

## Portakal Yağının Yeşil Şeftali Yaprakbiti [(*Myzus persicae* Sulzer) (Hemiptera: Aphididae)] Populasyonu Üzerine Etkisi

Mehmet Sedat SEVİNÇ\*<sup>1</sup>, Mustafa Murat YEŞİLİRMAK<sup>1</sup>, Nuran KARATAĞ<sup>1</sup>,  
Burcu YAMAN<sup>1</sup>, Melike ÇETİNBASA<sup>1</sup>, İrfan NAZLI<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Eğirdir, Isparta  
\* mehmedsedat.sevinc@tarimorman.gov.tr (Sorumlu Yazar)

### Özet

Yeşil şeftali yaprakbiti, *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) şeftali tarımının yapıldığı alanlarda zarar yapan önemli bir türdür. Mücadelesinde sıklıkla sentetik kimyasallara başvurulmaktadır. Sentetik kimyasalların dezavantajlarının tartışıldığı son yıllarda tarımsal zararlı kontrolünde alternatif mücadele yöntemlerinin araştırıldığı çalışmalar hız kazanmıştır. Portakal yağı gibi monoterpenoid yapıli preparatların kullanımı çevre ve insan sağlığına dost mücadele yöntemleri olarak umut vadetmektedir. Mevcut literatürde portakal yağının *M. persicae* üzerinde öldürücü etkisi olduğunu rapor eden çalışmalar mevcuttur. Fakat ülkemizde *M. persicae* için ruhsat almış bir portakal yağı içerikli ürün bulunmamaktadır. Bu çalışmada portakal yağı içerikli ticari bir preparatın (Prev-am®) 400 ml 100 L<sup>-1</sup>, 300 ml 100 L<sup>-1</sup>, 200 ml 100L<sup>-1</sup> dozlarının arazide *M. persicae*'ye karşı en etkili dozun tespit edilmesi ve kapama şeftali bahçesinde iki yıl süre ile *M. persicae* mücadelesinde kullanım olanağını araştırmak amaçlanmıştır. Yapılan çalışmalarda en etkili dozun 400 ml 100 L<sup>-1</sup> olduğu görülmüş, arazi çalışmalarında ise aynı dozun *M. persicae*'ye temas etmesi halinde öldürücü etkisi olduğu anlaşılmıştır. Çalışma sonucunun 60 g L<sup>-1</sup> portakal yağı içerikli preparatın (Prev-am®) *M. persicae*'nin mücadelesinde kullanım olanağı oluşturmak için bilgi sağlayacağı düşünülmektedir.

**Anahtar kelimeler:** D-limonen, terpenoidler, bitki sekonder metabolitleri, biyoinsektisit, uçucu yağlar

## The Effects of Orange Oil to Population of Green Peach Aphid [(*Myzus persicae* Sulzer) (Hemiptera: Aphididae)]

### Abstract

Green peach aphid, *M. persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera:Aphididae) is an important pest species in peach orchards. Synthetic chemicals are often used in its control. In recent years, when the disadvantages of synthetic chemicals have been discussed, studies investigating alternative control methods in agricultural pest control have gained momentum. The use of monoterpenoid preparations such as orange oil is promising as environmental and human health friendly control methods. In the current literature, there are studies reporting the lethal effect of orange oil on *M. persicae*. However, there is no orange oil-containing product licensed for *M. persicae* in our country. In this study, 400 ml 100 L<sup>-1</sup>, 300 ml 100 L<sup>-1</sup>, 200 ml 100L<sup>-1</sup> doses of a commercial preparation containing orange oil (Prev-am®) were used to determine the most effective dose against *M. persicae* in the field and the most effective dose were used to management of *M. persicae* for two years in a peach orchard. In the studies, it was seen that the most effective dose was 400 ml 100 L<sup>-1</sup>, and in the field studies, it was understood that the same dose had a lethal effect if it came into contact with *M. persicae*. It is thought that the result of the study will provide information for the use of 60 g L<sup>-1</sup> orange oil-containing preparation (Prev-am®) in the control of *M. persicae*.

**Keywords:** D-limonene, terpenoids, plant secondary metabolites, bioinsecticide, essential oils

### Giriş

Şeftali yetiştiriciliğinde önemli bir zararlı tür olan yeşil şeftali yaprakbiti, *M. persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) polifag bir virüs vektörü olup şeftali dışında badem, erik, kayısı, şeker pancarı, patates, domates, tütün, şerbetçiotu (Lodos, 1986; Karsavuran ve Anaç, 2014) ve özellikle biber de zarara sebep olan önemli türlerindedir (Akköprü, 2021). Mücadelesinde sıklıkla sentetik kimyasallara başvurulması, uygun preparat seçilmediği ve doğru uygulanmadığı takdirde hedef olmayan organizmaların bu kimyasallardan olumsuz etkilendiği ve kalıntı sorunlarına sebep olduğu bilinmektedir (Metcalf, 1989; Ay vd., 2007; Özdemir vd., 2021). Kimyasal kullanımının dezavantajları sebebiyle araştırmalar zaman içerisinde doğa dostu yöntemlere doğru yönelmiştir. Sentetik kimyasallara kıyasla biyopestisit kullanımının güvenli

olduğu ve kalıntı riski barındırmadığı araştırmacılar tarafından bildirilmektedir (Chandler vd., 2011; Pavela ve Benelli, 2016, Smith vd. 2018).

Bitki uçucu yağlarının da bu grup içinde yer aldığı bitki sekonder metabolitleri, sağlıktan kozmetiğe, gıdadan tarımsal üretime kadar pek çok alanda kullanım alanı bulmaktadır. Bitki sekonder metaboliti olarak narenciye yağlarında özellikle çok miktarda bulunan monoterpenoid d-Limonen (p-mentha-1, 8-dien) böcek öldürücü -kaçırıcı özelliği ve memeliler üzerinde düşük toksisiteye sahip olması nedeni ile tarımsal mücadelede sentetik kimyasallara alternatif olarak kullanılabilme olasılığının farklı böcek türleri üzerinde araştırıldığı bazı çalışmalar da mevcuttur (Beatty, 1986; Karr ve Coats, 1988; Sun, 2007; Ünal vd., 2012; John vd., 2017; Gavaihan vd., 2018; Isman, 2019; Ülger vd., 2020; Fenibo vd., 2021; Sciortino vd., 2021). *M.*

*persicae* üzerinde yapılan bazı araştırmalar ise d-limonen içeriği bulunan bitki uçucu yağlarının mücadelede etkili olabileceğini bildirmektedir (Erdoğan ve Yıldırım, 2016; Al-Antary vd., 2018; Smith vd., 2018; Ahmed vd., 2021). Doğrudan portakal yağı ile laboratuvar, tünel ve sera koşullarında gerçekleştirilen araştırmalar portakal yağının *M. persicae* üzerinde yüksek oranda ölüme sebep olduğuna işaret etmektedir (Al-Antary vd., 2018; Smith vd., 2018). Bu çalışmaların yanı sıra açık arazi koşullarında da portakal yağı içerikli preparatlar ile *M. persicae* etkileşimini inceleyen çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır. Ülkemizde farklı zararlı gruplarına ruhsatlandırılmış portakal yağı içerikli biyopreparatların ticari olarak satışı yapılmaktadır. Bu çalışma, 2021 ve 2022 yılları arasında portakal yağının açık arazi koşullarında şeftali bitkisi üzerinde doğal olarak gelişen yeşil şeftali yaprakbiti, *Mysuz persicae* bireylerinin karışık dönemlerinin oluşturduğu popülasyondaki birey sayısının, kontrol grubuna kıyasla etkisini gözlemek amacıyla Isparta ili Eğirdir ilçesinde bulunan Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü deneme bahçelerinde bulunan şeftali parsellerinde yürütülmüştür. Çalışmanın temel amacı, portakal yağının farklı dozlarının etkisini araştırmak ve uygun dozun kapama şeftali bahçesinde uygulanarak entegre mücadeleye olan katkısını gözlemlemektir.

## Materyal ve Yöntem

### Materyal

Denemenin ana materyalini Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü arazilerinde bulunan yaklaşık 10 yaşındaki şeftali ağaçları ve üzerinde doğal olarak gelişen yeşil şeftali yaprakbiti, *M. persicae* oluşturmaktadır. 60g L<sup>-1</sup> portakal yağı içeriğine sahip biyopestisit (Prev-am®) ve biyopestisit farklı dozlarının uygulanması için el spreyi, etkili dozun şeftali bahçesinin tamamına uygulanabilmesi için ise traktöre bağlanabilir atomizör kullanılmıştır.

### Yöntem

#### Etkili dozun belirlenmesi

Deneme alanındaki şeftali ağaçlarına yaprakbitlerinin çoğalmasının engellenmemek amacıyla herhangi bir ilaçlama yapılmamıştır. Uygulama öncesi her ağaçtan *Mysuz persicae* ile bulaşık 10 adet sürgün farklı portakal yağı dozu uygulamaları için farklı renklerde ip yardımıyla işaretlenmiştir ve uygulama öncesi biyolojik dönem farketmeksizin toplam *Mysuz persicae* sayıları not edilmiştir. Sürgündeki yapraklarda henüz deformasyonlar başlamadan 60 g L<sup>-1</sup> portakal yağı 100 litre suya 400 ml, 300 ml, 200 ml olmak üzere 3 farklı konsantrasyonda hesaplanmış ve 1 L hacmindeki el spreyi yardımıyla *M. persicae* ile bulaşık olan sürgünlere uygulanmıştır. Her konsantrasyon ve kontrol grubu için 5 farklı ağaçta 10 adet sürgün ile deneme yürütülmüştür.

Kontrol grubu için sadece su uygulaması yapılmış ve deneme tesadüf blokları deneme desenine göre kurulmuştur. Uygulama sonrası 72 saat sonunda sürgünler üzerindeki toplam birey sayıları kaydedilerek veriler karşılaştırılmıştır. Çalışma iki yıl üst üste aynı lokasyonda yürütülmüştür. Deneme sonucunda elde edilen veriler Henderson-Tilton formülü kullanılarak yüzde etki oranları tespit edilmiştir. İstatistiksel analizler SPSS programında Tek yönlü varyans analizine tabii tutulup veriler arasındaki istatistiksel farklar Tukey çoklu karşılaştırma testleri ile belirlenmiştir (Henderson ve Tilton 1955, SPSS, 2006, Ergün ve Aktaş, 2009).

#### Kapama şeftali bahçelerinde uygun dozun kullanılması

Etkili olduğu tespit edilen 400 ml 100 L<sup>-1</sup> portakal yağı dozu, Meyvecilik Araştırma Enstitüsü deneme alanlarında bulunan şeftali bahçelerine atomizör yardımıyla uygulanmıştır. Uygulama öncesi bulaşık sürgün sayımı yapılan bahçede uygulamadan 24 saat ve 72 saat sonra tekrar *M. persicae* ile bulaşık sürgün gözlemi yapılarak popülasyondaki bireylerin canlı olup olmadığı kontrol edilmiştir. Kontroler ihtiyaç duyulduğunda tekrar uygulama yapmak üzere haftalık periyotlarla sezon boyunca sürdürülmüştür.

### Bulgular

#### Etkili Dozun Belirlenmesi

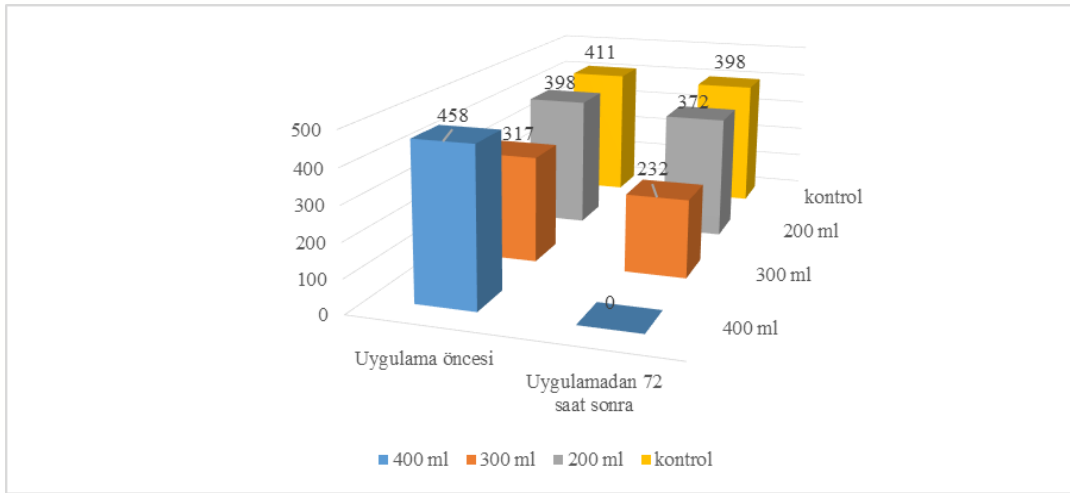
Portakal yağının farklı dozlarının arazi koşullarında uygulandığı bu çalışmada, 2021 yılına ait uygulama sonrası *M. persicae* popülasyonundaki değişim oranları Şekil 1' de gösterilmektedir. 100 litrede 400 ml portakal yağı dozu 458 adet birey üzerinde uygulandığında 72 saat sonundaki yapılan sayımda canlı bireyin kalmadığı görülmektedir. 100 litre suya 300 ml portakal yağı içerikli biyopestisit ko-yularak hazırlanan doz 317 bireye uygulanmış ve 72 saat sonundaki sayımda 232 adet bireyin canlılığını sürdürdüğü görülmüştür. Aynı miktarda suya 200 ml koyularak hazırlanan doz ise 398 adet *M. persicae* bireyi üzerine uygulandığında aynı süre sonunda 372 adet birey ile popülasyonun varlığını sürdürdüğü görülmüştür. Su uygulaması ile oluşturulan kontrol grubunda ise 411 bireyden oluşan popülasyon yoğunluğu 72 saat sonunda 398 birey olarak sayılmıştır.

Çalışmanın ikinci tekrarı olan 2022 yılına ait uygulama sonrası *Mysuz persicae* popülasyonundaki dalgalanma oranları Şekil 2' de gösterilmektedir. Denemede 100 litre suya 400 ml, 300 ml, 200 ml dozları ve kontrol uygulamasının başlangıçtaki popülasyonu oluşturan birey sayıları sırasıyla 314, 354, 320, ve 314 iken uygulamadan 72 saat sonra sırasıyla 0, 257, 300 ve 280 adet birey olarak tespit edilmiştir.

**Çizelge 1.** Portakal yağı farklı dozlarının istatistik analizinde farkların gösterimi  
**Table 1.** Demonstration of differences in statistical analysis of different doses orange oil

Dozlar	2021 Yılı Yüzde Etki (%95 Güven Aralığı)	2022 Yılı Yüzde Etki (%95 Güven Aralığı)
400 ml 100 L <sup>-1</sup>	100±0 a* (100-100)	100±0 a* (100-100)
300 ml 100L <sup>-1</sup>	24,18±2,05 b (19,53-28,82)	27,39±0,56 b (26,110-28,67)
200 ml 100 L <sup>-1</sup>	3,53±0,46 c (2,47-4,59)	6,25±0 c (6,25-6,25)
Kontrol	3,12±0,80 c (1,29-4,94)	0±0 d (0-0)

\*Tukey çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütün altındaki farklı harfler istatistiksel olarak farklıdır (P<0.05)



**Şekil 1.** Portakal yağı uygulaması öncesi ve sonrası *Myzus persicae* popülasyonunda sayısal değere ait 2021 yılındaki değişim.

**Figure 1.** The changing numerical values of the *Myzus persicae* population before and after the treatment in 2021.

Farklı dozların *M. persicae* üzerindeki ölüm yüzdeleri istatistiki olarak karşılaştırılması Çizelge 1'de görülmektedir. Sonuçlara göre portakal yağının 2021 ve 2022 yılları içerisinde en etkili dozu 400 ml 100L<sup>-1</sup> olarak bulunurken diğer dozların etkisinin çok daha az olduğu görülmektedir. Ayrıca dozlar kontrole oranla istatistiki olarak farklı gruplarda yer almıştır. Bu sebeple şeftali bahçesinde *M. persicae* mücadelesi yönetimi 400 ml 100L<sup>-1</sup> portakal yağı (Prev-am®) dozu kullanılarak uygulanmıştır.

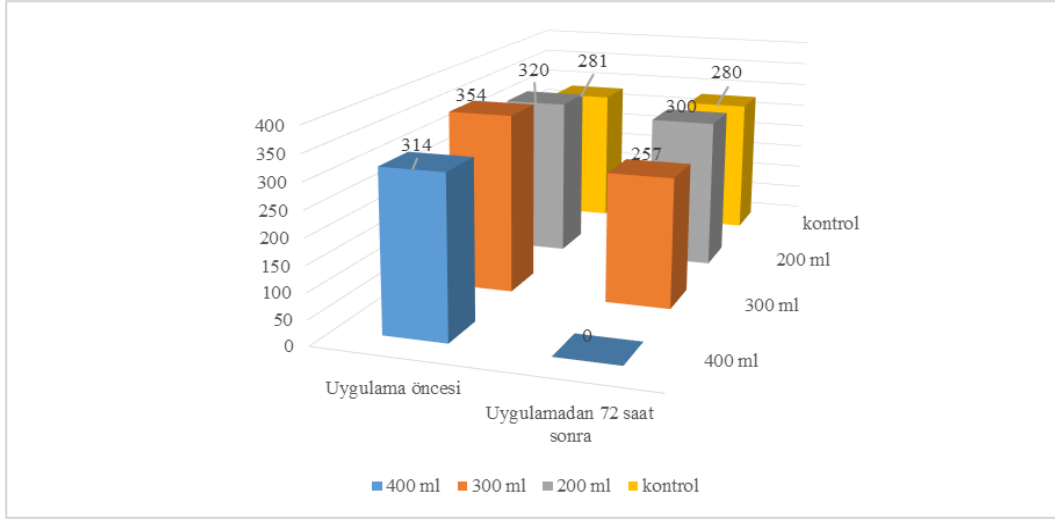
#### Kapama şeftali bahçesi uygulaması gözlemleri

400 ml 100 L<sup>-1</sup> portakal yağı dozunun atomizer ile uygulandığı şeftali ağaçları üzerinde *M. persicae*'nin popülasyonlarının uygulama sonrasında azaldığı görülmüştür. Yalnızca yaprakların popülasyonu tamamen koruyacak şekilde kıvrıldığı ve preparatın zararlıya ulaşmadığı düşünülen noktalarda çok az miktarda canlı bireylere rastlanmıştır. Bununla birlikte yapılan sayım ve gözlemler sonucunda canlı kalan bireylerin miktarının ekonomik za-

rar eşliğinin altında olduğu tespit edilerek herhangi bir sayısal veri analize tabi tutulmamıştır.

#### Tartışma ve Sonuç

Portakal yağı kullanarak *M. persicae* ile mücadele olanaklarının araştırıldığı bu çalışmada her iki yıla ait bulgularda 100 litre suya 400 ml Prev-am® eklenerek hazırlanan dozun diğer dozlarla ve kontrole kıyasla çok daha yüksek etki gösterdiği görülmektedir (Şekil 1, Şekil 2 ve Çizelge 1). Smith vd., (2018), sera ortamında yarı kontrollü koşullarda yaptıkları çalışmada da *M. persicae* üzerinde benzer sonuçlarla karşılaşmıştır. Biri portakal yağı olmak üzere 3 farklı biyoinsektisit kullanıldığı aynı zamanda pozitif kontrolün kullanıldığı çalışmada portakal yağının popülasyonu %85 oranında düşürdüğünü rapor etmişlerdir. Benzer şekilde Al-Antary vd. (2018), farklı solventler ile portakal yağı karışımını *M. persicae* üzerinde etkilerini incelediği laboratuvar çalışmasında portakal yağının öldürücü etkisi olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca turuncgil yağlarının farklı afit türlerinde de çalışıldığı bazı



**Şekil 2.** Portakal yağı uygulaması öncesi ve sonrası *Myzus persicae* popülasyonunda sayısal değere ait 2022 yılındaki değişim.

**Figure 2.** The changing numerical values of the *Myzus persicae* population before and after the treatment in 2022.

çalışmalarda 400 ml 100L<sup>-1</sup> dozunun 24 ila 48 saat süre içerisinde popülasyondaki tüm bireyleri öldürdüğü bildirilmiştir (Alotaibi vd., 2022). Portakal yağının 72 saatte etkisini kaybettiğini gösteren çalışmalar (Riedle-Bauer vd., 2011) olmasına rağmen afidler üzerindeki etkisinin görülmesi çok daha kısa sürede olmaktadır. Çalışma boyunca yapılan ek gözlemlerle Coccinellidae familyasından *Coccinella septempunctata* bireylerinin çalışma alanlarında çok sayıda görülmesi, deneme öncesinde bazı parazitotitler tarafından yaprakbitlerinin parazitlendiği ve deneme sonrasında boş kapsüllerden anlaşıldığı üzere mumyalaşmış yaprak bitleri üzerinde de herhangi bir olumsuz etkinin olmadığı görülmüştür. Ayrıca uygulama sonrası deneme alanlarında *Chrysoperla carnea* yumurtası, larvası ve ergini ile karşılaşılması da avcılarının portakal yağı kokusuna çekilebilecekleri fikrini doğrulamaktadır. Bununla birlikte kullanılan dozların bitki üzerinde herhangi bir fitotoksik etkiye sebep olmadığı görülmüştür.

Doğa karmaşık bir yapıdadır ve uygulamaların başarısını arazi üzerinde ölçmek her zaman kolay olmamaktadır. Şekil 1 ve Şekil 2'de görülen kontrol grubu ve düşük doz uygulamalarında popülasyondaki birey sayısının düşüyor olmasının çevresel etkilere bağlı olabileceği, mevcut predatör ve parazitotitlerin popülasyonu korunması sebebiyle *M. persicae* popülasyonunun azaltılmasına katkı sağlamış olabilecekleri düşünülmektedir. Fakat deneme alanındaki çevresel koşullar tüm doz uygulamaları ve kontrol grubu için aynı olması sebebiyle tüm deneme karakterlerinin çevresel koşullardan eşit şekilde etkilendiği düşünülmektedir. Portakal yağının doğrudan veya dolaylı olarak etki mekanizmasını çözmek amacıyla ek çalışmalara ihtiyaç duyul-

maktadır. Düşük dozların ölüme sebep olmasa bile beslenme durumlarını, üreme durumlarını etkileyerek zararı düşürebilme ihtimalleri göz önünde bulundurularak ek çalışmalar yapılmalıdır. Kapama şeftali bahçelerinde de uygulamaya dair paylaşılan çalışma sonuçları ve gözlemlerin gelecekte yapılacak olan bu çalışmalara ışık tutabileceği, *M. persicae* ile entegre mücadele kapsamında portakal yağından faydalanılması yönündeki çalışmaları destekleyeceği düşünülmektedir.

### Teşekkür

Finansal destek ve deneme alanı ile çalışmayı desteklediği için, Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne teşekkür ederiz.

### Kaynaklar

Akköprü EP, 2021. Vermisüspansiyon uygulamalarının biber (*Capsicum annum* L. Solanaceae) üzerinde beslenen Yeşil şeftali yaprakbiti [(*Myzus* (N.) *persicae* Sulzer)(Hemiptera: Aphididae)]'nin popülasyon gelişimi üzerine etkileri. Plant Protection Bulletin, 61(1): 49-59. Doi: 10.16955/bitkorb.753214.

Ahmed Q, Agarwal M, Al-Obaidi R, Wang P, Ren Y, 2021. Evaluation of aphicidal effect of essential oils and their synergistic effect against *M. persicae* (Sulzer)(Hemiptera: Aphididae). Molecules, 26(10): 3055. Doi: 10.3390/molecules26103055.

Al-Antary TM, Ateyyat MA, Belghasem IH, Alaraj SA, 2018. Aphicidal activity of orange oil to the green peach aphid *M. persicae* sulzer (Homoptera: Aphididae). Fresenius Environmental Bulletin, 27(20): 1038-1042.

- Alotaibi SS, Darwish H, Alzahrani AK, Alharthi S, Alghamdi AS, Al-Barty AM, Noureldeen A, 2022. Environment-Friendly Control Potential of Two Citrus Essential Oils against *Aphis punicae* and *Aphis illinoisensis* (Hemiptera: Aphididae). *Agronomy*, 12(9): 2040. <https://doi.org/10.3390/agronomy12092040>.
- Ay R, Yaşar B, Demirözer O, Aslan B, Yorulmaz S, Kaya M, Karaca İ, 2007. Isparta İli elma bahçelerinde yaygın kullanılan bazı ilaçların kalıntı düzeylerinin belirlenmesi. *Turkish Journal of Entomology*, 31(4): 297-306.
- Beatty JH, 1986. Limonene-A natural insecticide. *Journal of Chemical Education*, 63(9): 768.
- Chandler D, Bailey AS, Tatchell GM, Davidson G, Greaves J, Grant WP, 2011. The development, regulation and use of biopesticides for integrated pest management. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 366(1573), 1987-1998. doi: 10.1098/rstb.2010.0390.
- Erdoğan P, Yıldırım A, 2016. Insecticidal activity of three different plant extracts on the green peach aphid [(*M. persicae* Sulzer)(Hemiptera: Aphididae)]. *Journal of the entomological research society*, 18(1): 27-35.
- Ergün G, Aktaş S, 2009. ANOVA modellerinde kareler toplamı yöntemlerinin karşılaştırılması. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 15 (3): 481-484.
- Fenibo EO, Ijoma GN, Matambo T, 2021. Biopesticides in sustainable agriculture: A critical sustainable development driver governed by green chemistry principles. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 141. doi:<https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.619058>.
- Gavahian M, Chu YH, Mousavi Khaneghah A, 2019. Recent advances in orange oil extraction: An opportunity for the valorisation of orange peel waste a review. *International Journal of Food Science & Technology*, 54(4): 925-932. doi: <https://doi.org/10.1111/ijfs.13987>
- Henderson CF, Tilton EW, 1955. Tests with acaricides against the brown wheat mite. *J Econ Entomol*, 48: 157-161. <https://doi.org/10.1093/jee/48.2.157>.
- Isman MB, 2020. Botanical insecticides in the twenty-first century—fulfilling their promise?. *Annual Review of Entomology*, 65: 233-249. doi: 10.1146/annurev-ento-011019-025010.
- John I, Muthukumar K, Arunagiri A, 2017. A review on the potential of citrus waste for D-Limonene, pectin, and bioethanol production. *International Journal of Green Energy*, 14(7): 599-612. doi: <https://doi.org/10.1080/15435075.2017.1307753>
- Karr L, Coats JR, 1988. Insecticidal properties of D-limonene. *J. Pestic. Sci.* 13: 287-290.
- Karsavuran Y, Özge Anaç. *M. persicae* Sulzer (Hemiptera: Aphididae)'nin Biyolojisine Ana Yaşının Etkileri Üzerinde Araştırmalar. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 51(2): 153-163. doi: <https://doi.org/10.20289/euzfd.99903>
- Lodos N, 1986. Türkiye Entomolojisi (Genel, Uygulamalı ve Faunistik), Cilt II (Gözden geçirilmiş II. Basım). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No. 429, 580s.
- Metcalfe, JL, 1989. Biological water quality assessment of running waters based on macroinvertebrate communities: history and present status in Europe. *Environmental pollution*, 60(1-2): 101-139. Doi:10.1016/0269-7491(89)90223-6
- Özdemir SN, Salman SY, 2021. Relationship Between Resistance Against Neonicotinoids and Esterase Enzyme for *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) Populations in South of Turkey. *Journal of Agricultural Sciences*, 27(1): 26-31. Doi: <https://doi.org/10.15832/ankutbd.593222>
- Pavela R, Benelli G, 2016. Essential oils as ecofriendly biopesticides? Challenges and constraints. *Trends in plant science*, 21(12): 1000-1007.
- Riedle-Bauer M, Bauer H, Mörtel J, 2011. Effects of possible repellents on feeding and survival of *Caposylla pruni* (Scopoli). *Bulletin of Insectology*, 64: 263-264.
- Sciortino M, Scurria A, Lino C, Pagliaro M, D'Agostino F, Tortorici S, Ciriminna R, 2021. Silica-Microencapsulated Orange Oil for Sustainable Pest Control. *Advanced Sustainable Systems*, 5(4): 2000280. doi: <https://doi.org/10.1002/adsu.202000280>.
- Smith GH, Roberts JM, Pope TW, 2018. Terpene based biopesticides as potential alternatives to synthetic insecticides for control of aphid pests on protected ornamentals. *Crop Protection*, 110: 125-130. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2018.04.011>.
- SPSS® for Windows: Rel. 15.0.0. Chicago: SPSS Inc, 2006.
- Sun J, 2007 D-limonene: Safety and clinical applications. *Altern Med Rev* 12: 259-264.
- Ülger TG, Ayhan NY, 2020. Bitki Sekonder Metabolitlerinin Sağlık Üzerine Fonksiyonel Etkileri. *Acıbadem Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, (3): 384-390. <https://doi.org/10.31067/0.2020.288>.
- Ünal MÜ, Ucan F, Şener A, Dincer S, 2012. Research on antifungal and inhibitory effects of DL-limonene

on some yeasts. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 36(5): 576-582. doi:10.3906/tar-1104-41.

