



Araştırma makalesi

***Aronia melanocarpa* Bitki Özütünün *Galleria mellonella* ve *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* Üzerine Öldürücü ve Engelleyici Etkisi^a**

Mustafa Kemal GÖKMEN¹, Muhammet KAYA¹, Fahriye SÜMER ERCAN^{1*} 

¹ Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, 40100, Bağbaşı, Kırşehir, Türkiye

* Sorumlu yazar (Corresponding author): fahriye.ercan@ahievran.edu.tr

Makale alınış (Received): 14.06.2022 / Kabul (Accepted): 25.06.2022 /Yayınlanma (Published): 30.06.2022

ÖZ

Bu çalışmada “süper/mucize bitki” olarak bilinen *Aronia melanocarpa* kaynaklı bitki özütlerinin, büyük bal mumu güvesi olarak bilinen ve arı kovanlarında peteklerin üzerinde gal yaparak verimin düşmesine yol açan *Galleria mellonella* ile domateste solgunluk hastalığına yol açan *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmada kullanılan *A. melanocarpa* Kırklareli bölgesinde üretimini yapan Aronia Sante firmasından teşhisi yapılmış halde temin edilmiştir. Bitkinin meyve, gövde ve yaprakları etüvde kurutulduktan sonra öğütücü yardımıyla toz haline getirilmiş ve distile su içerisinde 24 saat çalkalayıcı inkübatörde bekletilmiştir. Süre sonunda filtre kâğıdından süzülen özütler çalışmada kullanılmaya kadar 4°C’de saklanmıştır. Çalışmada *G. mellonella*’nın son dönem larvaları üzerine bitkinin yaprak özütü uygulanmıştır. Uygulamalar her larvanın sol en son bacağına bitki özütünün mikroenjektör ile enjekte edilmesi ile gerçekleştirilmiştir. 24 saat sonunda, uygulama yapılan böceklerin %50’si ve %90’ını öldüren bitki özütü konsantrasyonları (LC₅₀, LC₉₀) probit analizi ile belirlenmiştir. Fungal patojenin üretimi geleneksel olarak kullanılan PDA (Patates Dekstroz Agar) üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bitkiden elde edilen yaprak, gövde, meyve özütleri ve hydrosolün, belirlenen yüzdelerde besi yerine ilave edilmesinden sonra fungus ekimi yapılmış ve 3, 5 ve 7. günlerde % engelleme oranları tespit edilmiştir. Sonuçlar, bitkiye ait özellikle yaprak özütünün, zararlı böcek üzerine öldürücü, bitki hastalık etmeni üzerine engelleyici etki gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Aronia melanocarpa*, *Galleria mellonella*, *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici*, bitki özütü

© Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

^a **Atf bilgisi / Citation info:** Gökmen M K, Kaya M, Sümer Ercan F (2022). *Aronia melanocarpa* Bitki Özütünün *Galleria mellonella* ve *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* Üzerine Öldürücü ve Engelleyici Etkisi. Ahi Ziraat Der/J Ahi Agri 2(1):24-31

Lethal and inhibitory effect of *Aronia melanocarpa* plant extract on *Galleria mellonella* ve *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici*

ABSTRACT

In this study, the effects of plant extracts from *Aronia melanocarpa*, known as “super/miracle plant” on *Galleria mellonella*, which is known as the great wax moth and causes gall on the honeycombs in beehives and a decrease in yield, and *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici*, which causes wilt disease in tomatoes, were investigated. *Aronia melanocarpa* used in the study was obtained from Aronia Sante company, which produces it in Kırklareli region, in a diagnosed form. After the fruit, stem and leaves of the plant were dried in the oven, they were powdered with the help of a grinder and kept in distilled water in a shaker incubator for 24 hours. At the end of the period, the extracts filtered through filter paper and were stored at 4°C until used in the study. In the study, the leaf extract of the plant was applied on the late-stage larvae of *G. mellonella*. Applications were carried out by injecting the plant extract into the left of the last pair of legs of each larva with a microinjector. After 24 hours, the plant extract concentrations that killed 50% and 90% of the treated insects (LC₅₀, LC₉₀) were determined by probit analysis. Production of the fungal pathogen was carried out on conventionally used PDA (Potato Dextrose Agar). After adding the leaves, stems, fruit extracts and hydrosol obtained from the plant to the medium, the fungus was cultivated, and the % inhibition rates were determined on the third, fifth and seventh days. The results revealed that especially the leaf extract of the plant has a toxic effect on harmful insect and inhibiting effect on plant disease factor.

Keywords: *Aronia melanocarpa*, *Galleria mellonella*, *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici*, plant extract

© Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture

Giriş

Sürekli artmakta olan dünya nüfusunun beslenme ihtiyacının karşılanması, tarımsal üretimin sürdürülebilirliği ile sağlanabilmektedir. Sürdürülebilirlik ise doğru çeşit seçimi, uygun gübreleme, kültürel işlemler, dengeli sulama ve bunların yanında hastalık, zararlı, yabancı otlar gibi baskılayıcı, üretimi kısıtlayan faktörlerin ortadan kaldırılması veya kısmen engellenmesi ile devam ettirilebilmektedir. Dünyada tarımsal üretime sorun teşkil eden, kalite ve verime doğrudan etki edip büyük kayıplara yol açan hastalıklar ve zararlıların mücadelesinde uzun yıllardır yoğun ilaç kullanımı görülmektedir. Tarımsal zararlı ve hastalıklar ile savaşım için dünya çapında 2,5 milyon ton pestisit kullanılmakta ve kullanılan kimyasalların insan sağlığı, toprak ve çevreye karşı olumsuz etkileri gibi pek çok dezavantajları bulunmaktadır. Bu sebeplerden dolayı, alternatif mücadele yöntemlerinin kullanılması gerekli hale gelmiştir. Özellikle bitkisel pestisit olarak isimlendirilen etkili ve güvenli bitki özütleri ve uçucu yağları tarımsal savaşım için önemli bir alternatif olmuştur. Bitkisel kökenli bu ürünlerin, hastalıklar

ve zararlılar ile mücadelede, çevre ve insan sağlığı açısından daha güvenli olduğu tüm dünyada kabul görmüştür (Sivrikaya ve ark., 2021).

Beslenme açısından büyük öneme sahip olan tahıl, sebze ve meyve gibi ürünler fungal enfeksiyonlara karşı hassastırlar. Enfeksiyonlara neden olan funguslar, üretim ve üretim sonrası birçok zarara neden olmakta ve büyük sorunlara yol açmaktadır. En yaygın türleri *Fusarium*, *Aspergillus* ve *Penicillium* cinslerine bağlı türleridir. Özellikle *Fusarium* türleri, bitkilerde solgunluk, kök, gövde ve meyve çürüklüğüne neden olmakta, tahıllarda ise başak yanıklığı ve hasat sonrası çürümelere yol açmaktadır. Verim ve kaliteye etki eden bir diğer önemli faktör ise zararlı böceklerdir. Zararlılar uygun nem ve iklim koşullarında hızla çoğalır ve farklı dönemlerinde farklı zararlanmalara neden olurlar. Direk ürüne zarar vermelerinin yanı sıra hastalıkları taşıyarak vektör olma ve bitkide yaralanmalar meydana getirerek sekonder zararlara da yol açabilmektedirler. Mücadelede her yıl tonlarca kimyasal kullanılmakta ve bu mücadele ekosisteme zarar vermektedir. Bu zararın da önüne geçmek amacı ile alternatif savaşım modelleri kullanılmaktadır. Bitkisel pestisitler ile mücadele bunlardan biridir ve bitkisel kökenli maddelerin böcek öldürücü etkilerini ortaya koyan pek çok çalışma bulunmaktadır (Ercan ve ark., 2013).

Bitki özütleri, bitkinin gövde, yaprak ve meyvesinin belirli sıcaklıklarda kurutularak parçalanması sonucunda su, alkol gibi çeşitli çözücülerle bileşenlerinin ayrılması, toksik maddelerden arınması ve daha kararlı hale gelmesi ile elde edilen katı, sıvı veya viskoz kıvamlı konsantre preparatlardır (Zuzarte ve ark. 2013). Bitki özütlerinin yanı sıra zararlılar ve hastalıklarla mücadelede kullanılan alternatif savaşım ürünlerinden biri de hidrosoldür. Hidrosol, hidrolat olarak da bilinen çiçek veya bitki özsuvarı, distile özsuvarı veya bitki suları olup damıtma sonucu oluşan su içeren üründür. Hidrosollerin birçok tıbbi faydası bulunmaktadır. Çünkü damıtma sırasında bitkinin suda eriyen bileşen, vitamin ve minerallerini içeriğinde bulundurur (Sagdıç, 2003).

Büyük balmumu güvesi, *Galleria mellonella*, arı kovanlarında petekler üzerine yerleşerek verimin düşmesine neden olan bir zararlıdır. *G. mellonella* besinsel ihtiyaçları, ekolojik adaptasyonu ve gelişme özellikleri ile entomolojik araştırmalarda tercih edilen bir türdür. Ekonomik yönden zararlı böceklere karşı kullanılan kimyasal mücadelenin yarattığı olumsuz sorunlar biyolojik mücadele çalışmalarının önem kazanmasına neden olmuştur (Alkaş İ., 2007). Bu amaçla, biyolojik mücadele ajanlarının kullanımının yanı sıra, çevre dostu teknikleri içeren, bitki özüt ve uçucu yağlarının zararlı böcekler üzerine öldürücü ve repellent etkilerin belirlenmesine yönelik çalışmalar uzun yıllardır süregelmektedir. Son zamanlarda yapılan çalışmalar aromatik bitkiler tarafından üretilen uçucu yağların ve bitki ekstraktlarının depolanmış ürün zararlıları ile mücadelede başarılı şekilde kullanıldığını göstermektedir (Erler, 2005, Negahban ve ark., 2007). Bu doğal ürünler zararlı böceklere karşı kullanılabilir. Aynı zamanda bu ürünler hedef zararlıya karşı repellent etki göstererek ömür uzunluğu ve üreme potansiyeli gibi değişik özellikler üzerine de olumsuz etki yapabilirler.

G. mellonella larvaları laboratuvar şartlarında ucuz yapay besinlerde bol miktarda üretilebildiği için fizyoloji, biyokimya ve moleküler biyoloji çalışmalarında model organizma olarak

kullanılmaktadır. Biyolojik mücadelede kullanılan parazitoid böceklerin yetiştirilmesinde doğal konak böcek olarak kullanılması, insektisit etkinlik denemelerinde, hatta insan ve diğer memelilerde hastalık yapan mikroorganizmaların patojenitesinin belirlenmesinde yaygın kullanımından dolayı önemi gittikçe artmaktadır. Ayrıca bu böceğin dahil olduğu ailenin içindeki birçok türün depolanmış ürün zararlısı olmaları açısından tarımsal olarak da önemlidirler (Sefer ve Büyükgüzel, 2018).

Bu çalışmada süper meyve olarak adlandırılan ve tıbbi aromatik bir bitki olan Aronya (*Aronia melanocarpa*)'dan elde edilen gövde, yaprak ve meyve özütleri ile meyve hidrosolünün tarımsal üretimde büyük zarara neden olan fungal bir hastalık etmeni *F. oxysporum f. sp. lycopersici*, ve zararlılar üzerine yapılan çalışmalarda model organizma olarak kullanılan *G. mellonella* üzerine engelleyici ve öldürücü etkisi araştırılmıştır. Yapılan uygulamalar sonucunda başarıya ulaşmak, ekosisteme kimyasallar ile verdiğimiz zararı en aza indirgeyerek alternatif mücadeleye katkı sağlayacak ve yeni bir bitkisel pestisit için aktif madde olabilecek sonuçlar ortaya koyacaktır.

Materyal ve Yöntem

Bitki Materyali

Çalışmada kullanılan *A. melanocarpa* Kırklareli bölgesinde üretimini yapan Aronia Sante firmasından teşhisi yapılmış halde meyve, yaprak ve sap olarak satın alınmıştır. Satın alınan bitki materyalleri projede hidrasol ve özüt olarak kullanılmıştır.

Ekstraksiyon işlemi için bitkinin yaprak ve sapsuları etüvde kurutulduktan sonra öğütücüde parçalanmış ve distile saf suyun içerisinde 24 h çalkalayıcıda bekletilmiştir. Meyveler de aynı şekilde kurutulmuş, sıvı azot içinde toz haline getirilerek yine saf distile su içerisinde 24 h süre ile çalkalanmıştır. Bitkinin meyvelerinde uçucu yağ eldesi amacıyla clevenger cihazı kullanılmış ancak uçucu yağ elde edilememiştir. Bu yöntem sırasında elde edilen hidrosol denemelerde kullanılmıştır.

Galleria mellonella'nın Laboratuvar Koşullarında Üretimi ve Bitki Materyalinin Uygulanması

Çalışmada yer alan *G. mellonella*'nın yumurtaları Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'nün stok kültüründen alınmıştır. Yumurtaları küçük, kremsi pembe ve beyazımsı renktedir. *G. mellonella*'nın yetiştirilmesinde mısır unu, su, kepek, süt tozu, bal, gliserol, maya, bal besinleri kullanılmıştır. Bunun için balmumu güvesi yumurtaları önce 1/3'ü besinle doldurulmuş 1 litrelik cam kavanozlara alınıp yumurta bırakmaları için cam kavanozun ağız kısmına kağıt yerleştirilmiş ve bunun üzerine ise sineklik teli ve metal kelepçe ile kapatılmıştır. Kavanozlardaki larvalar 8 günlük olduktan sonra yine 1/3'ü besinle dolu 1 litrelik ayrı cam kavanozun içerisine 8 günlük larvalar pensle alınıp konulmuştur ve bu kavanozlarında ağızları sineklik teli ve metal kelepçe ile kapatılmıştır. Kullanılan inkübatörün sıcaklığı $28 \pm 2^\circ\text{C}$, ortalama orantılı nemi $\%65 \pm 5$ 'e ve karanlıkta olacak şekilde ayarlanmıştır. Deneme çalışmaları her gün kontrol edilerek besini azalanlara besin ilavesi yapılmıştır.

Larvalara bitki materyali uygulaması için, yaprak özütü kullanılmıştır. Uygulanacak özütün konsantrasyonu uygulamalar sırasında belirlenmiştir (60 mg/mL, 50 mg/mL, 40 mg/mL, 30 mg/mL, 20 mg/mL ve 10 mg/mL). Bu işlem için larvalar %70 alkol ile steril bir eküvyon aracılığıyla silinmiş ve larvaların sol en son bacaklarına (proleg) mikroenjektör ile doğrudan enjeksiyon gerçekleştirilmiştir (Alvandial ve ark. 2016). Kontrol grubuna dH₂O uygulanmış ve hem kontrol hem de uygulama yapılan larvalar 28±2°C, %65±5 bağıl neme ayarlı ve gün boyu karanlıkta olacak şekilde inkübatörde takip edilmiştir. Böcek larvaları 24 h boyunca belirlenen dozlarda maddeye maruz bırakıldıktan sonra ölüm oranları belirlenerek ve LC₅₀ ve LC₉₀ dozlarını saptamak için probit analizi yapılmıştır.

Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici Üretimi ve Bitki Materyalinin Uygulanması

Çalışmada kullanılan fungus türü, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Fitopatoloji Laboratuvarı'ndan stok kültür olarak temin edilmiştir. Teşhisi Dr. Öğr. Üye. Yusuf BAYAR tarafından yapılmıştır. Fungal patojenin üretimi geleneksel olarak kullanılan PDA (Patates Dekstroz Agar) üzerinde gerçekleştirilmiştir. Erlen içerisinde hazırlanan PDA otoklav ile sterilize edildikten sonra yaklaşık 20 ml sıvı medium petri kaplarına transfer edilmiştir. Kontrol petrilere hiçbir özüt ya da hidrosol eklemesi yapılmazken uygulamalar için yaprak ve gövde özütlerinden %1, %5 ve %10'luk, meyve özütü ve hidrosolden ise %1 ve %5'lik çözeltiler hazırlanarak besi yerine eklendikten sonra petrilere dökülmüştür. Her bir doz uygulaması üçer tekrarlı olarak kurulmuştur. Bu şekilde hazırlanan besi yerlerine stok kültürden alınan funguslar transfer edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Aronia malanocarpa yaprak özütünün Galleria mellonella larvalarına uygulama sonuçları

Farklı konsantrasyonlarda yaprak özütü (60 mg/mL, 50 mg/mL, 40 mg/mL, 30 mg/mL, 20 mg/mL ve 10 mg/mL) PBS (fosfat tamponlu salin) içinde seyreltilmiş ve her larvanın sol en son bacağına 5 µl özüt mikroenjektör ile enjekte edilmiştir. Her grup için 10 böcek kullanılmış ve 6 tekrar yapılmıştır. 24 saat sonunda, uygulama yapılan böceklerin %50'si ve %90'ını öldüren yaprak özütü konsantrasyonlarını (LC₅₀, LC₉₀) belirleyebilmek için Probit analizi yapılmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. *Aronia melanocarpa* yaprak özütü uygulanan *Galleria mellonella* larvalarının LC₅₀ ve LC₉₀ değerleri

Time (24 h)	N	LC ₅₀	LC ₉₀	df	Chi-Square	Sig.
	10	32	53,471	5	1,972	0,887 a
95% confidence limits		21,135-37,825	48,171-70,226			

Aronia malanocarpa özütlerinin *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* üzerine uygulama sonuçları

Uygulama sırasında belirlenen yüzdelerde hazırlanan yaprak, meyve ve gövde özütlerine ait çözeltiler ve hidrosolün neden olduğu % engelleme sonuçları Tablo 2’de gösterilmiştir. Kontrol petrilere hiçbir özüt ya da hidrosol eklemesi yapılmamıştır. 3., 5. ve 7. günde oluşan inhibisyon zonları milimetre olarak ölçülmüştür. Kontrol petrilere herhangi bir engelleme olmamıştır. En yüksek oranda engelleme %10’luk yaprak özütü uygulamasından elde edilmiş olup bu dozda yapılan uygulama sonrası 3., 5. ve 7. günlerde yapılan kontrollerde %100 engelleme olduğu saptanmıştır.

Tablo 2. *Aronia malanocarpa* yaprak özüt ve hidrosolü uygulanan *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* hastalık etmeninde % engelleme sonuçları

Doz	% Engelleme												
	Kontrol	Yaprak 3. gün	Yaprak 5. gün	Yaprak 7. gün	Gövde 3. gün	Gövde 5. gün	Gövde 7. gün	Meyve 3. gün	Meyve 5. gün	Meyve 7. gün	Hidrosol 3. gün	Hidrosol 5. gün	Hidrosol 7. gün
%1	0	50	33	25	0	0	12.5	25	17	37.5	25	7	12.5
%5	0	50	33	37.5	0	17	15	50	33	30	0	0	12.5
%10	0	100	100	100	25	17	33	-	-	-	-	-	-

Bitkiler, zengin biyoaktif kimyasal kaynakları oluşturdukları için mevcut kullanılan kimyasal temelli böcek kontrol ajanlarına karşı potansiyel alternatifler sağlayabilmektedir. Böylece, entegre zararlı yönetiminde kullanım için, yeni ve daha güvenli böcek kontrolü geliştirilmesine kaynak oluşturabilirler. Çok önemli farmakolojik etkileri ile birlikte tıbbi ve aromatik bitkilerin, tarım zararlılarına karşı kullanım potansiyellerinin ortaya konması için çeşitli çalışmalar yapılmaktadır (Ayvaz ve ark. 2009). Birçok bitki özütü ve uçucu yağın, özellikle, çeşitli depolanmış ürün zararlılarına karşı ovisidal, repellent ve öldürücü etkilere sahip olduğu bilinmektedir. Bunun yanında, bazı bitki türevli özütlerin insektisit dirençli böceklere karşı oldukça etkili olduğu bulunmuştur (Ahn ve ark., 1997).

Bitkilerde çeşitli hastalıklara yol açan, mantar, bakteri, nematod ve virüs gibi bitki patojenleri içinde, mantarlar bitkilere zarar veren başlıca patojenler olarak bilinmektedir. Mantar hastalıkları, dünya çapında tarımsal üretimde, önemli miktarda ürün kaybına neden olmaktadır. Bitkiler üzerinde büyüyen *Fusarium* spp. gibi bitki patojenleri, tüketicilere ciddi şekilde zarar verebilecek mikotoksinler üretebilmektedir. Bazı üreticiler, mantar hastalıklarını kontrol etmek için zararlı böcek kontrolüne benzer şekilde kimyasal mantar öldürücüler kullanmaktadır. Bununla birlikte, birçok mantar ilacı insanlar için de toksiktir ve çevresel kontaminasyona neden olabilmektedir (Moenne-Locoz ve ark., 1998). Bu anlamda, tıbbi ve aromatik bitki kaynaklı ürünlerin fungal hastalık etmenlerine karşı etkinliklerinin belirlenmesi de nispeten toksik olmayan ve uygun maliyetli mantar öldürücüler üretebilecek başka bir alternatif sunmaktadır.

Sonuç

Tarımsal üretimde kullanılan kimyasal temelli pestisitler başta insan sağlığı olmak üzere, çevre ve hedef dışı organizmalar için oldukça tehlikelidir. Birçok bitkinin farklı kısımları gerek uçucu yağ gerekse özüt olarak böcek öldürücü, antibakteriyel, antifungal, antikanser gibi pek çok biyolojik aktivitesi açısından da araştırılmakta ve kullanım potansiyelleri ortaya konmaktadır. Aronya da bu yönüyle oldukça büyük bir potansiyele sahip olup tıbbi ve biyolojik özellikleri açısından son yıllarda oldukça dikkat çekmiştir. Bununla birlikte, yapılan literatür taramasında, bu bitkinin böcek öldürücü potansiyelinden ziyade, üzerinde zarar yapan böceklerin mücadelesine yönelik çalışmaların daha yoğunlukta olduğu görülmüştür. Bu yönüyle, çalışmadan elde edilen sonuçlar hem bitki hastalık etmenleri hem de zararlı böceklerle mücadelede Aronya kaynaklı ürünlerin belirgin bir potansiyeli olduğu ve biyopestisit geliştirme çalışmalarına katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

Çıkar Çatışması

Makalenin hiçbir yazarı için bilinen ya da olası bir çıkar çatışması yoktur.

Kaynaklar

Ahn Y J, Kwon M, Park H M, Han C G (1997). Potent insecticidal activity of *Ginkgo biloba*-derived trilactone terpenes against *Nilaparvata lugens*. P.A. Hedin, R.M. Hollingworth, E.P. Masler, J. Miyamoto, D. Thompson (Eds.), *Phytochemical Pest Control Agents*. ACS Symposium Series No. 658, American Chemical Society, Washington, DC. pp. 90-105.

Alkaş İ (2007). Besin Bileşenlerinin *Galleria mellonella* (Linnaeus) (Lepidoptera:Pyralidae) Larvalarının Gelişme Ve Protein Sentezine Etkileri. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 29p.

Alvandial A, Jawadi M H, Altıntaş Z N, Yıldız N, Karaman M (2016). *Candida albicans*'ın Salgısal Asit Proteinaz Etkinliğinin Araştırılmasında In Vivo Model Olarak *Galleria mellonella* Larvanın Kullanılması. Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi 46(2):69-75.

Ayvaz A, Karaborklu S, Sagdic O (2009). Fumigant toxicity of five essential oils against the eggs of *Ephestia kuehniella* Zeller and *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae). *Asian Journal of Chemistry* 21:596-604.

Ercan F S, Bas H, Koç M, Pandır D, Öztemiz S (2013). Insecticidal activity of essential oil of *Prangos ferulacea* (Umbelliferae) against *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) and *Trichogramma embryophagum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 37(1), 719-725.

Erler F (2005). Fumigant activity of six monoterpenoids from aromatic plants in Turkey against the two stored-product pests confused flour beetle, *Tribolium confusum*, and Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella*. *Journal of Plant Diseases and Protection* 112:602-611.

Moenne-Loccoz Y, Powell J, Higgins P, McCarthy J, O’Gara F (1998). An investigation of the impact of bio-control *Pseudomonas fluorescens* F113 on the growth of sugar beet and the performance of subsequent clover-Rhizobium symbiosis. *Applied Soil. Ecology* 7:225–237.

Negahban M, Moharramipour S, Sefidkon F (2007). Fumigant toxicity of essential oil from *Artemisia siberi* Besser against three stored-product insects. *Journal of Stored Product Research* 43:123-128.

Sagdic O (2003). Sensitivity of four pathogenic bacteria to Turkish thyme and oregano hydrosols. *LWT – Food Science and Technology* 36 (5), 467–47.

Sefer N E, Büyükgüzel K (2018). Piperazinin *Galleria mellonella*’nın Yaşama Gelişimi Üzerine Etkisi. *Karaelmas Fen Ve Mühendislik Dergisi* 8(1):365-372.

Sivrikaya I S, Tosun B, Kararkaya E (2021). *Origanum onites* L. ve *Rosmarinus officinalis* L. Uçucu Yağlarının Kimyasal İçeriklerinin ve *Fusarium solani*’ ye Karşı Antifungal Aktivitelerinin Belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 8(2): 329–335.

Zuzarte M, Gonçalves M J, Cavaleiroa C, Cruz M T, Benzarti A, Marongiud B, Maxia A, Piras A, Salgueiroa L (2013). Antifungal and anti-inflammatory potential of *Lavandula stoechas* and *Thymus herba-barona* essential oils. *Industrial Crops and Products* 44: 97-103.