

Thymbra spicata subsp. *spicata* L. UÇUCU YAĞININ *Aphis gossypii* GLOVER (HEMIPTERA: APHIDIDAE) ÜZERİNDE İNSEKTİSİDAL ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

Alime Bayındır Erol^{1*}, Batıkan Günel², Gürkan Semiz², Ali Kemal Birgücü³

Geliş Tarihi: 30.03.2023 / Kabul Tarihi: 18.05.2023

Öz: Bu çalışmada *Thymbra spicata* subsp. *spicata* L. (Lamiaceae) uçucu yağının %1, 0.5, 0.25, 0.125 ve 0.0625 ml'lik konsantrasyonları *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae)'nin ikinci dönem nimflerine uygulanmıştır. Denemeler 10 tekerrürlü ve her tekerrürde 10 birey olacak şekilde yürütülmüştür. Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan uçucu yağlar püskürtme yöntemiyle nimfler üzerine uygulanmıştır. Uygulamalardan sonra 1., 3., 5., 7. ve 9. günlerde canlı bireyler sayılarak kaydedilmiştir. *T. spicata* subsp. *spicata*'dan elde edilen uçucu yağın *A. gossypii* nimflerine uygulaması sonucunda %1 ml'lik konsantrasyonda en yüksek %81 ölüm oranı kaydedilmiştir. Çalışma sonucunda uçucu yağın düşük konsantrasyonlarda uygulanması sonucunda da etkili olduğu, konsantrasyon artışına bağlı olarak etkinliğinin yükseldiği görülmüştür. Yaprakbiti üzerine uygulanan *T. spicata* subsp. *spicata* uçucu yağının etkili sonuçlar vermesi, bitkisel içerikli olması ve çevreye olumsuz etkilerinin olmaması yönleriyle tercih edilebilme potansiyelinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Aphis gossypii*, *Thymbra spicata* subsp. *spicata*, mortalite, uçucu yağ, GC-MS

Determination of the Insecticidal Effect of *Thymbra spicata* subsp. *spicata* L. Essential Oil on *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae)

Abstract: In this study, 1%, 0.5, 0.25, 0.125 and 0.0625 ml concentrations of *Thymbra spicata* subsp. *spicata* L. essential oil were applied to second instar nymphs of *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae). Experiments were carried out with 10 replications and 10 individuals in each replication. Essential oils prepared in different concentrations were applied on the nymphs by spraying method. Alive individuals were counted and recorded on the 1st, 3rd, 5th, 7th and 9th days after the treatments. The highest mortality rate of 81% was recorded at 1% ml concentration as a result of the application of essential oil obtained from *T. spicata* subsp. *spicata* to *A. gossypii* nymphs. As a result of the study, it was observed that the essential oil was also effective when applied at low concentrations, and its effectiveness increased depending on the concentration increase. It has been concluded that *T. spicata* subsp. *spicata* essential oil applied on aphids has the potential to be preferred in terms of giving effective results, having herbal content and not having negative effects on the environment.

Keywords: *Aphis gossypii*, *Thymbra spicata* subsp. *spicata*, mortality, essential oil, GC-MS

Giriş

Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) bitkisi, ılıman ve tropik bölgelerde yetiştirilen en önemli lif bitkilerinden biridir. Dünya nüfusunun artışı ile birlikte pamuğa olan ihtiyaç gün geçtikçe artış göstermiştir. Pamuk liflerinden tekstil endüstrisi, tohumlarından yağ ve yem endüstrisi, linterinden kâğıt endüstrisi olmak üzere birçok endüstri alanında yararlanılmaktadır (Özyiğit vd., 2007; Tokel, 2021). Bununla birlikte pamuk, ithalat ve ihracatta önemli bir yere sahiptir. Dünya'da pamuk üretiminde önde gelen ülkeler, ABD, Çin, Hindistan, Brezilya, Pakistan, Özbekistan ve Türkiye'dir. Bu yedi ülke pamuk üretiminin %83'ünü karşılamaktadır (FAO, 2023). Türkiye'deki pamuk üretiminin %85'i Şanlıurfa, Aydın, Diyarbakır, Hatay, Adana ve İzmir'den sağlanmaktadır (Anonim, 2021). Ekonomik açıdan bu kadar öneme sahip olan pamuğun birçok hastalık ve zararlısı bulunmaktadır. Pamukta en çok görülen zararlıların, *Agrotis* spp. (toprak kurtları), *Aphis gossypii* (pamuk yaprakbiti), *Bemisia tabaci* (beyaz sinek), *Earias insulana* (dikenli kurt), *Empoasca* spp. (yaprak piresi), *Heliothis armigera* (yeşil kurt), *Laphigma exiqua* (çizgili yaprak kurdu) *Lygus* spp. (pamuk piresi), *Pectinophora gossypiella* (pembe kurt), *Prodenia litura* (pamuk yaprak kurdu) ve *Tetranychus* spp. (kırmızı örümcek) olduğu bildirilmektedir (Anonim, 2011). Son yıllarda pamuk ekim alanlarında bilinçsiz ve

¹Alime Bayındır Erol, Pamukkale Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Organik Tarım İşletmeciliği Bölümü, Çivril-Denizli, Türkiye

²Batıkan Günel ve Gürkan Semiz, Pamukkale Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Denizli, Türkiye

³Ali Kemal Birgücü, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Isparta, Türkiye

✉ abayindir@pau.edu.tr

Atf: Bayındır Erol, A., Günel, B., Semiz, G., Birgücü, A.K. (2023). *Thymbra spicata* subsp. *spicata* L. uçucu yağının *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) üzerinde insektisidal etkisinin belirlenmesi. *Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi ya da UAZİMDER*. 2023, 5(2): 21-26.

Cide as: Bayındır Erol, A., Günel, B., Semiz, G., Birgücü, A.K. (2023). Determination of the insecticidal effect of *Thymbra spicata* subsp. *spicata* L essential oil on *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) *International Journal of Anatolia Agricultural Engineering Sciences*. 2023, 5(2): 21-26.

gereksizce uygulanan pestisitler kalıntı sorunu oluşturarak, insan ve çevre sağlığını tehdit eder konuma gelmiştir. Bu kapsamda alternatif mücadele açısından değerlendirilmesi gereken kaynaklardan biri de uçucu yağlar olmuştur. Doğada 17.500 aromatik bitki türünün 3.000'nin uçucu yağ içerdiği bilinmektedir (Franzios vd., 1997; Kennedy vd., 2000). Uçucu yağ içeren başlıca familyalar ise Asteraceae, Cupressaceae, Lamiaceae, Lauraceae, Rutaceae, Myrtaceae, Piperaceae ve Poaceae olarak bildirilmektedir (Campolo vd., 2018). Lamiaceae familyasının üyeleri zengin uçucu yağ içerikleri ve aromatik özellikleri ile karakterize edilmektedirler. *Mentha*, *Thymus*, *Origanum* ve *Salvia* cinsleri hem geleneksel hem de modern tıp da önemli yer edinmiştir (Naghibi vd., 2005). *Thymbra* cinsi halk tarafından kekik ya da zahter olarak bilinmektedir. Bu cinsin yapraklarının ve uçucu yağlarının parfüm, gıda ve ilaç sanayinde önemli kullanım alanları mevcuttur (Eruygur vd., 2021). Yapılan çalışmalara bakıldığında pestisit olarak kullanılma potansiyeli olan yaklaşık 200 bitki türünün sadece %1'nin değerlendirildiği kaydedilmiştir (Isman, 2000). Bu sebeple yapılan çalışmada da zararlılarla mücadelede alternatif yöntemler içerisinde yer alan uçucu yağlardan birinin (*Thymbra spicata* subsp. *spicata* L. (Lamiaceae)) *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) üzerindeki etkisi belirlenmeye çalışılmıştır.

Materyal ve Metot

Konukçu bitki ve yaprakbiti üretimi

Konukçu bitki olarak belirlenen pamuk bitkisinin tohumları, eşit oranda toprak ve torf karışımı bulunan saksıların içerisine ekimleri yapılmıştır. Ekim işleminden sonra günlük bakımları yapılmıştır. Tohumların çıkışları sağlanarak, sağlıklı-temiz pamuk bitkileri (10-15 cm boya ulaşan) yetiştirilmiştir. Yetiştirilen bu pamuk bitkilerine, sezonda pamuk tarlalarından toplanarak laboratuvara getirilen *A. gossypii* bireyleri (teşhisler Prof. Dr. Ali Kemal Birgücü tarafından yapılmıştır) bulaştırılarak üremeleri için beklenmiştir. Böylece denemelerde kullanılacak olan yaprakbiti stok kültürü oluşturulmuştur. Sağlıklı-temiz pamuk bitkileri ile yaprakbitlerinin üretimi 25+1°C sıcaklık, %60±5 orantılı nem ve 16:8 (aydınlık: karanlık) fotoperiyot koşullarının sağlandığı iklimlendirme dolaplarında yürütülmüştür.

Uçucu yağın elde edilmesi

Thymbra spicata subsp. *spicata* örnekleri Antalya ili Tahtalı Dağı'ndan (400 m) haziran ayında çiçeklenme döneminde toplanmış ve oda sıcaklığında kurutulmuştur. Kurutma işleminden sonra hidrodistilasyon ile Clevenger kullanılarak uçucu yağ elde edilmiştir (Semiz vd., 2016; Semiz vd., 2018). Hidrodistilasyon işleminde bitkinin toprak üstü kısımları kullanılmış (100 g) ve 3 saat süreyle kaynatılmıştır. Uçucu yağın kimyasal bileşimi Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi (GC-MS) (Hewlett Packard, Wilmington, DE, ABD) ile belirlenmiştir. Elde edilen uçucu yağın kimyasal içeriği Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. *Thymbra spicata* subsp. *spicata* uçucu yağının kimyasal içeriği ve miktarı

| Bileşik* | RI** | Miktar (%)*** |
|---------------------------------------|------|---------------|
| α -thujene | 930 | 2.96 |
| α -pinene | 937 | 1.50 |
| camphene | 952 | 0.74 |
| sabinene | 971 | 0.27 |
| β -pinene | 979 | 0.53 |
| β -myrcene | 991 | 3.18 |
| α -phellandrene | 1004 | 0.83 |
| α -terpinene | 1017 | 4.71 |
| <i>p</i> -cymene | 1021 | 7.49 |
| 3-carene | 1024 | 0.83 |
| γ -terpinene | 1060 | 16.43 |
| borneol | 1166 | 4.13 |
| carvacrol | 1299 | 48.44 |
| <i>trans</i> - β -caryophyllene | 1409 | 4.73 |

* Bileşikler, HP-5MS kolonundan elüsyon sırasına göre listelenmiştir.

** RI: C8 ile C24 n-alkanlara göre HP-5MS sütununda tutma endeksleri (Babushok vd., 2011).

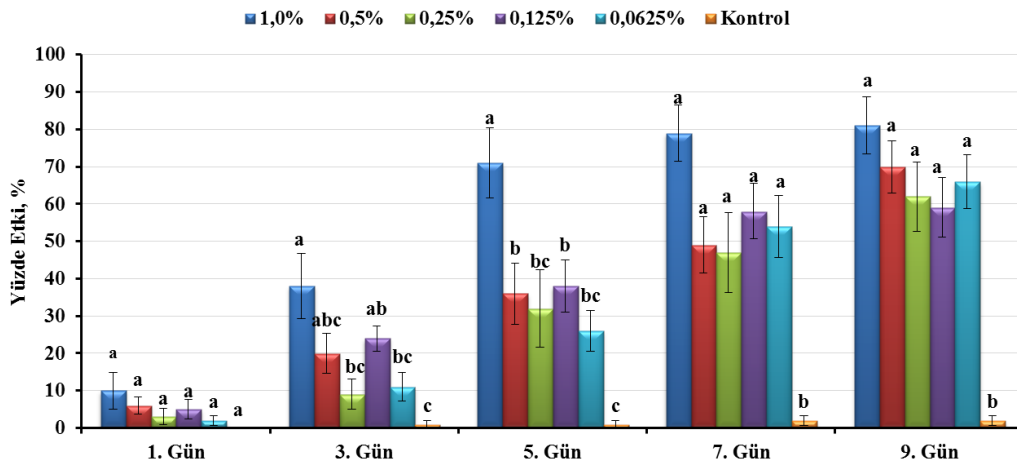
***Yüzde bileşimleri GC pikleri ile hesaplanmıştır.

Denemelerin kurulması ve değerlendirilmesi

Denemelerde 5 cm çapındaki petri kapları yanlarından yükseltilmiş bir şekilde kullanılmıştır. Her bir petri kabının tabanına nemlendirilmiş sünger üzerine kurutma kâğıdı serilerek, üzerine bir adet pamuk yaprağı yerleştirilmiştir. Her bir yaprak üzerinde yaprakbitlerinin kaçışını engellemek için özel alanlar oluşturularak, ikinci dönem yaprakbitleri bu alanlar içerisinde aktarılmıştır. Sonrasında farklı konsantrasyonlarda hazırlanan uçucu yağ solüsyonları el püskürtme aleti ile yaprakbitlerinin üzerine üç kez püskürtülmüştür (2 ± 0.5 mg/1 cm²). Kontrol grubunda ise saf su kullanılmıştır. Uygulamalar 10 tekerrürlü ve her tekerrürde 10 birey olacak şekilde yürütülmüştür. Denemeler $25 \pm 1^\circ\text{C}$ sıcaklık, $\%60 \pm 5$ orantılı nem ve 16:8 (aydınlık: karanlık) fotoperiyot koşullarının sağlandığı iklimlendirme dolaplarında gerçekleştirilmiştir. Uygulamaların 1., 3., 5., 7. ve 9. günlerinde canlı ve ölü bireyler sayılarak kaydedilmiş ve yüzde ölüm oranları hesaplanmıştır. Elde edilen verilere aç transformasyonun ardından, tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) uygulanmış ve istatistiksel farkların belirlenmesi amacıyla Tukey's HSD çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuştur (Tukey, 1949). İstatistiksel analizler SPSS® 20.0 paket programı ile yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada *T. spicata* subsp. *spicata* uçucu yağının %1, 0.5, 0.25, 0.125 ve 0.0625 ml'lik konsantrasyonlarının *A. gossypii*'nin ikinci dönem nimflerine uygulanması sonucunda oluşan etki sonuçları kaydedilmiştir. Üçüncü ve 5. gün sayım sonuçlarında %1 ml'lik konsantrasyondaki ölüm oranı diğer konsantrasyonlardan farklı bir istatistiki grupta yer almıştır. Birinci, 7. ve 9. gün sayım sonuçlarında ise tüm konsantrasyonlarda meydana gelen ölüm oranları aynı istatistiki grup içerisinde değerlendirilmiştir. Birinci gün sayımlarında meydana gelen ölüm oranları arasında istatistiki farklılık kaydedilmemiş ve en yüksek ölüm oranı %10 (%1 ml'lik konsantrasyonda) olarak belirlenmiştir. Üçüncü gün sayımlarında ölüm oranları arasında istatistiki farklılık kaydedilmiş ve en yüksek ölüm oranı %38 (%1 ml'lik konsantrasyonda) olarak belirlenmiştir. İstatistiki olarak aynı grupta yer alan 0.25 ml ve 0.0625 ml'lik konsantrasyonlarda sırasıyla %9 ve %11'lik ölüm oranları tespit edilmiştir. Beşinci gün sayımlarında ölüm oranları arasında istatistiki olarak farklılık kaydedilmiş ve en yüksek ölüm oranı %71 (%1 ml'lik konsantrasyonda) olarak tespit edilmiştir. İstatistiki olarak aynı grupta yer alan 0.5 ml ve 0.125 ml'lik konsantrasyonlarda sırasıyla %36 ve %38'lik ölüm oranları kaydedilmiştir. Beşinci gün sayımlarında istatistiki olarak aynı grupta yer alan 0.25 ml ve 0.0625ml'lik konsantrasyonlarda sırasıyla %32 ve %26'lık ölüm oranları tespit edilmiştir. Uygulamaların 7. ve 9. gün sayımlarında meydana gelen ölüm oranları arasında istatistiki olarak farklılık kaydedilmemiştir. Bu sayım günlerinde en yüksek ölüm oranları sırasıyla % 79 ve % 81 (%1'lik konsantrasyonda) olarak tespit edilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. *Thymbra spicata* subsp. *spicata* uçucu yağının farklı konsantrasyonlarına maruz kalan *Aphis gossypii* bireylerinin yüzde ölüm oranları (Her bir gün için ayrı ayrı olmak üzere farklı harfler ile gösterilen sütunlara ait ortalamalar (\pm standart hata) arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (Tukey's HSD testi $P \leq 0.05$)).

Lamiaceae familyasından kekik bitkisine ait Türkiye'de *Thymus*, *Origanum*, *Satureja*, *Tymbra* ve *Coridothymus* cinsleri bulunmaktadır (Davis, 1982; Başer ve Kırimer, 2018). Bu türlerin uçucu yağlarının ortak özellikleri, ana bileşenlerinde thymol ve/veya carvacrol yer almasıdır (Bahtiyarca Bağdat, 2006; Sarıkaya, 2019). Carvacrol, γ -terpinene, *p*-cymene bileşenleri *Thymbra*'nın uçucu yağlarının %70'ini

oluşturmaktadır. Bununla birlikte *T. spicata*'nın uçucu yağında α -pinene, myrcene, α -terpinene, β -terpinene, γ -terpinene, 1,8-cineole, *p*-cymene, β -caryophyllene, α -terpineol ve thymol de yer almaktadır (Hancı vd., 2003; Baydar vd., 2004). Yapılan çalışmalarda *T. spicata* subsp. *spicata*'nın antifungal, antimikrobiyal, antibakteriyel, antioksidan ve sitotoksik etkinliğe sahip olduğu kaydedilmiştir (Erugur vd., 2017; Ertürk vd., 2017; Yılar ve Bayan, 2018; Çinar vd., 2018). *Tetranychus cinnabarinus* (Acarina: Tetranychidae) ergin bireyleri üzerine 5.0 ve 7.5 $\mu\text{g ml}^{-1}$ konsantrasyonlarda uygulanan *T. spicata* subsp. *spicata* uçucu yağı etkili bulunmuştur (Sertkaya, vd., 2010). Depo zararlıları üzerine uygulanan thymol ve carvacrol içeren uçucu yağların repellent yani uzaklaştırıcı etki gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır (Wang vd., 2015; Koutsaviti vd., 2018; Liang vd., 2018; Zhang vd., 2019). Önemli bir orman zararlısı olan *Thaumetopoea pityocampa* (Lepidoptera: Notodontidae) üzerine *T. spicata* uçucu yağının uygulanması sonucunda %80 ölüm oranı tespit edilmiştir (Yiğit vd., 2019).

Yaprakbitlerine farklı uçucu yağların uygulanması sonucunda elde edilen sonuçlara bakıldığında; *Salvia officinalis*, *S. rosmarinus*, *Mentha piperita* ve *M. longifolia* uçucu yağlarının *Aphis punicae* (Hemiptera: Aphididae) üzerine uygulanması sonucunda LC₅₀ değerleri 1.57-2.97 $\mu\text{g ml}^{-1}$ olarak kaydedilmiştir (Sayed vd., 2022). *Eucalyptus globulus* uçucu yağının %15 konsantrasyonda *Aphis fabae* (Hemiptera: Aphididae) bireylerine uygulanmasından iki saat sonra en yüksek ölüm oranı %87.5 olarak belirlenmiştir (Harizia vd., 2020). *Thymus vulgaris* ve *Rosmarinus officinalis* uçucu yağlarının *Macrosiphum rosae* (Hemiptera: Aphididae) popülasyonuna uygulanması sonucunda %90.21±1.12 ve %86.12±1.02 ölüm oranları kaydedilmiştir (Najafabadi vd., 2018). Yapılan bir başka çalışmada ise *Mentha piperata* ve *Mentha pulegium* uçucu yağlarının *A. gossypii* bireylerine uygulanması sonucunda LC₅₀ değerleri 15.25 ve 23.13 olarak kaydedilmiştir (Ebadollahi vd., 2017). *Cymbopogon citratus* uçucu yağının *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) bireylerine farklı konsantrasyonlarda uygulanması sonucunda LC₅₀ değeri %0.28 tespit edilmiştir (Costa vd., 2013). Yapılan bir başka çalışmada ise *Laurus nobilis*, *Foeniculum vulgare*, *Juniperus oxycedrus* ve *J. excelsa* uçucu yağlarının *Brevicoryne brassicae* (Hemiptera: Aphididae) bireyleri üzerinde etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Işık ve Görür, 2009).

Sonuç

Sonuç olarak, yapılan bu çalışmada *T. spicata* subsp. *spicata*'dan elde edilen uçucu yağın *A. gossypii* nimflerine uygulanması sonucunda %1 ml'lik konsantrasyonda en yüksek %81 oranında ölüm oranı kaydedilmiştir. Uçucu yağın düşük konsantrasyonlarda uygulanması sonucunda da etkili olduğu, konsantrasyon artışına bağlı olarak etkinliğinin yükseldiği görülmüştür. *T. spicata* subsp. *spicata* uçucu yağının *A. gossypii*'nin mücadelesinde biyoinsektisit olarak kullanılabilme potansiyeli olduğu kanaatine varılmıştır. Elde edilen bu sonuçlar, bu uçucu yağ ile ilgili yapılacak daha sonraki çalışmalar için ışık tutacaktır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederiz.

Yazarlar Katkısı

Yazarlar makalenin hazırlanmasında eşit oranda katkı sağlamıştır.

Kaynaklar

- Anonim. (2011). Pamuk Entegre Mücadele Teknik Talimatı Kitabı. T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı, Ankara, 121s. <https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/Entegre/pamuk%20entegre.pdf>.
- Anonim. (2021). Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü (TEPGE), Pamuk, Haziran Sayısı, 1-4.
- Bahtiyarca Bağdat, R. (2006). Tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanım alanları, tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis* L.) ve ülkemizde kekik adıyla bilinen türlerin yetiştirme teknikleri. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 15 (1-2), 19-28.
- Başer, K., Kırmır, N. (2018). Essential oils of anatolian Lamiaceae-an update. Natural Volatiles and Essential Oils, 5(4), 1-28.
- Baydar, H., Sağdıç, O., Özkan, G., Karadoğan, T. (2004). Antibacterial activity and composition of essential oils from *Origanum Thymbra* and *Satureja* species with commercial importance in Turkey. Food Control, 15(3), 169-172. [https://doi.org/10.1016/S0956-7135\(03\)00028-8](https://doi.org/10.1016/S0956-7135(03)00028-8)
- Babushok, V. I., Linstrom, P. J., Zenkevich, I. G. (2011). Retention indices for frequently reported compounds of plant essential oils. Journal of Physical and Chemical Reference Data, 40(4), 1-47. <https://doi.org/10.1063/1.3653552>

- Campolo, O., Giunti, G., Russo, A., Palmeri, V., Zappala, L. (2018). Essential oils in stored product insect pest control. *Journal of Food Quality*, 18, 1-18. <https://doi.org/10.1155/2018/6906105>
- Costa, A. V., Pinheiro, P. F., Rondelli, V. M., de Queiroz, V. T., Tuler, A. C., Brito, K. B., Stinguel, P., Pratisoli, D. (2013). *Cymbinopogon citratus* (Poaceae) essential oil on *Frankliniella schultzei* (Thysanoptera: Thripidae) and *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). *Biosci. J., Uberlândia*, 29 (6), 1840-1847.
- Çınar, G., Yaman, N., Aydın, M. (2018). Antibacterial effects of *Thymbra spicata* L. extracts on *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar *Typhimurium* and *Campylobacter jejuni*. *Commagene Journal of Biology*, 2(1), 21–24.
- Davis, P. H. (Ed.). (1982). *Flora of Turkey and The East Aegean Islands*, Vol. 7, Univ. Press, Edinburgh, 36-42, 297-313.
- Ebadollahi, A., Davari, M., Razmjou, J., Naseri, B. (2017). Separate and combined effects of *Mentha piperata* and *Mentha pulegium* essential oils and a pathogenic fungus *Lecanicillium muscarium* against *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae). *Journal of Economic Entomology*, 110 (3), 1025–1030. <https://doi.org/10.1093/jee/tox065>
- Ertürk, Ö., Tanrikulu, G. G., Yavuz, C., Can, Z., Çakır, H. E. (2017). Chemical compositions, antioxidant and antimicrobial activities of the essential oil and extracts of Lamiaceae family (*Ocimum basilicum* and *Thymbra spicata*) from Turkey. *International Journal of Secondary Metabolite*, 4(3), 340–348.
- Eruygur, N., Çetin, S., Ataş M., Çevik, Ö. (2017). A study on the antioxidant, antimicrobial and cytotoxic activity of *Thymbra spicata* L. var. *spicata* ethanol extract. *Cumhuriyet Medical Journal*, 39(3), 531–538. <https://doi.org/10.7197/223.v39i31705.347450>
- Eruygur, N., Koçyiğit, Ü.M., Ataş, M., Çevik, Ö., Gökalp, F., Taslimi, P., Gülçin, İ. (2021). Composition characterization and biological activity study of *Thymbra spicata* l. var *spicata* essential oil. *Cumhuriyet Science Journal*, 42(3), 565-575. <https://doi.org/10.17776/csj.911818>
- FAO. (2023). Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. [Erişim tarihi: 27.03.2023].
- Franzios, G., Mirotsou, M., Hatziaepostolou, E., Kral, J., Scouras, Z. G., Mavragani T. P. (1997). Insecticidal and genotoxic activities of mint essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(7), 2690-2694. <https://doi.org/10.1021/jf960685f>
- Hancı, S., Sahin, S., Yılmaz, L. (2003). Isolation of volatile oil from thyme (*Thymbra spicata*) by steam distillation. *Food/Nahrung*, 47(4), 252-255. <https://doi.org/10.1002/food.200390059>
- Harizia, A., Benguerai, A., Boukhari, Y. (2020). Toxicity and repellency of *Eucalyptus globulus* L. essential oil against *Aphis fabae* Scopoli, 1763 (Homoptera: Aphididae). *Journal of Entomological Research*, 44(1), 147-152. <https://doi.org/10.5958/0974-4576.2020.00027.4>
- Isman, M. B. (2000). Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection*, 19(8-10), 603-608. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(00\)00079-X](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(00)00079-X)
- Işık, M., Görür, G. (2009). Aphidicidal activity of seven essential oils against the cabbage aphids, *Brevicoryne brassicae* L. (Hemiptera: Aphididae). *Munis Entomology & Zoology Journal*, 4(2), 424-429.
- Kennedy, J. F., Thorley, M. (2000). Pharmacognosy, Phytochemistry, Medicinal Plants. pp. 428-429. In: Brueton, J. (Ed.), *Lavoisier Publishing*, Paris.
- Koutsaviti, A., Antonopoulou, V., Vlasi, A., Antonatos, S., Michaelakis, A., Papachristos, D. P., Tzakou, O. (2018). Chemical composition and fumigant activity of essential oils from six plant families against *Sitophilus oryzae* (Col: Curculionidae). *Journal of Pest Science*, 91(2), 873-886. <https://doi.org/10.1007/s10340-017-0934-0>
- Liang, J. Y., Guo, S. S., Zhang, W. J., Geng, Z. F., Deng, Z. W., Du, S. S., Zhang, J. (2018). Fumigant and repellent activities of essential oil extracted from *Artemisia dubia* and its main compounds against two stored product pests. *Natural Product Research*, 32(10), 1234-1238. <https://doi.org/10.1080/14786419.2017.1331227>
- Naghbi, F., Mosaddegh, M., Motamed, S. M., Ghorbani, A. (2005). Labiatae family in folk medicine in Iran: From ethnobotany to pharmacology. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 4(2), 63-79. <https://doi.org/10.22037/ijpr.2010.619>
- Najafabadi, S. S. M., Bagheri, A., Siahooei, M. A., Zamani, H., Goodarzi, A. (2018). Effects of Thyme and rosemary essential oils on population growth parameters of *Macrosiphum rosae* (Hemiptera: Aphididae) on cut flower rose. *Journal of Crop Protection*, 7(1), 51-63
- Özyiğit, I. I., Kahraman, M. V., Ercan, O. (2007). Relation between explant age, total phenols and regeneration response in tissue cultured cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *African Journal Biotechnology*, 6(1), 3–8.
- Sarıkaya, A. G. (2019). Leaf and flower volatile oil components of two thyme taxa *Origanum onites* L. and *Thymbra spicata* var. *spicata* L. in Turkey. *European Journal of Science and Technology Society for Enology and Viticulture*, 17, 346–350. <https://doi.org/10.31590/ejosat.618187>
- Sayed, S., Soliman, M. M., Al-Otaibi, S., Hassan, M.M., Elarnaouty, S. A., Abozeid, S. M., El-Shehawi, A. M. (2022). Article toxicity, deterrent and repellent activities of four essential oils on *aphis punicae* (Hemiptera: Aphididae). *Plants*, 11, 460-463. <https://doi.org/10.3390/plants11030463>
- Sertkaya, E., Kamuran, K., Soylu, S. (2010). Acaricidal activities of the essential oils from several medicinal plants against the carmine spider mite (*Tetranychus cinnabarinus* Boisd.) (Acarina: Tetranychidae). *Industrial Crops and Products*, 31(1), 107-112. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2009.09.009>
- Semiz, G., Çelik, G., Gönen, E., Semiz, A. (2016). Essential oil composition, antioxidant activity and phenolic content of endemic *Teucrium alyssifolium* Staph. (Lamiaceae). *Natural Product Research*, 30(19), 2225–2229. <https://doi.org/10.1080/14786419.2016.1149703>
- Semiz, G., Semiz, A., Mercan-Doğan, N. (2018). Essential oil composition, total phenolic content, antioxidant and antibiofilm activities of four *Origanum* species from southeastern Turkey. *International Journal of Food Properties*, 21, 209–219. <https://doi.org/10.1080/10942912.2018.1440240>
- Tokel, D. (2021). Dünya pamuk tarımı ve ekonomiye katkısı. *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 10(2), 1694-7215. <https://doi.org/10.33206/mjss.858702>
- Tukey, J.W. (1949). Comparing individual means in the analyses of variance. *Biometrics*, 5, 99-114. <https://doi.org/10.2307/3001913>
- Wang, C.F., Yang, K., You, C.X., Zhang, W.J., Guo, S.S., Geng, Z.F., Du, S.S., Wang, Y.Y. (2015). Chemical composition and insecticidal activity of essential oils from *Zanthoxylum dissitum* leaves and roots against three species of storage pests. *Molecules*, 20(5), 7990-7999. <https://doi.org/10.3390/molecules20057990>
- Yılar, M., Bayan, Y. (2018). Antifungal activity of *Thymbra spicata* L. and *Rosmarinus officinalis* L. essential oils against *Monilinia fructigena* Honey in Whetze. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 5(2), 121. <https://doi.org/10.30910/turkjans.421344>

- Yiğit, Ş., Akça, İ., Bayhan, E., Bayhan, S., Tekin, F., Saruhan, İ. (2019). Determining the toxicity of some thyme essential oils against the pine processionary [*Thaumetopoea pityocampa* (Lepidoptera: Notodontidae)]. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 50(3), 226-230. <https://doi.org/10.17097/ataunizfd.518352>
- Zhang, Z., Pang, X., Guo, S., Cao, J., Wang, Y., Chen, Z., Feng, Y., Lei, N., Du, S. (2019). Insecticidal activity of *Artemisia frigida* Willd. essential oil and its constituents against three stored product insects. Records of Natural Products, 13(2), 176-181. <http://doi.org/10.25135/rmp.91.18.06.114>