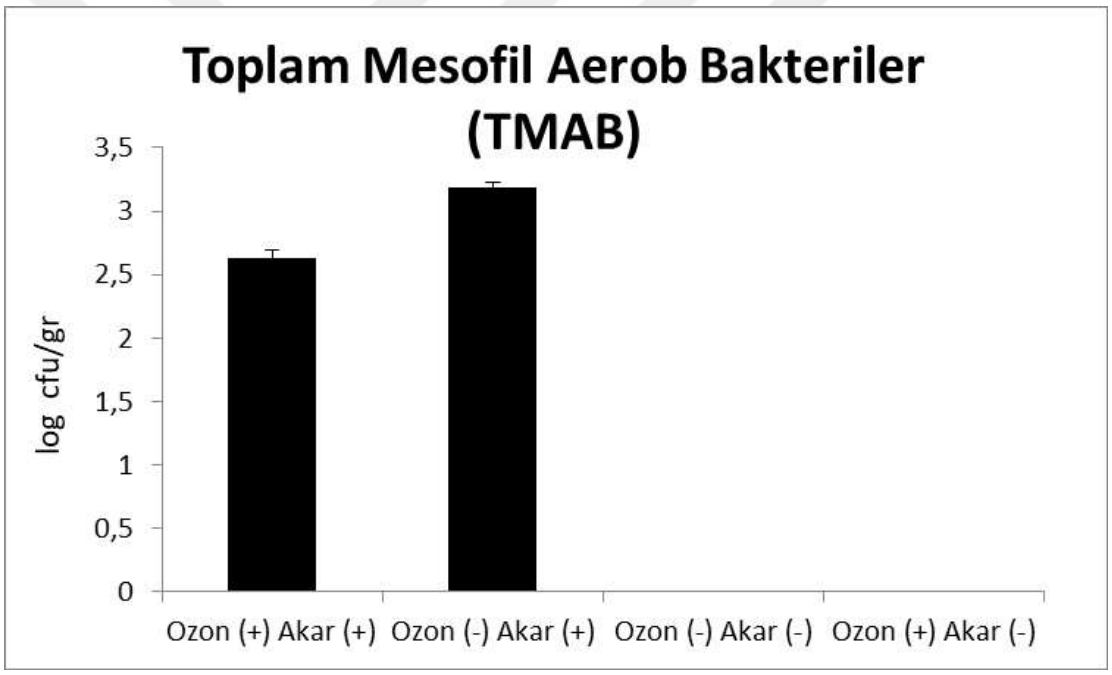
Genoxyn nanotech'in sublethal konsantrasyonları (%0,01, 0,05, 0,1, 0,15) *C. lactis*'in yumurta bırakmasına olan etkileri Şekil 4.5'de verilmektedir. Denemede kullanılan dişilerin toplam yumurta koyma sayısına bakıldığında formülasyonun uygulanmadığı kayısılarda toplam yumurta sayısı diğer tüm ozon uygulanan dozlardan önemli düzeyde daha fazla olduğu belirlenmiştir. Ancak, bu sayısal fazlalık aslında formülasyonun uygulandığı kayısılarda meydana gelen dişi ölümleri ile ilişkilidir. Eğer toplam yumurta sayısı canlı dişi sayısına bölünürse dişi başına ortalama yumurta sayısı kontrolde 0,18-0,29 (yumurta/dişi) arasında değişirken; denenen yüksek dozda 0,30-0,42 (yumurta/dişi) sayılarına ulaşmaktadır. Ancak bu farklılıklar kontrole göre istatistiki anlamda önemli bulunmamıştır (48. saat $F_{4,45}$= 0,53; P=0,71; 72. saat $F_{4,45}$= 1,15; P=0,35; 96. saat $F_{4,45=}$ 0,56; P=0,69).



Şekil 4.5. Genoxyn nanotech'in kuru kayısı yüzeyine kuru kalıntı yöntemi ile uygulanması sonucu *Carpoglyphus lactis* dişilerinin yumurta bırakma sayısına etkisi.

4.6. Formülasyonun Mikrobiyal Yüke Etkisi

Steril hale getirilmiş kuru kayısı örneklerine akar bulaştırılma ve ozon uygulanma durumlarına göre mezofilaerob bakteri (TMAB) ve maya-küf sayımları gerçekleştirilmiştir. Sayım sonuçlarında hiçbir örnekte maya ve küf kolonilerine rastlanılmamıştır. Ancak akar bulaştırılan ve ozon uygulanan ve uygulanmayan örneklerde TMAB kolonileri belirlenmiştir (Şekil 4.6). Buna karşı kontrol grubu olarak akar bulaştırılmayan steril kuru kayısılarda herhangi bir mikroorganizma kolonisine rastlanılmamıştır. Akarla bulaştırılmış örneklerde ozon uygulanması durumunda TMAB sayıları ozon uygulanmayanlara göre istatistiki anlamda önemli düzeyde düşük bulunmuştur ($P<0,01$).



Şekil 4.6. Akar bulaştırılan ve bulaştırılmayan kuru kayısı örneklerinde Genoxyn nanotech uygulanan ve uygulanmayan örneklerdeki ortalama toplam mesofil aerob bakteri (TMAB) sayıları.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu tez çalışmasında Genoxyn nanotech isimli nano solüsyon ozon formülasyonu ürün belirlenen dozlarda ve sürelerde *C. lactis*'e toksik etki göstermiştir. Bu araştırmanın sonuçlarına benzer olarak birçok araştırmacı ozon gazını *C. lactis*'e ve diğer bazı zararlı arthropodlara karşı toksik etki gösterdiğini belirlemişlerdir (Kells ve ark., 2001; Işıkber ve Öztekin, 2009; Tiwari ve ark., 2010; Işıkber ve ark., 2015; Janjarasskul ve Suppakul, 2018). Türkiye'de Işıkber ve ark. (2015) depolanmış tahıl ürünlerinde zararlı böceklere karşı ozon gazının öldürücü etkisini göstermişlerdir. Ayrıca, yine ozon gazının *C. lactis*'i farklı konsantrasyonlarda kapalı kaplarda kontrol ettiği iki farklı çalışmada belirlenmiştir (Turgu ve Kumral, 2019; Kumral ve ark. 2019). Benzer olarak, Pirani ve ark. (2009), toz ve depo akarı türleri *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank) ve *Tyrophagus longior* (Gervais)'a ozonun gazının düşük dozlarının dahi öldürücü etki gösterdiğini kaydetmektedirler. Hansen ve ark. (2012) Depolanmış tahıl ürünlerinde zarar yapan zararlı böcek türlerinden *Sitophilus* spp., *Rhyzopertha dominica* F*, Tribolium confusum* Jacquelin du Val, *Tribolium castaneum* Herbst, *Plodia interpunctella* Hübner, *Sitotroga cerealella* Olivier, *Oryzaephilus surinamensis* L., *Ephestia kuehniella* Zeller ve *Stegobium paniceum* L. türlerine karşı ürüne 10–135 mg/L doz aralıklarında ve 5–8 gün boyunca uygulandığında değişen oranlarda öldürücü etkisi olduğunu bildirmişlerdir. Depo zararlıları dışında, Ebihara ve ark. (2013) açık arazide ve seralarda zararlı böceklere karşı kullanılmak üzere bir ozon sisi geliştirdiklerini, serada yapılan bir denemede yaprak bitlerinin kontrolünde oldukça etkili olduğunu belirtmektedirler. Ancak, ulaşabildiğimiz kaynaklara göre ozon içeren bu tip bir sıvı formülasyonun öldürücü etkisi ve dozları henüz belirlenmemiştir.

Bu tez çalışmasında, ayrıca Genoxyn nanotech isimli nano-solüsyon ozon formülasyonun etki süresi çalışılmıştır. Ozonun çabuk parçalanması nedeniyle etkisi ani olmakta ve çok yüksek konsantrasyonlarda kullanılması gerekmektedir. Bu çalışmada nispeten uzun süren etki süresiyle düşük konsantrasyonlarda *C. lactis* bireylerini 3 gün içinde öldürmüştür. Bu çalışmadan farklı olarak benzer dozlarda ozonun gaz olarak 0,4mg/L konsantrasyonda sürekli uygulanması sonucunda ancak 15 gün ile 1 aylık periyotta *T. putrescentiae* ve *T. longior*'a ölüm meydana geldiğini bildirilmektedir (Pirani ve ark. 2009). Bizim çalışmamızda ise maksimum 96 saat içinde formülasyon

maksimum etkisini göstermiştir. Bu da bizim çalışmamızla kısa zamanda öldürücü etki sağlandığını göstermiştir. Farklılıklar konsantrasyon farklılığından ve Genoxyn nanotech'in uzun süre stabilitesini koruyabilme kapasitesinden kaynaklanabilir. Turgu ve Kumral (2019)'ın çalışması ozon gazı yüksek konsantrasyonda (30 mg/L) uygulandığında *C. lactis* popülasyonunun %99'unun iki gün içinde öldüğünü göstermiştir. Hansen ve ark. (2012), depolanmış tahıllarda zararlı üç *Sitophilus* türüne ve *P. interpunctella'*ya 6 gün boyunca 35 mg/L dozunda ozon gazı uygulaması sonucunda önemli etkiler bulduğunu ancak, zararlının tüm biyolojik dönemlerinin kontrolü için 8 gün boyunca 135 mg/L dozunda uygulama yapılması gerektiğini kaydetmektedirler. Araştırmacılara göre depo zararlılarının mücadelesinde yüksek doz ve uzun bir uygulama süresine ihtiyaç duyulmaktadır. Ozon gazının kapalı bir hacme uygulandığı bu çalışmalarla karşılaştırınca, yeni geliştirilen bu formülasyon sayesinde daha düşük konsantrasyonda kısa zamanda hızlı bir öldürücü etki oluştuğu belirlenmiştir.

Bu tez çalışmasında yapılan bir diğer test ise formülasyonun kayısı üzerindeki kalıcılığı üzerine olmuştur. Elde edilen sonuçlara göre formülasyon kayısı yüzeyine uygulandıktan 10 gün sonraya kadar toksik etkisinde önemli bir düşüş görülmemiştir. Buna karşılık, 14 gün sonunda %16-17 oranında düşüşler belirlenmiştir. Yine de elde edilen sonuçlar formülasyonun ozunun yavaş salımı ve etkinlik süresinin arttığı yönünde olumlu veriler ortaya koymuştur. Nitekim, Güzelseydim ve ark. (2004), ozon gazının oda koşullarında ve sıcak suda çok hızlı bir şekilde O_2 ve O^- 'ye parçalandığını, bu nedenle gıda üzerinde kalıntı bırakmadığını kaydetmektedirler. Ozon gazının bu hızlı parçalanma süreci her nekadar gıdada kalıntı bırakmaması nedeniyle avantajlı olsa da, diğer residual insektisitler gibi kullanılmasına imkan vermemektedir. Bu çalışma ile Genoxyn nanotech'in tarımda kullanılan insektisit ve akarisitler gibi uzun vadede etki gösterdiği belirlenmiştir.

Bu tez çalışmasında test edilen ozon formülasyonunun *C. lactis* erginlerini kaçırıcı etkisi de belirlenmiştir. Yapılan iki seçimli test sonuçlarına göre, bazı düşük konsantrasyonlarda akarların %75'i formülasyonun uygulandığı kayısı yüzeylerini tercih etmemiştir. Benzer olarak, Beard (1965) birçok böcek türüne karşı ozon gazının

kaçırıcı etkisi olduğunu kaydetmektedir. Wan-Norafikah ve ark. (2016), bazı sivrisinek, karasinek ve hamam böceği türlerine karşı %68-83 arasında değişen oranlarda ozonun kaçırıcı etkisini göstermişlerdir. Bizim çalışmamız ulaşabildiğimiz kaynaklara göre ozonun akar kaçırıcı etkisine dair ilk kayıt olmuştur.

Bu tez çalışmasında formülayonun akarın yumurta koyma potansiyeline olan etkisi ayrıca test edilmiştir. Araştırmada, toplam yumurta sayısı önemli düzeyde düşük bulunmasına rağmen, dişi başına düşen yumurta sayısı kontrole göre önemli düzeyde düşüş göstermemiştir. Yani yumurta sayısındaki azalma sadece dişilerin ölümünden kaynaklanmıştır. Canlı kalan dişiler yumurtalamayı yüksek performansla devam ettirmişlerdir. Bu durum, canlılarda ölüm stresine bağlı olarak üremenin tetiklenmesi ile açıklanabilir (Youngman ve ark, 1988). Hormoligosis olarak isimlendirilen bu durum, böceklerin ve akarların düşük dozda stres faktörleri (sub-lethal pestisit dozları gibi) nedeniyle zararlının üreme ve gelişmesinin artışı olarak açıklanmaktadır (Abivardi 2005). Nitekim, Hummel ve ark. (1998), sera ortamında yerfıstığında zararlı akar türü *Tetranychus urticae* (Koch) (Tetranychidae)'ye karşı ozon gazı stresi altında zararlının yumurta veriminin arttığını ve ergin öncesi dönemlerinin gelişmesinin daha kısa zamanda meydana geldiğini göstermiştir. Ozon gazının akarlar ve böceklerin üreme ve gelişmesine etkisi üzerine bazı araştırmalar bulunmaktadır. Sonuçlarımıza benzer olarak, Beard (1965), ev sineklerine karşı ozon gazı uygulandığında, sineğin ergin ömrünün kısalması ve ölümleri nedeniyle toplam yumurta koyma miktarında önemli bir düşüş olduğunu belirlemiştir. Çalışmamıza benzer olarak, Jones ve Coleman (1988), akarlar gibi böcek zararlılarında da ozon miktarında artışa bağlı olarak benzer bir üremede azalmayı rapor etmişlerdir.

Son olarak, bu tez çalışmasında kuru kayısılarda C. *lactis* bulaşması nedeniyle oluşan mikrobiyal yüke formülasyonun etkisi belirlenmiştir. Invitro tez çalışmalarına göre, ozon uygulaması TMAB sayılarını önemli seviyede düşürmüştür. Ancak, mikrobiyal yük tamamen elimine edilip, ürün steril hale gelmemiştir. Bunun için gelecekte, uygulama şekli ve konsantrasyonlar konusunda daha fazla araştırma yapmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Kayısı gibi uzun saklanması istenen gıdalarda, 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. Bu tez çalışmasında belirlenemese de araştırmacılar bu akarın mikotoksin üreten Aspergillus ve Penicillium türlerinin de taşıyıcısı olduğunu not etmektedirler (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 kararlığını koruyamadığından, mikroorganizmalar 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).

Kuru meyve akarı *Carpoglyphus lactis* özellikle kuru kayısı depolarında önemli bir zararlı türü olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmanın sonucunda ozon gazının nano-solüsyon bir formülasyonu olan Genoxyn nanotech'in kuru kayısılara uygulanması sonucunda *C. lactis* dişilerinin belirlenen konsantrasyonlarda ve zaman dilimlerinde öldükleri tespit edilmiştir. Konsantrasyon artışına ve zamana bağlı olarak akarın ölüm cevabı artış göstermiştir. Etkinlik testlerinde 96 saate kadar akar üzerinde en yüksek etkisini gösterdiği ve bu zamandan sonra etkinin sabitlendiği belirlenmiştir. Kalıcılık testlerinde formülasyonun ilk 7 gün içinde öldürücü etkisinde farklılık olmadığı, 10 günden sonra %12-17 oranlarında bir düşüş gösterdiği belirlenmiştir. Bu çalışmayla formülasyonun akarın dişilerini kaçırıcı etkisi de gösterilmiş olup, ilacın öldürücülüğünün yanında zararlı bulaşmasını engelleyici yani koruyuculuk etkisi de ispatlanmıştır. Tüm bu kombine etkiler birlikte düşünüldüğünde formülasyonun öldürücü ve uzaklaştırıcı etkileri sayesinde *C. lactis* mücadelesinde başarı ile kullanılabileceği kanısına varılmıştır. Gelecekte bu formülasyonun sahada kullanılabilmesi için, farklı zararlı etmenleri üzerindeki etkisi, akarın taşıdığı mikrobiyal etmenlere olan etkileri, bitki ve gıdaya olan etkileri ve gıdanın duyusal özelliklerine etkisi ayrıntılı bir şekilde çalışılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economical Entomology*, 18(2): 265-267.

Abivardi, C. 2005. Pesticide Hormoligosis. Encyclopedia of Entomology. Springer press. 233p.

Aksoy, U., B.K. Meyvacı, F. Sen ve 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 ve K.B. Meyvaci. 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. Proceedings: 166-171. 15-19 October 2012 Antalya, Turkey.

Anonim 2018a. Türkiye İstatistik Kurumu https://www.turkiye.gov.tr/turkiye-istatistik-kurumu-baskanligi-tuik- (Erişim tarihi: 26.08.2019).

Anonim 2018b. http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC- (Erişim tarihi: 26.08.2019).

Anonim 2018c. United States Enviromental Protection Agency. https://www.epa.gov/ods-phaseout/methyl-bromide- (Erişim tarihi: 26.08.2019).

Anonim 2018d. http://www.mikrobiyoloji.org/TR/Genel/BelgeGoster.aspx?F6E10F8892433CFFAAF6AA849816B2EF10F86F55954CBB47-(Erişim tarihi: 30.10.2018).

Asma, B.M., F.E. Karaat, Ç. Çuhacı, A. Doğan ve H. Karaca. 2017. Türkiye'de Kayısı Islah Çalışmaları ve Islah Edilen Yeni Çeşitler. *Turkish Journal of Agriculture: Food Science and Technology*, 5(11): 1429-1438.

Beard, R.L. 1965. Observations on house flies in high-ozone environments. *Annals of the Entomological Society of America*, 58(3): 404-405.

Cemeroğlu, B. ve Acar, J. 1986. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 6, Ankara, 508p.

Chmielewski, W. (1970a). Morphological and bio-ecological characteristics of *Carpoglyphus lactis* found in natural honey, warehouses and beehives. *Pszczelnicze Zeszyty Naukowe*, 14(1/3): 109-127.

Chmielewski, W. (1970b). *Carpoglyphus lactis*-a pest occurring in honey. *Pszczelarstwo*, 21(10): 3-5.

Chmielewski, W. (1995). Acarological analysis of honey and effectiveness of straining the mites off it. Pszczelnicze Zeszyty Naukowe (Poland).

Chmielewski, W. (1999). Bionomics of *Carpoglyphus lactis* (Acari: Carpoglyphidae) on honey. In Ecology and Evolution of the Acari: Proceedings of the 3rd Symposium of the European Association of Acarologists 1–5 July 1996, Amsterdam, The Netherlands (Vol. 3, p. 423). Kluwer Academic Pub.

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.

Dizlek, H., M. Karagoz, F. Faraji ve I. Cakmak. 2019. Mites in dried figs of Turkey: diversity, species composition and density. *Systematic and Applied Acarology*, 24(6): 992-997.

Ebihara, K., F. Mitsugi, T. Ikegami, N. Nakamura, Y. Hashimoto, Y. Yamashita, S. Baba, H.D. Stryczewska, J. Pawlat, S. Teii ve T.L. Sung. 2013. Ozone-mist spray sterilization for pest control in agricultural management. *The European Physical Journal Applied Physics*, 61(2): 24318.

Emekçi, M., A.G. Ferizli, S. Tütüncü ve 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.

Ferizli, A.G., M. Emekci, S. Tütüncü ve S. Navarro. 2004. Studies of phosphine as a fumigant for dried fruit under tarpaulin covers. International Conference on Controlled Atmosphere and Fumigation. FTIC Ltd. Publishing, Israel: 477-484. 8- 13th August 2004, Gold Coast, Australia.

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: Carpoglyphidae)'in farklı sıcaklık ve nem ortamlarındaki gelişme eşiği ve yaşam çizelgeleri üzerine araştırmalar. *Turkish Journal of Entomology,* 34(1): 53-65.

Güzel-Seydim, Z.B., A.K. Greeneand ve A.C. Seydim. 2004. Use of ozone in the food industry. *LWT-Food Science and Technology*, 37(4): 453-460.

Hansen, L.S., P. Hansen ve K.M.V Jensen. 2012. Lethal doses of ozone for control of all stages of internal and external feeders in stored products. *Pest Management Science*, 68(9): 1311-1316.

Hubert, J., T. Erban, M. Nesvornaand ve V. Stejskal. 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., M. Nesvorna, J. Kopecký, M. Ságová-Marečková ve P. Poltronieri. 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.

Hummel, R.L., R.L. Brandenburg, A.S. Heagle ve C. Arellano. 1998. Effects of ozone on reproduction of two spotted spider mite (Acari: Tetranychidae) on white clover. *Environmental Entomology*, 27(2): 388-394.

Ibrahim, W. L. 2006. Effect of photoperiod on the development and fecundity of *Carpoglyphus lactis* L.(Acari: Carpoglyphidae). *The Egyptian Journal of Hospital Medicine*, 23: 212-218.

Isıkber, A.A. ve S. Oztekin. 2009. Comparison of susceptibility of two stored-product insects, *Ephestia kuehniella* Zeller and *Tribolium confusum* du Val to gaseous ozone. *Journal of Stored Products Research*, 45(3): 159-164.

Işıkber, A.A., M.S. Öztekin, K.S. Dayısoylu, A.D. Duman ve S. Eroğlu. 2015. Efficacy of gaseous ozone at high concentrations against *Plodia interpunctella* (Hübner) and *Ephestia cautella* (Walker) in Almond. *Turkish Journal of Entomology*, 39(2): 187-198.

Janjarasskul, T. ve P. Suppakul. 2018. Active and intelligent packaging: the indication of quality and safety. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58(5): 808-831.

Jones, C.G. ve J.S. Coleman. 1988. Plant stress and insect behavior: cottonwood, ozone and the feeding preference of a beetle. *Oecologia*, 76: 51-56.

Kells, S.A., L.J. Mason, D.E. Maier ve C.P. Woloshuk. 2001. Efficacy and fumigation characteristics of ozone in stored maize. *Journal of Stored Products Research*, 37(4): 371-382.

Kumral, A.Y., V. Turgu, E. Yıldız, N.A. Kumral, R.N. Çevik, İ. Sevinç, G. Karapapak, A.N. Yüksel, ve E. Ersöz. 2019. Kuru kayısılarda ferrik oksit ve ozon gazı uygulamalarının, kuru meyve akarı *Carpoglyphus lactis* (L.) (Acari: Carpoglyphidae) kaynaklı mikrobiyal bulaşma yüküne ve meyve kalite parametrelerine

etkisinin belirlenmesi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(1): 67-82.

Longshu, L., Z. Xiaowei ve G. Yiquan. 1992. The acute lethal effects of low oxygen and high carbon dioxide on *Tyrophagus putrescentiae* at different temperatures. *J. Grain Storage*, 5: 3-7.

Marín, J., R. Ocete, M. Pedroza, A. Zalacain, C. de Miguel, M. A. López ve M. R. Salinas. 2009. Influence of the mite *Carpoglyphus lactis* (L) on the aroma of pale and dry wines aged under flor yeasts. *Journal of food composition and analysis*, 22(7-8): 745-750.

Noge, K., M. Kato, N. Mori, M. Kataoka, C. Tanaka, Y. Yamasue, R. Nishida ve Y. Kuwahara. 2008. Geraniol dehydrogenase, the key enzyme in biosynthesis of the alarm pheromone, from the astigmatid mite *Carpoglyphus lactis* (Acari: Carpoglyphidae). *The FEBS journal*, 275(11): 2807-2817.

Okamoto, M. 1986. The effect of various temperatures on the life cycle of *Carpoglyphus lactis*. *Jpn. J. Sanit. Zoo*, 35: 221-227.

Özer, M. ve S. Toros. 1978. Kuru Meyve Akarı *Carpoglyphus lactis* (L.). *Türkiye Bitki Koruma Dergisi*, 2(4): 223-230.

Özer, M., S. Toros, S. Çobanoğlu, S. Çınarlı ve M. Ekmekçi. 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 Ormancılık Dergisi*, 13(3b): 1154-1189.

Öztekin, S., A.A. Işıkber, B. Zorlugenç, F.K. Zorlugenç, R. Ulusoy, S. Satar ve H. Fenercioğlu. 2007. Ozon uygulamasının kuru incirde mikrobiyel flora, aflatoksin B1 ve değirmen güvesi (*Ephestia kühniella* Zeller) üzerine etkileri. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 3: 169-177.

Pankiewicz-Nowicka, D., Boczek, J. and Davis, R., 1987. Attraction of *Carpoglyphus lactis* (Acarina: Acaridae) to selected organic compounds. *Experimental & Applied Acarology*, 3(4): 307-315.

Pirani, S., C. Bersani and C. Cantoni. 2009. Ozone: alternative method for mite control on speck. *Italian Journal of Food Safety*, 1(6): 83-84.

Anonim, 2019. https://webgate.ec.europa.eu/rasff-window/portal/?event=SearchForm&cleanSearch=1

Sasa, M., J. Miyamoto, S. Shinohara, H. Suzuki,ve A. Katsuhata, 1970. Studies on mass culture and isolation of Dermatophagoides farinae and some other mites associated with house dust and stored food. *Jikken Igaku Zasshi= Japanese Journal of Experimental Medicine*, 40(5): 367-382.

Sato M., Y. Kuwahara, S. Matsuyama ve T. Suzuki. 1993. Chemical ecology of astigmatid mites: XXXVII. Fatty acid as food attractant of astigmatid mites, its scope and limitation. *Applied Entomology and Zoology*, *28*(4): 565-569.

Shimizu N., M. Naito, N. Mori ve Y. Kuwahara. 2014. De novo biosynthesis of linoleic acid and its conversion to the hydrocarbon (Z, Z)-6, 9-heptadecadiene in the astigmatid mite, *Carpoglyphus lactis*: Incorporation experiments with 13C-labeled glucose. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 45: 51-57.

Simon, J.Y. 2014. The toxicology and biochemistry of insecticides. CRC pressbook, UK.

Solomon, M. E. 1943. Tyroglyphid mites in stored products. I. A survey of published information.

SPSS, 2015. SPSS Statistical Software 23.0. IBM, USA.

Stará, J., M. Nesvorná, ve J. Hubert. 2011. The toxicity of selected acaricides against five stored product mites under laboratory assay. *Journal of pest science*, *84*(3): 387.

Stepien, Z. A. ve J. G. Rodriguez. 1982. Caloric values of mites for bioenergetical studies. *International Journal of Acarology*, *8*(3): 189-192.

Szczesna, T., H. Rybak-Chmielewska ve W. Chmielewski. 1999. Effect of infestation of pollen loads with acarid mites on amino acid content and organoleptic characteristics of the product. Pszczelnicze Zeszyty Naukowe (Poland).

Şen, F., Meyvacı, K.B. and Aksoy, U., 2005. Effect of Magnesium Phosphide, an Alternative to Methyl Bromide, on Dried Fig Quality. In III International Symposium on Fig 798 (pp. 285-292).

Şen, F., K.B. Meyvaci, U. Aksoy, M. Emekçi and A.G. Ferizli. 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.

Tiwari, B.K., C.S. Brennan, T. Curran, E. Gallagher, P.J. Cullen ve C.P. O'Donnell. 2010. Application of ozone in grain processing. *Journal of Cereal Science*, 51(3): 248-255.

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 N.A. Kumral. 2019. Alternative control agents of the dried fruit mite, *Carpoglyphus lactis* (L.) (Acari: Carpoglyphidae) on dried apricots. *Acarological Studies*, 1(2): 59-64.

Van den Boom, C.E.M., T.A. Van Beek and M. Dicke. 2003. Differences among plant species in acceptance by the spider mite *Tetranychus urticae* Koch. *Journal of Applied Entomology*, 127(3): 177-183.

Wang, B.M., Z.Q. Wang, Z.Y. Wu, X.W. Wangand and Q.H. Fan. 2008. The occurrence and control of *Carpoglyphus lactis* (Linnaeus) (Acari: Carpoglyphidae). *Entomological Journal of East China*, 17(2): 156-160.

Wan-Norafikah, O., H.L. Lee, A. Norazizah and A. Mohamad-Hafiz. 2016. Research Note Repellency effects of an ozone-producing air purifier against medically important insect vectors. *Tropical Biomedicine*, 33(2): 396-402.

Yago, A., A. Ishii, M. Takaoka, T. Matuhasi ve K. Noda. 1980. Analyses of some mite antigens found in house dust and in food material. *The Japanese journal of experimental medicine*, 50(6): 407-414.

Yong, H., C. Qiang, Z. Xiao-Dong ve L. Chao-Pin. 2017. *Carpoglyphus lactis* infestation in stored traditional Chinese medicine *Arillus longan*. *Zhongguo xue xi chong bing fang zhi za zhi= Chinese journal of schistosomiasis control*, 29(6): 773-775.

Youngman, R.R., Sanderson, J.P., Barnes, M.M., 1988. Life history parameters of *Tetranychus pacificus* McGregor (Acari: Tetranychidae) on almonds under differential water stress. *Environmental Entomology*, 17(3): 488-495.

Zdarkova, E., J. Strohalm ve M. Houska. 1999. Effect of high pressure on *Carpoglyphus lactis* (Acaridae: Carpoglyphidae). *Czech Journal of Food Sciences-UZPI (Czech Republic).*

Zhan, X. D., Li, C. P., & Chen, Q. (2017). Infestación por el ácaro *Carpoglyphus lactis* (Carpoglyphidae) en frutas desecadas (Fructus jujubae) para usos médicos. *Nutrición Hospitalaria*, 34(1): 171-174.

Zhang, Z. Q. 2012. New Zealand records of *Carpoglyphus lactis* (Acari: Carpoglyphidae). *Systematic and Applied Acarology*, 17(2): 239-240.

Zheltikova, T. M., V.B. Gervazieva, S. N. Zhirova, M. A. Mokronosova ve V. V. Sveranovskaia. 1997. Storage mites as the source of household allergens. *Zhurnal Mikrobiologii, Epidemiologii, İ İmmunobiologii*, (6): 73-76.