

Yumurta Kabuğu Tozuna Emdirilmiş Bitkisel Kökenli Bazı Yağların Pirinç biti, *Sitophilus oryzae* (Coleoptera:Curculionidae) Üzerine Etkisi

Sıla SAĞLAM¹ , Zeynep UZUN¹ , Candan GENİŞ^{1*} 

Article Info

*Corresponding author:

e-mail: candangenis@gmail.com

Institution: ¹ Tekirdag Şehit Mehmet Şengül Ortaokulu, Tekirdağ / Türkiye

Article history

Received: 15/09/2022

Accepted: February 15/10/2022

Available online: 30/04/2023

Anahtar Kelimeler:

Yumurta kabuğu tozu, Uçucu yağ, Doğal insektisit, Pirinç biti

Keywords:

Egg shell dust, Essential oil, Natural insecticide, Rice weevil

How to Cite: S. Sağlam, Z. Uzun, C. Geniş,

"Yumurta Kabuğu Tozuna Emdirilmiş Bitkisel Kökenli Bazı Yağların Pirinç biti, *Sitophilus oryzae* (Coleoptera:Curculionidae) üzerine etkisi", *Environmental Toxicology and Ecology*, c. 3, sayı. 1, ss. 1-10., 2023.

ÖZET

İnsan beslenmesinde mükemmel besin olan yumurta sağlıklı beslenme için çok önemli bir gıda maddesidir. Anne sütünden sonra insanın ihtiyacı olan tüm besin öğelerini bulandıran tek besin kaynağıdır. Dünya yumurta üretimi 2020, FAO verilerine göre 86 milyon ton olup, Çin % 34,6 ile dünyanın en büyük yumurta üreticisi konumundadır ve Türkiye ise %1,3 oran ile dünya tavuk yumurtası üretiminde 11. sırada yer almaktadır. Kullanılan yumurta kabukları geri dönüştürülmeden çöpe atılmaktadır. Bu çalışmada toz yumurta kabuğuna bitkisel kökenli yağlar emdirilerek, Pirinç biti *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae)'ne karşı toksisitesi araştırılmıştır. Bu amaçla kekik (KekYum), sarımsak (SarYum), lavanta (LavYum) ve tarçın (TarYum) yağları yumurta kabuğu tozu ile karıştırılmıştır. Denemeler 15 ergin böcek ile 3 tekrarlı olarak, 25° C sıcaklık ve %65 nem içeren laboratuvar koşullarında yürütülmüştür. Araştırma sonucunda aynı dozdaki etkinlik sıralaması tarçın> sarımsak> lavanta >kekik olarak belirlenmiştir. Ele alınan tüm yağlar 3. gün sonunda böceklerin %93-100'ünü öldürdüğü belirlenmiştir. Uygulama sonrası yapılan tat ve aroma tadım testleri ve tüketici anketi ile pirinçte bıraktığı etki değerlendirilmiştir. Özellikle TarYum uygulanmış pirinç pilavı, lezzetli bulunmuş ve TarYum depolanmış ürünlerin korunmasında ticari potansiyeli olduğu belirlenmiştir.

Efficacy of Essential Oils Combined with Egg Shell Dust on Rice weevil, *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae)

ABSTRACT

Egg, which is an excellent food in human nutrition, is one of the most basic foodstuffs for a healthy diet. It contains all the nutrients from the egg after the breast milk. World egg production has reached 86 million tons in 2020. China is the largest with 34% and Turkey, ranks 11th in the world for chicken eggs with 1.3%. Used egg shells are thrown away without recycling. In this study, dust egg shells were combined with essential oils and investigate toxicity against rice weevil, *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae). In this aim, thyme (KekYum), garlic (SarYum), lavender (LavYum) and cinnamon (TarYum) essential oils were mixed up with egg shell dusts. Experiments were carried out under 25±1°C temperature, 65±5% relative humidity and dark laboratory conditions with 3 replications, each replications included that 15 adult insects. Efficacy of egg shell dust combined with essential oils were cinnamon> garlic> lavender> thyme, respectively in same concentration.

All essential oils were determined to kill 93-100% of insects after 3 days application. After the application, the taste and aroma left by the essential oils in the rice were evaluated with taste tests and consumer surveys. Especially, TarYum applied rice pilaf was found delicious by consumers and TarYum determined that it can be commercial potential as a natural insecticide product for stored product protection.

1. GİRİŞ

Dünyada hızla artan nüfus önemli sorunları ortaya çıkardığı bilinmektedir. Artan nüfusa yeterli ve dengeli beslenebileceği kaynakların sağlanması günümüzün önemli sorunlarından biridir. Temel besin ihtiyaçlarının karşılanmasında bitkisel proteinler önde gelmektedir. Bitkisel proteinlerin en önemlisi ise tahıllardır ve insan beslenmesinde büyük bir yer kaplamaktadır. Türkiye’de tahıl ürünleri üretim miktarları 2021 yılında bir önceki yıla göre %14,3 oranında azalarak yaklaşık 31,9 milyon ton olarak gerçekleşmiştir [1]. Bu oransal düşüş tahılların saklanması ve korunmasındaki önemi artırmıştır. Tahılların kısa zamanda tüketilememesi sebebiyle, uygun koşullarda kayıplara uğramadan depolanması gerekir. Depolanmış ürünlerde en önemli kayıp hayvansal kökenli organizmalar tarafından yapılmaktadır. Depolanmış ürün zararlıları ürünü yiyerek, tohumların çimlenme kabiliyetini azaltarak veya yok ederek ürüne vücut kalıntılarını, pisliklerini, salgılamış oldukları ağ ve benzeri maddeleri bırakarak kalitesinin ve ticari değerinin düşmesine neden olurlar [2]. Zararlılarla mücadelede tarihsel süreç göz önüne alındığında, bitkilerden elde edilen özütlerin kullanımı oldukça eski bir uygulama yöntemi olmasına rağmen, zamanla yerini uygulama kolaylığı olan kimyasallara bırakmıştır. Günümüzde tarım ilaçlarının kullanımı ekolojik dengeyi bozarak doğal hayatı ve insan sağlığını tehdit eder hale gelmiştir. Sentetik pestisitlerin yol açtığı olumsuz etkiler üzerine yapılan çalışmalarda, pestisitlerin hedef zararlılarda direnç geliştirdiğini, hedef olmayan canlıları etkilediğini, çevrede ve tarım ürünlerinde kalıntı bıraktığını göstermektedir. Bu durumda tarımsal alanda alternatif mücadele arayışı hızlanmış ve bitkisel kökenli bileşiklerin önemini artırmaktadır [3].

Başlıca bitkisel kökenli insektisitler Azadirachtin, Pyrethrum, Rotenon, Nicotin, Ryania, Sabadilla, Quassia [4] şeklindedir. Bitkisel kökenli insektisit olarak üzerinde en çok çalışılan tesbih ağacı, Azadirachta indica bitkisi olduğunu bildirmiştir [5-6]. Azadirachta indica, yaprak veya kabuklarının kurutulmasıyla, meyve veya tohumdan terpenoid yapıda olan azadirachtin ekstrakte edilerek, tohum veya tohum kabuğundan elde edilen yağ gibi çeşitli şekillerde zararlılarla mücadelede kullanılmaktadır [7]. Kimyon, anason ve okaliptüs yağı, yaprak biti, Aphis gossypii Glover’ye, sarımsak yağı depo zararlısı Khapra böceği, Trogoderma granarium Everts.’a etkili olduğu bulunmuştur [8]. Sarımsak (*Allium sativum* L.) ekstraktının böcekler için etkili bir repellent (uzaklaştırıcı) olduğu uzun yıllardır bilinmektedir. Sarımsağı Nohut tohum böceği (*Callosobruchus maculatus* F.), Pirinç biti (*Sitophilus oryzae* L.), Buğday biti, (*Sitophilus granarius* L.), Değirmen güvesi (*Ephestia kuehniella* Zeller) ve Kuru meyve güvesi (*Plodia interpunctella* Hübner) karşı etkili olduğunu [9]ayrıca lahanaya ve marul zararlılarından *Plutella xylostella* L., *Trichoplusia ni* Hübner ve *Pieris rapae* L.’in zararını önemli ölçüde azalttığını belirtmişlerdir [10].

Yumurta insan beslenmesinde mükemmel bir gıda olup, anne sütünden sonra insanın ihtiyacı olan tüm besin öğelerini bulandıran tek besin kaynağıdır. Ülkemiz yumurta ihracatında %11,8 oranıyla, Hollanda’dan sonra 2. ülke konumundadır [11]. 2019 yılı Dünya Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) verilerine göre 1,2 milyon ton yumurta üretilmiş ve 275 bin ton yumurta yurt dışına satılmıştır [12]. Bu da yaklaşık 1 milyon ton yumurtanın ülkemizde tüketildiği anlamına gelmektedir. Yapılan araştırmalara göre bir yumurtanın %10’unun kabuk olduğu belirlenmiştir [13]. Bir milyon ton yumurtadan 100 bin ton yumurta

kabuğu atık olarak ortaya çıkmaktadır. Son yıllarda atık yumurta kabuğunun değerlendirilmesi bakımından kalsiyum tableti yapılması, yumurta zarından hap üretilmesi, kompozit malzeme katkısı ve yumurta kabuğu gibi doğal maddelerden buzdolabı parçaları yapımı şeklinde değerlendirilmektedir.

Hasat sonrasında ürünlerin korunması oldukça önemlidir. Ülkemizde pirinç biti en yaygın görülen depolanmış ürün zararlılarından. Bu çalışma kapsamında, bitkisel kökenli yağlar doğal bir madde olan yumurta kabuğu tozuna emdirilerek, doğal taşıyıcı materyal olarak kullanılması amaçlanmıştır. Böylece depolanan ürünlere daha kolay karıştırılması ve ürünlerin böceklerden korunması hedeflemiştir. Bu amaçla dört adet bitkisel kökenli uçucu yağ yumurta kabuğu tozuna emdirilmiştir. Bu toz pirince karıştırılarak, önemli bir depo zararlısı olan Pirinç biti, *S. oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) ile mücadele olanağı araştırılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma kapsamında yumurta kabuğu, pirinç, pirinç biti, bitkisel kökenli uçucu yağlar materyal olarak kullanılmıştır.

2.1. Yumurta kabuğu eldesi

Atık yumurta kabukları biriktirilmiş ve yıkanarak temizlenmiştir. Yıkanan yumurta kabukları bir tencere içerisinde 10 dakika kaynatılarak steril hale getirilmiştir. Daha sonra 50 °C sıcaklığa ayarlanmış fırında 30 dakika kurutulmuş ve blender (Arzum AR146, Türkiye) ile parçalanarak toz haline getirilmiştir. Elde edilen toz 63 mikron aralığındaki laboratuvar eleğinden (Retsch GmbH, Germany) elenerek yumurta kabuğu tozu elde edilmiştir.

2.2. Böcek üretimi

Denemelerde kullanılacak böcek kültürü üretiminde 1 litrelik kavanozların yarısına kadar buğday ve içine 200-300 adet karışık cinsiyette Pirinç biti, *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) konmuştur. Böcekler 1 hafta sonra kavanozdan elenerek çıkarılmıştır. Böcek kültürünün oluşturulmasına bu şekilde devam edilmiştir ve yaklaşık 30 gün sonra yeni çıkan böcekler ile denemeler yürütülmüştür. Denemelerde pirinç bitinin 7 -14 günlük karışık cinsiyette erginleri kullanılmıştır.

2.3. Denemelerde kullanılan pirinç

Denemelerde %13-14 nem oranına sahip Osmani cinsi pirinç kullanılmıştır. Pirinç olası böcek bulaşıklığı için -18 derecede, 3 gün bekletilmiş ve steril hale getirilmiştir.

2.4. Bitkisel kökenli uçucu yağlar

Bitkisel kökenli yağ olarak kekik, tarçın, sarımsak yağları (ATL Essential Oil Co.-Canada) ve lavanta yağı (Tr-Lavanta Ltd.,Kırklareli, Türkiye) kullanılmış ve yağlar +4 °C buzdolabı koşullarında saklanmıştır.

2.5. Dozlar ve karışım hazırlama

Kekik, tarçın, sarımsak ve lavanta yağlarından 0,5 ml yağ şırınga ile çekilerek 5 gram yumurta kabuğu tozuna emdirilmiş ve toz kaşık yardımıyla karıştırılarak 24 saat bekletilmiştir. Bu şekilde Kekik yağı + yumurta kabuğu tozu- **KekYum**, Tarçın yağı + yumurta kabuğu tozu- **TarYum**, Sarımsak yağı + yumurta

kabuğu tozu- **SarYum**, Lavanta yağı + yumurta kabuğu tozu-**LavYum** olarak isimlendirilmiştir. 125 gram pirinç tartılarak 1 litrelik cam kavanozlara konulmuş ve yumurta kabuğu tozuna emdirilmiş bitkisel yağlarla elde edilen KekYum, TarYum, SarYum, LavYum karışımları, ele alınan dozlardaki tozu tartılarak kavanozlar içine konmuştur. Kavanoz elle 3 dakika sallanarak tozların pirinçle iyice karışması sağlanmıştır. Ön denemelerde tüm karışımlar için 2.5 ve 5 g/kg dozunda uygulama gerçekleştirilmiştir. Bu dozlarda yüksek etki gösterdiği belirlenen Taryum ve Saryum karışımlarında 0.75 ve 1.5 g/kg dozları da ilave edilmiştir. 25'şer gramlık 100 cc hacminde, 3 ayrı küçük kavanoza aktarılmış ve içerisine 15 adet Pirinç biti erginleri yumuşak uçlu fırça ile aktarılmış ve böceklerin hava alması için kavanozun ağız kısmına tül geçirilerek lastik yardımıyla sabitlenmiştir. Denemelerde, 25 g toz uygulaması yapılmış pirinç bulunan kavanozlarda, 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Toz uygulamasından 1, 3, 5, 7 gün sonra ölü-canlı böcek sayımları gerçekleştirilmiştir ve 5 kavanozda kontrol olarak bırakılmıştır.

2.6. Tadım denemeleri ve anket çalışması

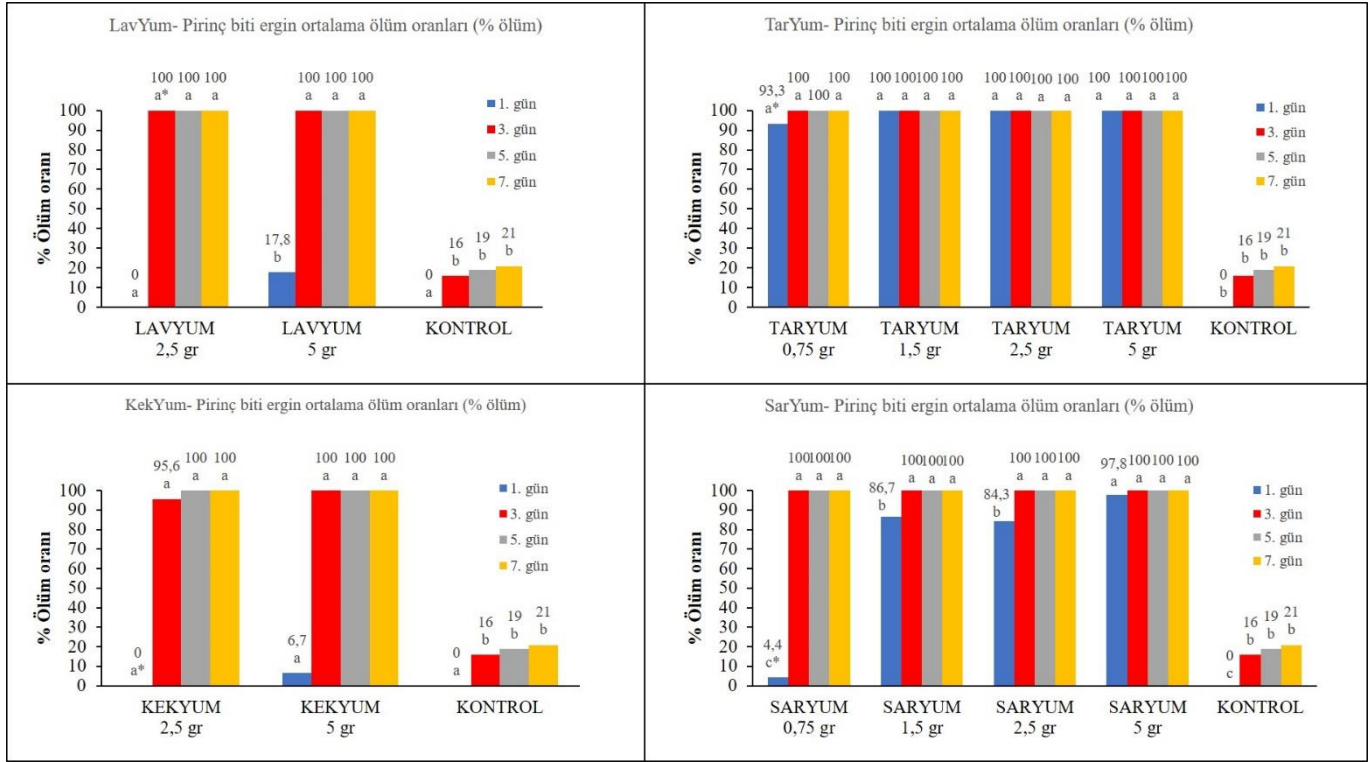
Bir litrelik kavanozlara konan ve toz uygulaması yapılan 125 g pirinç, 25 gramlık 3 ayrı deneme kavanozuna aktarılmış ve böcek denemeleri yürütülmüştür. Geriye kalan 50 gram pirinç denemelerin sonlandırılmasının ardından ayrı ayrı paketlenmiştir. Pişirmede her bir pakette yer alan pirinç ayrı ayrı kaselerde ılık suda 5 dakika bekletilmiş ve ayrı ayrı kaplarda sade pilav olarak pişirilmiştir. Pilavlar 15 dakika kadar dinlendirilmiştir ve tadım denemeleri için dozlara ve kullanılan yağlara göre renkli etiketlerle numaralandırılarak 30 ml hacmindeki plastik kaplara paylaştırılmıştır. 4 yağ, 12 doz, 1 kontrolden oluşan toplam 13 doz için ayrı ayrı pilav tadım setleri oluşturulmuştur. Bu pilav setleri konu hakkında bilgisi olmayan, sınıf öğretmeni ve öğrencilere uygulanmıştır. İki kısa anket sorusu olarak "Tat ve kokuda fark var mı?" ve "Lezzetli buldunuz mu?" soruları yöneltilmiş. Cevaplar Google formlar aracılığıyla toplanmıştır.

2.7. Verilerin Analizi

Yumurta kabuğuna emdirilmiş uçucu yağlardan elde edilen KekYum, TarYum, SarYum, LavYum' a ait yüzde ölüm verilerinin değerlendirilmesi Excel programı kullanılarak her bir doza ait ortalama ölüm oranları hesaplanmıştır. Ortamalar arasındaki farklılıkların belirlenmesinde SPSS 19 veri analiz programı [14] kullanılarak, tek yönlü varyans analizi yapılmış ve farklılıkların belirlenmesinde Duncan testi kullanılmıştır.

3. BULGULAR

Çalışma kapsamında yumurta kabuğu tozu yağların taşıyıcı materyali olarak kullanılmıştır. Böylece yağların ürünlere daha kolay ve homojen karıştırılması sağlanmıştır. Yumurta kabuğu tozunun doğrudan böcek öldürücü özelliği olmamakla birlikte içerdiği yağ ile böcekleri hem böceğe değme (kontakt) hem de böceğin gazı soluması (fumigant) yoluyla etkilediği belirlenmiştir. Önemli bir depo zararlısı olan Pirinç biti üzerinde yürütülen denemelerden önemli bulgular elde edilmiştir. Yumurta kabuğu tozuna emdirilerek hazırlanan Kekik, Tarçın, Sarımsak ve Lavanta yağlarının hepsi kısa ve çok kısa sürelerde yüksek etki gösterdiği belirlenmiştir. Deneme yapılan kavanozların ağız havalanmayı sağlayacak şekilde ince tül ile kapatılmasına rağmen yüksek öldürücü etki ile kontrol grubuna istatistiksel olarak da sonuçlar önemli bulunmuştur. Ele alınan bitkisel yağlara göre elde edilen sonuçlar ve istatistiksel değerlendirme Şekil 1'de gösterilmektedir.



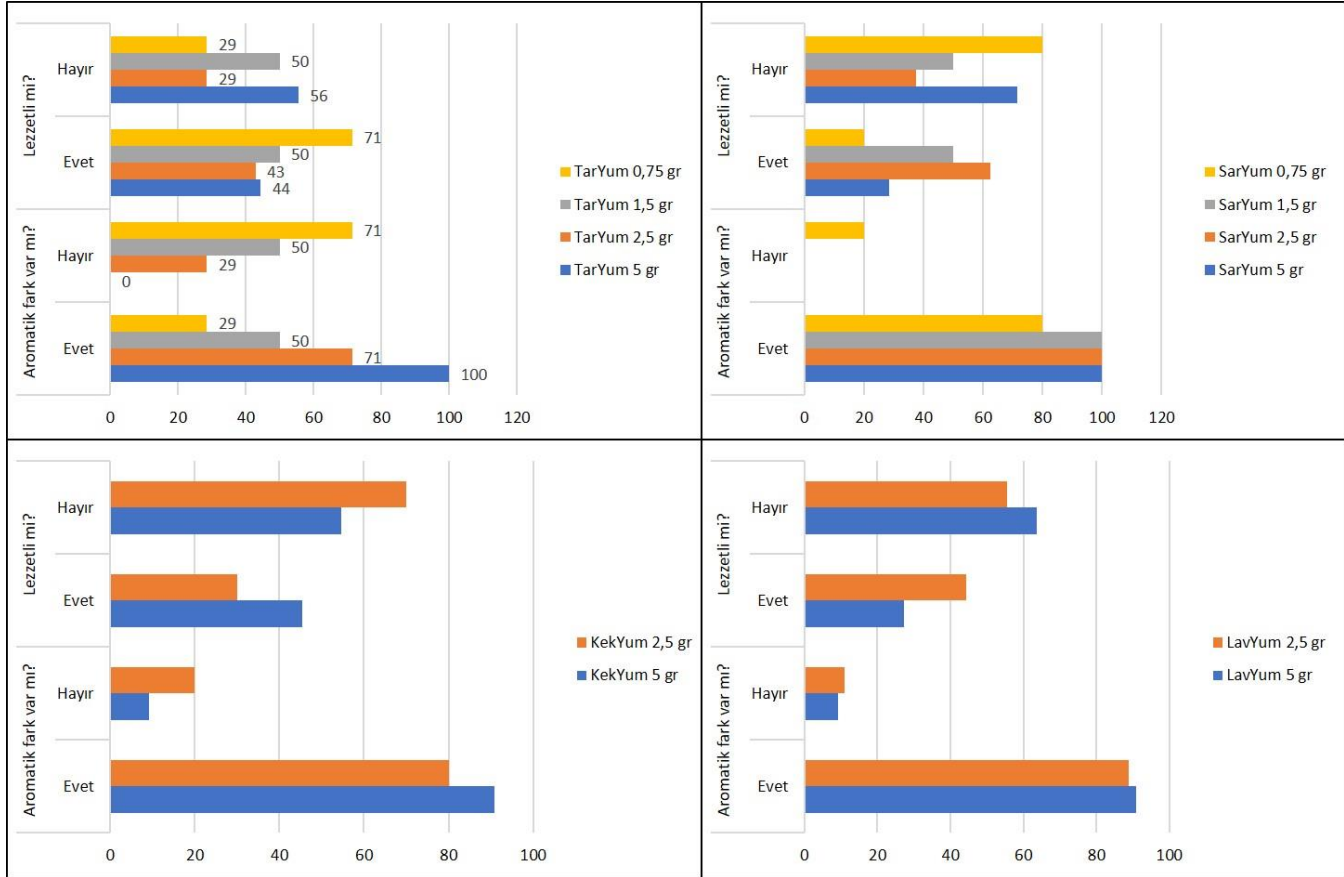
Şekil 1. Yumurta kabuğuna emdirilmiş uçucu yağların dozlara göre ortalama ölüm oranları (*Günler kıyaslanarak yapılan Duncan testine göre aynı küçük harfler arasında istatistiksel olarak fark yoktur $p < 0,005$).

Kekik kullanılarak hazırlanan toz haldeki KekYum, 2.5 g/kg dozunda 1. gün sonunda herhangi bir ölüme neden olmadığı, 5 g/kg dozda ise ortalama % 6.7 oranında öldürücü etki gösterdiği belirlenmiştir. Ancak her iki doz uygulamanın 3. gününde %95-100 arasında ölüme neden olmuştur. Lavanta kullanılarak hazırlanan toz haldeki LavYum, 2.5 g/kg dozunda 1. gün sonunda herhangi bir ölüme neden olmadığı, 5 g/kg dozda ise ortalama %17.8 oranında öldürücü etki gösterdiği belirlenmiştir. Ancak her iki doz uygulamanın 3. gününde % 100 ölüme ulaşılmış ve tüm böceklerin öldüğü belirlenmiştir. Sarımsak kullanılarak hazırlanan toz haldeki SarYum, kekik ve lavanta için kullanılan dozlar ile kıyaslandığında yüksek etki göstermiştir. SarYum, kekik ve lavantaya göre 1.günde bile yüksek etki göstermiş olup, bu etki böceklerin ortalama % 84 - %98 arasında ölümüne neden olmuştur. Aynı dozda 3. günde %100 ölüme neden olmuştur. Bu yüksek etki nedeniyle iki ayrı alt doz ele alınmış bu dozlardan en düşüğü olan 0.75 g/kg dozda 1. günde % 4 oranında ölüme, 3. günde ise % 87 ölüme neden olarak düşük dozlarda bile çok yüksek etki sağlamıştır. Tarçın kullanılarak hazırlanan toz haldeki TarYum ele alınan tüm dozlarda yüksek etki göstermiştir. Özellikle tarçın, kekik ve lavanta ile kıyaslandığında aynı dozlarda 1.günde bile %100 ölüme neden olmuştur. Bu yüksek etki nedeniyle iki ayrı alt doz ele alınmış bu dozlardan en düşüğü olan 0.75 g/kg dozda 1. günde %93 ölüm, 3. günde ise %100 ölüme neden olarak düşük dozlarda bile çok yüksek etki göstermiştir (Şekil 1). Denemeler sonucunda ele alına yağların pirinç biti üzerinde öldürücü etkisi olduğu ve tarçın ile sarımsağın diğer iki bitkisel kökenli uçucu yağa göre düşük dozlarda bile yüksek etki gösterdiği belirlenmiştir.

3.1. Tadım denemesi sonuçları ve değerlendirilmesi

Yumurta kabuğuna bitkisel kökenli yağ emdirilerek pirinç içine eklenen kekik, lavanta, tarçın ve sarımsağın pirinç üzerindeki tat ve aroması Google formlar kullanılarak değerlendirilmiştir. Yumurta kabuğuna emdirilerek yağ uygulaması yapılmış pirinç, emdirilmiş olan yağı pişirme sonrasında da az ya da çok oranda

varlığını koruduğu belirlenmiştir. Özellikle ele alınan yüksek dozlarda aromatik kokunun daha yüksek oranda hissedildiği görülmektedir. Özellikle sarımsak içeren SarYum, en fazla hissedilen yağ uygulaması olmuştur. En ilginç sonuç TarYum, uygulamasında doz düştükçe tarçın aromasının da düştüğü ve daha az hissedildiği belirlenmiştir. Materyal metod kısmında belirtildiği şekilde sadece su ile pişirilen pilavların tadım anket sonuçları Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Tadım testleri anket sonuçları

Lezzet yönünden kıyaslandığında TarYum uygulaması dışındaki uygulamalarda lezzetin beğenilmediği veriler elde edilmiştir. En yüksek oran LavYum uygulamasında daha fazla olduğu görülmektedir. Ancak TarYum uygulanan pirincin pişirilmesiyle elde edilen pilavın ortalama % 52 oranında lezzetli olduğu belirlenmiştir. En düşük uygulama olan 0,75 g/kg dozda lezzet % 71 oranında lezzetli bulunmuştur (Şekil 2).

4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Eski çağlardan beri bitkilerin böcekleri çekici, uzaklaştırıcı ve öldürücü etki gösterdiği bilinmektedir. Özellikle gıda ürünlerini uzun süre böceklenmeden saklanması için bitkilerin parçaları, tozları ürünlere karıştırılarak kullanılmıştır. Bitkilerin insan sağlığı açısından zehirli olmayanlar ve tedavi edici özellikte olanlar bulunmaktadır. Bu çalışmada günlük hayatta kullandığımız yağlar ele alınmıştır. Yumurta kabuğu, kalsiyum karbonattan oluşan emici yapısıyla, bitkisel kökenli olan bu uçucu yağların ürünlere homojen olarak dağıtılmasında taşıyıcı görev üstlenmiştir. Pek çok araştırıcı yağların böcekler üzerinde kontakt ve

fumigant yolla öldürdüğünü belirlemiştir. Bu açıdan depolanmış ürün zararlısı böcek türleri üzerinde pek çok çalışma yapılmıştır. Eun et al. [15], Kore’de yetişen baharat ve tıbbi bitkilerinden ekstrakte edilen 16 uçucu yağın denemelerimizde de kullandığımız pirinç biti, *S. oryzae*’ye karşı fumigant etkisini test etmişler ve en yüksek fumigant toksisiteyi ($LC_{50}=45.5 \mu\text{l/l}$) nane (*Mentha arvensis* L var. *piperascens*) bitkisinden elde ettikleri uçucu yağın gösterdiğini bildirmişlerdir. Pascual-Villalobos [16], kimyon, kişniş otu, fesleğen ve papatya bitkilerinden elde edilen uçucu yağların 2, 20 ve 50 $\mu\text{l/l}$ dozlarının *C. maculatus* ve buğday biti, *Sitophilus granarius* L.’a karşı olan insektisit etkisini araştırmıştır. Araştırma sonunda, kimyonu uçucu yağının, 20 $\mu\text{l/l}$ dozunun nohut tohum böceği, *C. maculatus*’un % 100 ölümüne ve 2 $\mu\text{l/l}$ dozunun ise % 60’ının ölümüne sebep olduğunu, aynı uçucu yağın uygulanan 25 μl dozunun ise *S. granarius* erginlerinin % 68’ini öldürdüğünü tespit etmiştir. Ho et al. [17], sarımsak uçucu yağını filtre kağıdına emdirerek, Mısır biti, *Sitophilus zeamais* yumurta larva ve erginlerine karşı yaptıkları etkinlik denemelerinde yumurtanın en hassas, larvanın en dayanıklı olduğu ve çalışmamıza benzer şekilde erginlerin 24 saat içerisinde öldüğü ($KD_{95}=11,54 \text{ mg/cm}^2$) belirlenmiştir. Devi and Devi [18] yaptıkları çalışmada tarçın, anason, rezene, kimyon tozunu 1000 ppm dozda pirinç bitine uygulamış ve 14 gün sonra yapılan sayımlarda, pirinç biti erginlerine karşı sırasıyla % 89.8, 89.7, 83.6, 76.6 ve 68.3 öldürücü etki gösterdiğini belirlemiştir.

Bitkisel kökenli yağların çoğunlukla böceklerde sinir sistemi üzerinde etkili olduğu [19], büyüme ve gelişmenin yanı sıra, sindirim enzimlerini blokladığı [20] belirlenmiştir. Bitkilerden elde edilen uçucu yağlar pek çok depolanmış ürün zararlısının kontrolünde etkili olmaktadır [21]. Bitkisel kökenli yağların, sentetik kimyasallara göre çevre dostu olduğu yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur [22]. Ayrıca bu yağların organik ürünlerin ve tohumların korunmasında kullanılması mümkündür [23]. Fumigant etki ile böcekleri öldüren bu yağların, doğal yumurta kabuğu tozuna emdirilerek depolanan tahıl ürünlerinin korunabileceği ilk kez bu çalışma ile ortaya konmuştur. Elde edilen sonuçlar kekik, lavanta, sarımsak ve tarçın yağlarının yumurta kabuğu ile karışımlarının etkinliklerinde 1. günde farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Ancak bu farklılıkların 3.günde % 100 ölüme ulaşması ile yüksek etki gösterdiği ortaya konmuştur. Yumurta kabuğuna emdirilerek yapılan uygulamaların kilogram bazında doğru dozda, kolay kullanım avantajı da sağlamaktadır.

Kullanılan bu bitkisel kökenli yağların üründe bıraktıkları koku da özellikle tüketici açısından büyük önem taşımaktadır. Bu çalışma ile tarçın dışındaki diğer uygulamaların tüketici tarafından lezzetli bulunmadığı belirlenmiştir. Bu kokuların özellikle doz artış ve azalışına bağlı olarak hissedilmenin artıp azaldığı belirlenmiştir. Sarımsak yağı içeren SarYum uygulanmış pirinçten pişirilen pilav içerisinde ele alınan en düşük dozda bile en çok hissedilen yağ olmuştur. Tarçın’dan elde edilen TarYum’un hem yüksek böcek öldürücü etkisi olduğu, hem de lezzet yönünden tercih edilebilir olduğu ortaya konmuştur. Bitkisel kökenli yağların yumurta kabuğuna emdirilmesiyle, yumurta kabuğunun geri dönüşüme katkı sağlamasının yanı sıra çevre koruyucu ticari potansiyeli olan bir uygulama olduğu belirlenmiştir. Bundan sonraki çalışmalarda yumurta kabuğu ile daha düşük dozlarda uygulamaların etkinliğinin ortaya konması, ürün paketlerine uygulanması ve ayrıca kitlesel olarak gerçek depo koşullarında çalışmaların yapılarak büyük depolarda kullanımının araştırması gerekmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma 2022 yılı, 1689B012270425 numaralı TÜBİTAK 2204-B Ortaokul Öğrencileri Araştırma Projeleri Yarışması, İstanbul Avrupa Bölge Biyoloji dalı Birincilik ödülü almış ve Türkiye finallerine seçilmiştir. Bu süreçte fikri destekleyen TÜBİTAK'a, Tekirdağ Şehit Mehmet Şengül Ortaokulu müdürümüze, öğretmenlerimize ve okul arkadaşlarımıza teşekkür ederiz.

Finansman

Yazarlar bu çalışmanın araştırılması, yazarlığı veya yayınlanması için herhangi bir maddi destek almamıştır.

Çıkar Çatışması/Ortak Çıkar Beyanı

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması veya ortak çıkar beyan edilmemiştir.

Yazarların Katkısı

İlk yazar %40, ikinci yazar 40%, üçüncü yazar %20 katkıda bulunmuştur.

Etik Kurul Onayı

Bu çalışma etik kurul izni veya herhangi bir özel izin gerektirmez.

Araştırma ve Yayın Etiği Bildirgesi

Yazarlar, makalenin tüm süreçlerinde Environmental Toxicology and Ecology Dergisinin bilimsel, etik ve alıntı kurallarına uyduklarını ve toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapmadıklarını beyan ederler. Ayrıca karşılaşılabilecek etik ihlallerden Environmental Toxicology and Ecology ve yayın kurulunun hiçbir sorumluluğu olmadığını ve bu çalışmanın Environmental Toxicology and Ecology dışında herhangi bir akademik yayın ortamında değerlendirilmediğini beyan ederler.

KAYNAKÇA

- [1] Anonim 2022a. TÜİK 2021 Bitkisel Üretim İstatistikleri, <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2021-37249>, (erişim tarihi; 1 Ekim 2022).
- [2] E. Yıldırım, H. Özbek, İ. Aslan “Depolanmış ürün zararlıları ve mücadele yöntemleri”, Atatürk Üniversitesi yayımları, 121s. 2014.
- [3] E. Topuz, N. Madanlar, “ Bitkisel kökenli eterik yağlar ve zararlılara karşı kullanım olanakları” Derim, Cilt 23: 54-66, 2006.
- [4] A. Güncan., E. Durmuşoğlu, “Bitkisel kökenli doğal insektisitler üzerine bir değerlendirme”, Hasad, 233: 26-32p., 2004.
- [5] Ş. Kısmalı, N. Madanlar, “Azadirachta indica A. Juss (Meliaceae)’nın böceklerle etkileri üzerine bir inceleme”. Türk. entomol. derg., 12 (4): 239-249, 1988.
- [6] H. Schmutterer, “Beobachtungen an Schadlingen von Azadirachta indica (Niembaum) und von verschiedenen Meia-Arten”, J. Appl. Entomol., 109:390-400, 1990.

- [7] H. Schmutterer, “The Neem Tree; Source of Unique Natural Products for Integrated Pest Management, Medicine, Industry and Other Purposes”, Wiley Inc., Ed. H. Schmutterer, Weinheim, Germany, 719 p., 1995.
- [8] M. B. Isman, “Plant essential oils for pest and disease management” *Crop protection*, 19: 603-608, 2000.
- [9] J. Auger, S. Dugravot, A. Naudin, A. Abo-Ghaila, D. Pierre, E. Thibout, “Potential of Allium allelochemicals for safe insect control” *Bulletin OILB/SROP*, 25(9): 295-306. 2002.
- [10] G. Zehnder, E. Simonne, T. Briggs, J. Bannon, M. Ruff, “Organic sprays effective for worm control in cabbage and lettuce”, *Alabama Agricultural Experiment Station*, 44(3): 14-16, 1997.
- [11] Anonim, 2022b. Tarım Ürünleri Piyasaları, Tavuk Yumurtası, <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%B Cnleri%20Piyasalar%C4%B1/2021-Ocak%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Raporu/Tavuk%20Yumurtas%C4%B1, Ocak-2021,%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasalar%C4%B1%20Raporlar%C4%B1%20-.pdf> (erişim tarihi; Ocak 2022).
- [12] FAO, 2022. Yumurta üretim istatistikleri, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/TP/visualize>, (erişim tarihi: 1 Ekim 2022).
- [13] A. Erol, Y. Cufadar, “Yumurta Tavuklarının Rasyonlarında Kullanılan Kalsiyum Kaynaklarının Yumurta Kabuk Kalitesine Etkisi”, *Tavukçuluk Araştırma Dergisi*, Özel: 1-5p, 2012.
- [14] SPSS Statistics, “SPSS Version 18.0.0”, SPSS Inc, 233 S. Wacker Drive, Chicago, USA, 2009.
- [15] L.S. Eun, L.B. Ho, C.W. Sık, P.B. Soo, K. J. Gyu, B. Campbell, “Fumigant toxicity of volatile natural products from korean spices and medicinal plants towards the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.)”, *Pest Management Sci.*, 57: 548–553, 2001.
- [16] M. J. Pascual-Villalobos, “Volatile activity of plant essential oils against stored-product beetle pests” *Proceedings of the 8th International Working Conference on Stored Product Protection*, 648-650, 2002.
- [17] S.H., Ho, L. Koh, Y. Ma, Y. Huang, K.Y. Sim, “The oil of garlic, *Allium sativum* L. (Amaryllidaceae), as a potential grain protectant against *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus zeamais* Motsch”, *J Postharvest Biol Technol.*, 9:41–48, 1996.
- [18] K.C. Devi, S.S. Devi, “Insecticidal and oviposition deterrent properties of some spices against coleopteran beetle, *Sitophilus oryzae*”, *J. of Food Sci. Technol.*, 50(3):600–604. 2011, doi: <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0377-1>
- [19] C. Regnault-Roger, “The potential of botanical essential oils for insect pest control”, *Int. Pest Manag. Rev.* 2: 25–34, 1997.
- [20] G. Tarelli, E.N. Zerba, R.A Alzogaray, “Toxicity to vapor exposure and topical application of essential oils and monoterpenes on *Musca domestica* (Diptera: Muscidae)”, *J. Econ. Entomol.*, 102:1383-1388, 2009.

- [21] O. Campolo, G. Giunti, A. Russo, V. Palmeri, , L.Zappal`a, “Essential oils in stored product insect pest control”, J. of Food Qual., 1-18p., 2018, doi: <https://doi.org/10.1155/2018/6906105>
- [22] M.Khani, A. Marouf, S. Amini, D. Yazdani, M.E. Farashiani, M. Ahvazi, F. Khalighi- Sigaroodi, A. Hosseini-Gharalari, “Efficacy of three herbal essential oils against rice weevil, *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae)”, J. Essent. Oil Bearing Plants 20: 937–950. 2017, doi: <https://doi.org/10.1080/0972060X.2017.1355>
- [23] Y.L. Park, J.H. Tak, “Essential oils for arthropod pest management in agricultural production systems”, in Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety, Elsevier Inc. Ed. V. R. Preedy, London, UK. 2016, pp. 61-70, doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416641-7.00006-7>