



Asphodelus aestivus Brot. ve *Nigella sativa* L. Esansiyel Yağının Bazı Fungus Türlerine Karşı Antifungal Etkisi

Antifungal Effect of Essential Oil of Asphodelus aestivus Brot. and Nigella sativa L. Against Some Fungus Species

Alper Zöngür

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Gemerek Meslek Yüksekokulu, Kimya ve Kimyasal İşleme Bölümü, Laboratuvar Teknolojileri Pr., Sivas, Türkiye

Öz

Günümüzde çoğu bitki farmasötik çalışmalarının konusunu oluşturmaktadır. Bu çalışma, tamamlayıcı tıpta sıklıkla kullanılan *Asphodelus aestivus* Brot. ve *Nigella sativa* L. bitki uçucu yağ içeriğinin belirlenmesi ve antifungal etkinliğinin değerlendirilmesi amacı ile yapılmıştır. Bitki uçucu yağlarının eldesi, hidrodistilasyon yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen uçucu yağ bileşenleri ise Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi (GC/MS) ile belirlenmiştir. *A. aestivus* Brot. bitkisinde toplam 22 farklı bileşen bulunmuş olup uçucu yağında pentakozan %15.19, trikozan %14.36, oktadekatrienoik asit %19.62 ve hegzadekanoik asit %16.94 olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde, *N. sativa* L. bitkisinde toplam 26 farklı bileşen bulunmuş olup uçucu yağında p-simen %23.64 ve timokinon %32.56 olarak belirlenmiştir. Ayrıca, farklı konsantrasyondaki bitki uçucu yağları sırasıyla (0.1 µL, 1 µL, 10 µL, 100 µL, 1000 µL); *Fusarium oxysporum*, *Aspergillus flavus*, *Rhizopus oryzae*, *Penicillium expansum*, *Alternaria solani* ve *Aspergillus paraciticus* fungus türleri üzerinde test edilmiştir. Uçucu yağların antifungal aktivite testleri disk difüzyon metodu ile yapılmış ve inhibisyon çapları belirlenmiştir. Sonuç olarak, *A. aestivus* Brot. ve *N. sativa* L.'nin farklı uçucu yağ konsantrasyonlarının tüm türlerde etkili olduğu görülmüştür. Dahası, bitkisel uçucu yağların yüksek konsantrasyonlarının diğer türlere göre, *F. oxysporum* türlerini % 28.8-33.1 daha fazla inhibe ederken, *A. flavus* türlerini ise %22.4-26.1 oranında da daha az inhibe ettiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Antifungal etki, *Asphodelus aestivus*, *Nigella sativa*, uçucu yağlar

Abstract

Today, most plants are the subject of pharmaceutical studies. This study was conducted to determine the essential oil content of *Asphodelus aestivus* Brot. and *Nigella sativa* L. plants, which are frequently used in complementary medicine, and to evaluate their antifungal activity. Plant essential oils were obtained by hydrodistillation method. The components of the essential oils obtained were analyzed by Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC/MS). A total of 22 different components were found in the *A. aestivus* Brot. plant, and its essential oil was determined as pentacosane 15.19%, tricosane 14.36%, octadecatrienoic acid 19.62% and hexadecanoic acid 16.94%. Similarly, a total of 26 different components were found in *N. sativa* L. plant, and p-cymene was determined as 23.64% and thymoquinone was determined as 32.56% in its essential oil. Additionally, plant essential oils at different concentrations were used respectively (0.1 µL, 1 µL, 10 µL, 100 µL, 1000 µL); It has been tested on the fungal species *Fusarium oxysporum*, *Aspergillus flavus*, *Rhizopus oryzae*, *Penicillium expansum*, *Alternaria solani* and *Aspergillus paraciticus*. Antifungal activity tests of essential oils were performed by disk diffusion method and inhibition diameters were determined. As a result, different essential oil concentrations of *A. aestivus* Brot. and *N. sativa* L. were found to be effective in all species. Moreover, it was determined that high concentrations of herbal essential oils inhibited *F. oxysporum* species by 28.8-33.1% more and inhibited *A. flavus* species by 22.4-26.1% less than other species.

Keywords: Antifungal effect, *Asphodelus aestivus*, *Nigella sativa*, essential oils

*Sorumlu yazarın e-posta adresi: alperzongur@gmail.com

Alper Zöngür orcid.org/0000-0003-4946-3199



Bu eser "Creative Commons Atıf-GayriTicari-4.0 Uluslararası Lisansı" ile lisanslanmıştır.

1. Giriş

Günümüzde ilaçlarda, kozmetik ürünlerde ve birçok sanayi ürününde tıbbi aromatik bitkiler kullanılmaktadır. Tıbbi aromatik bitkilerden bazıları boya, renklendirici ve bitki koruma ürünü olarak da değerlendirilmektedir (Rather vd. 2017). Ayrıca tıbbi aromatik bitkiler tamamlayıcı tıp uygulamalarında da sıklıkla kullanılmaktadır (Bharadvaja 2023). Tıbbi aromatik bitkiler, özelliklerinin çoğunu içerisinde barındırdığı uçucu yağlardan almaktadır. Uçucu yağların işlenmesiyle ilgili geleneksel teknolojiler büyük öneme sahiptir ve dünyanın birçok yerinde hala kullanılmaktadır. Üretim teknolojisi ile uçucu yağın genel verimi ve kalitesi arttırılabilmektedir. Tıbbi aromatik bitkilerin uçucu yağları; bulunduğu bitki kısmı, bitki türü ve bitkinin familyasına göre farklılık göstermektedir. Bitki kısımlarına göre farklılık gösteren uçucu yağların içerisinde birçok kimyasal bileşen bulunmaktadır. Bu kimyasallardan bazıları antifungal, antibakteriyel ve antiviral etkiye sahiptirler (Corrêa ve Ferreira 2023).

Bitki uçucu yağları, kokulu ve uçucu bileşiklerin karışımları olan ikincil metabolit molekülleridir. Genel olarak bitki uçucu yağları terpenoidler, terpenler ve fenoller dâhil olmak üzere uçucu maddelerin karışımlarıdır (Rao vd. 2019). Tıbbi aromatik bitkiler uçucu yağlar açısından zengindirler. Bitkinin kök, gövde, yaprak, çiçek, meyve, tohum ve ağaç kabuğu gibi farklı kısımlarından elde edilebilirler (Falleh vd. 2020). Tıbbi aromatik bitkilerin farklı kısımlarının nematisidal, insektisidal, antioksidan ve antihiperlipidemik gibi özellikleri de mevcuttur (Boyko ve Brygadyrenko 2021; Das vd. 2021; Radünz vd. 2021).

Türkiye’de tıbbi ve aromatik öneme sahip pek çok bitki mevcuttur. Bu bitkilerden çok fazla bilinmeyenlerinden bir tanesi halk arasında “çiriş” olarak bilinen *Asphodelus aestivus*’dur. *Asphodelus* cinsi (Liliaceae familyasına ait) 16 tür içermektedir (Boatwright 2012). *Asphodelus* cinsleri Türkiye’nin de içerisinde bulunduğu Akdeniz bölgesinde geniş bir dağılım göstermektedir. *A. aestivus* Türkiye’de eski zamanlardan beri geleneksel tıpta (yara iyileştirici ve egzama tedavisinde) ve gıda maddesi olarak (yöresel yemek yapımında) kullanılmaktadır (Ugulu vd. 2009, Malmir vd. 2018). *A. aestivus* geleneksel olarak fazla kullanılmasına rağmen bu bitkinin farmakolojik olarak kullanılması günümüzde yaygın değildir. Bu durumun bitkinin potansiyel yan etkilerinin tam olarak bilimsel çalışmalara konu olmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Gras vd. 2018). Bu nedenle Türkiye’de yetişen *A. aestivus* bitkisinin biyolojik aktivitelerini belirlemek için daha çok çalışmaların yapılmasına ihtiyaç duyul-

maktadır. *A. aestivus* bitkisinin kimyasal içeriğinde; glikozitler, flavonoidler, triterpenler, alkaloidler, antrakinonlar gibi çeşitli bileşikler bulunmaktadır (Aslantürk ve Çelik 2013). Ayrıca bitki içerdiği antioksidan ve antiinflamatuvar kimyasal bileşenleri sayesinde bazı cilt enfeksiyöz oluşumlarını engelleme de profilaktik olarak kullanılmaktadır (Malmir vd. 2018). Ayrıca, deride melanin üretiminde tirozin kinaz enzimini inhibe edebilmektedir (Polatoğlu vd. 2016). Tıbbi ve aromatik bitki olan *Nigella sativa*’nın ise Türkiye’de 12 türü, Akdeniz bölgesinde 20 türü bulunmaktadır. *N. sativa* L. bitkisi Ranunculaceae familyasına ait bir türdür. Geleneksel olarak *N. sativa* L. tohumları astım ve ishal tedavisinde tıp alanında kullanılmıştır (Ali ve Blunden 2003). Halk arasında “çörek otu” otu olarak bilinen bitki, yüksek besin içeriği bakımından zengindir. Bu yönüyle *N. sativa* L. bitkisinin tohumlarında bulunan besin içerikleri birçok bilimsel çalışmanın konusu olmuştur (Ramadan 2007). Bitki tohumları uçucu yağlar, proteinler, alkaloidler ve saponin içermektedir (Shafodino vd. 2022). Ayrıca, bitki tohumları uçucu yağında timokinon bulunmaktadır (Fatima vd. 2021). Çalışmalarda bitkinin bu bileşeninin biyolojik aktivitesinde önemli olduğu gösterilmiştir. Özellikle tohum uçucu yağlarında bulunan timokinonun antiinflamatuvar, analjezik, anti-piretik, antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir (Ali ve Blunden 2003).

Bu çalışmada, *A. aestivus* Brot. ve *N. sativa* L. bitki uçucu yağ içeriklerinin özellikle yapılan literatür araştırmalarında fazla çalışmanın olmadığı, fungus türleri üzerindeki etkinliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. *A. aestivus* bitkisinin çiçek kısımlarının uçucu yağ bileşenleri hakkında literatürde birkaç antimikrobiyal etki çalışması olmasına rağmen antifungal özelliği ile ilgili yayınlara rastlanmamıştır. Benzer şekilde, *N. sativa* L. bitki tohum bileşenleri çok fazla çalışmanın konusu olmakla birlikte çalışmada kullanılan fungus türleri üzerine yapılan çalışmaların sınırlı olduğu görülmüştür. Bu doğrultuda yapılan çalışma ile bitki uçucu yağlarının literatürde eksik olan fungus türleri üzerine olan etkinliğinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. Gereç ve Yöntem

2.1. Çalışmada Kullanılan Bitkiler

A. aestivus Brot. (çiriş otu) 2023 yılı Nisan ayında Haliliye/Şanlıurfa Germus Dağı’ndan, *N. sativa* L. (çörek otu) bitkisi ise 2023 yılının Ağustos ayında Tekir/Kahramanmaraş bölgesinden temin edilmiştir. Örneklerin tür tanımlaması Davis’in Türkiye florasına göre Alper ZÖNGÜR tarafından yapılmıştır (Davis ve Miller 1988). Laboratuvara getirilen

A. aestivus Brot. bitkilerinin çiçek kısımları oda sıcaklığında kurutulmuştur. *N. sativa* L. tohumları ise sararmış bitkinin kapsülleri içerisinden alınarak iki gün oda sıcaklığında se-rilerek kurutma ve havalandırma işlemleri yapılmıştır. Kurutulan bitki örnekleri aynı gün uçucu yağ elde etmek için çalışmalarda kullanılmıştır.

2.2. Bitkilerdeki Uçucu Yağın Çıkarılması

A. aestivus Brot. bitki çiçek kısımlarından 50 g tartılmış ve 1 L balon içerisine konmuştur. Balon üzerine termometre ile birlikte Clevenger aparatı yerleştirilmiştir. Örnekler 90-100 °C arasındaki sıcaklıkta 4 saat hidrodistilasyona tabi tutulmuştur. Benzer uygulama *N. sativa* L. tohumu içinde yapılmıştır. *N. sativa* L. bitki tohumlarından 50 g tartılmıştır ve balon içerisine konulmuştur. 90-100 °C arasındaki sıcaklıkta 4 saat hidrodistilasyona tabi tutulmuştur. Uygulama sonucunda elde edilen uçucu yağlar GC-MS (Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi) ve antifungal analizler yapılmaya kadar +4 °C'de bekletilmiştir.

2.3. Bitki Uçucu Yağ İçeriklerinin Analiz Edilmesi

Analizler yapılırken GC-MS (Agilent Technologies 7890) cihazı kullanılmıştır. Cihazda taşıyıcı gaz olarak Helyum (0.8mL/dak), kolon olarak (30m x 0.25 mm) %5 fenil ile kaplanmış %95 metilpolisiloksan içeren HP-5 kullanılmıştır. Enjektör sıcaklığı 290 °C, dedektör ve iyon kaynağının sıcaklıkları sırasıyla 150 °C ve 250 °C olacak şekilde ayarlanmıştır.

2.4. İn-Vitro Antifungal Testler

Çalışmada, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Mikrobiyoloji laboratuvarlarından temin edilen *Fusarium oxysporum*, *Aspergillus flavus*, *Rhizopus oryzae*, *Penicillium expansum*, *Alternaria solani* ve *Aspergillus paraciticus* fungus türleri kullanılmıştır. Fungusları kültüre etmek için Potato Dextrose Agar (PDA) kullanıldı. Fungusların canlılık testi için 0.1 mL 1×10^4 cfu/mL süspansiyon, PDA içeren petri kaplarına ekilmiştir. 25 °C'de 24 saatlik inkübasyondan sonra 100'er spor alınmış ve %96 oranında bir canlılık tespit edilmiştir. Kültüre edilen funguslardan %1 NaCl içerisinde MacFarland 0,5 bulanıklık değerine sahip hücre süspansiyonları hazırlanmıştır. Daha sonra 1 mL hücre süspansiyonu yeni hazırlanan PDA'ya eklenip karıştırılmıştır. Karışımlar petri kaplarına (9 cm çapında) dökülmüştür. Hazır olan besi yerlerine kuyucuklar (6 mm çapında) açılmış ve bu kuyucukların içerisine 0.1 µL, 1 µL, 10 µL, 100 µL, 1000 µL konsantrasyonlarına sahip bitki uçucu yağları eklenmiştir. Petrilerin tamamı sıcaklığı 28 °C olarak ayarlanan inkübatörde 5 gün

bekletilmiştir. Petri kaplarında görülen inhibisyon zonları ölçülmüştür. Tüm kontrol gruplarına fungus ekimi gerçekleştirilmiştir. Ancak, aktivite test örneklerinin aksine pozitif kontrol gruplarında kuyucuklara %0.01'lik flukonazol eklenmiş, negatif kontrol gruplarında ise kuyucuklara distile su eklenmiştir. Yapılan tüm deneyler 3 tekrarlı olarak yapılmıştır ve ortalamaları alınarak sunulmuştur.

2.5. İstatistiksel Analizler

İstatistiksel analiz için SPSS 26.00 ANOVA testi kullanılmıştır. Deneyler üç kez tekrarlanmış ve ortalamaları dikkate alınarak çizelgelerde sunulmuştur. Farklı konsantrasyonlar ve kontrol grupları arasında anlamlı farklılıkların olup olmadığı değerlendirilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Çalışmada, GC-MS ile analiz edilen *A. aestivus* Brot. bitkisi çiçek kısımlarında; heksadekan %0.38, dokoza %1.93, trikoza %14.36, tetrakoza %4.17, pentakoza %15.19, heksakoza %0.35, oktadeka %0.40, dodeka %1.21, nonakoza %0.85, fitol %5.8, α -kamfenol %0.49, oktadekatrienoik asit %19.62, heksadekanik asit %16.94, borneol %2.16, skualen %1.63, 1-okten-3-ol %3.84, 2-feniletanol %0.86, kafur %0.34, 1-oktanol %1.25, α -terpineol %1.88, mirtenol %2.14, timol %0.12 olmak üzere uçucu yağ bileşenleri toplam %95.91 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca %4.09 tanımlanamayan bileşen olduğu görüldü. *A. aestivus* Brot. bitki uçucu yağ bileşenlerinden pentakoza, trikoza, oktadekatrienoik asit ve heksadekanik asit'in diğer bileşenlere göre daha fazla olduğu görülmüştür (Çizelge 1).

Çizelge 1. *A. aestivus* Brot. çiçek kısımlarında bulunan uçucu yağ bileşenleri (%).

heksadekan	0.38	oktadekatrienoik asit	19.62
dokoza	1.93	heksadekanik asit	16.94
trikoza	14.36	borneol	2.16
tetrakoza	4.17	skualen	1.63
pentakoza	15.19	1-okten-3-ol	3.84
heksakoza	0.35	2-feniletanol	0.86
oktadeka	0.40	kafur	0.34
dodeka	1.21	1-oktanol	1.25
nonakoza	0.85	α -terpineol	1.88
fitol	5.8	mirtenol	2.14
α -kamfenol	0.49	timol	0.12
		Tanımlanamayan	4.09
Toplam			95.91

A. aestivus bitki çiçeklerinden elde edilen uçucu yağ bileşenlerinin belirlenmesine yönelik yapılan çalışma çok azdır. Polatoğlu vd. (2016)'nin yaptığı çalışmada, Kıbrıs'ta yetişen *A. aestivus* Brot. bitkisinin çiçeklerinden elde edilen uçucu yağın GC/MS analizi yapılmış ve 17 bileşik tespit edilmiştir. Uçucu yağın ana bileşenleri olarak %35.6 heksadekanoik asit, %17.4 pentakozan, %13.4 trikozan ve %8.4 heptakozan olmak üzere yüksek miktarda n-alkan, doymuş yağ asitleri ve az miktarda asiklik diterpenler olduğu bildirilmiştir (Polatoğlu vd. 2016). Alsarhan vd. (2023)'nin yaptığı çalışmada, *A. aestivus* Brot.'un çiçek kısımlarının uçucu yağlarını belirlemişlerdir. Bileşen olarak, alkol %26.9, aldehit %23, alkanlar, asetat türevleri ve alifatik türevler %19.2, ketonlar %7.7 ve epoksitler %3.8. Ana uçucu yağ bileşenleri olarak ise %18.79 vetositral C (trans), %17.27 heksadesil asetat, %14.5 heksanal ve %9.6 sabinen hidrat bulmuşlardır (Alsarhan vd. 2023). Çalışmamızda, literatürde belirtilen çiçek uçucu yağlarından bazılarının dışında yakın bir benzerlik olduğu görülmektedir. Benzerlik görülen bileşiklerde ise miktar olarak farklılıklar görülmektedir. Ancak çalışmamızda önemli bir farklılık olarak ana bileşik olarak %19.62 oktadekatrienoik asit bulunmuştur. Oktadekatrienoik asit'in bazı *Asphodelus* türlerinde bulunduğu bilinmekle birlikte *A. aestivus* Brot. bitkisinde ise rapor edilmemiştir. Bitki uçucu yağları arasındaki farklılıkların bitkinin yetiştiği toprak yapısı, iklim koşulları gibi ekosistemden kaynaklı olduğu bilinmektedir (Karayel ve Akçura 2016).

Çalışmada, benzer şekilde *N. sativa* L. bitkisinin uçucu yağ içerikleri belirlendi. *N. sativa* L. bitkisinde; *p*-simen %23.64, kafur %0.92, terpinolen %0.51, terpinen-4-ol %0.71, α -tujen %6.72, karvon %0.44, α -terpineol %0.24, kamfen %0.27, α -pinen %1.87, timokinon %32.56, longifolen %2.42, 4-terpineol %3.82, sabinen %0.73, timol %0.84, β -okimen %0.27, terpinolen %0.27, karvon %0.79, karvakrol %5.65, β -mirsen %0.38, β -pinen %1.78, α -felandren %0.26, longsiklen %0.74, limonen %0.81, borneol %0.25, γ -terpinen %6.94, *p*-simen-8-ol %0.73 uçucu yağ bileşenleri tespit edildi. Uçucu yağ bileşenlerinin %94.56'sı tanımlanırken, %5.44'lük bir kısmı tanımlanamadı. *N. sativa* L. bitki uçucu yağ bileşenlerinden *p*-simen ve timokinon diğer bileşenlere göre daha fazla bulunurken, timokinon ana bileşen olarak bulundu (Çizelge 2).

N. sativa L. bitkisi uçucu yağ bileşenleri üzerine yapılan benzer çalışmalar bulunmaktadır. Kazemi (2014)'nin yaptığı çalışmada, *p*-simen (%32.05) ve timokinon (%20.32) ana uçucu yağ bileşeni olarak bildirilmiştir (Kazemi 2014). Diğer çalışmalarda, *p*-simen (%60.2), linoleik asit (%22.14)

Çizelge 2. *N. sativa* L. tohumu uçucu yağ bileşenleri (%).

<i>p</i> -simen	23.64	kafur	0.92
terpinolen	0.51	terpinen-4-ol	0.71
α -tujen	6.72	karvon	0.44
α -terpineol	0.24	kamfen	0.27
α -pinen	1.87	timokinon	32.56
longifolen	2.42	4-terpineol	3.82
sabinen	0.73	timol	0.84
β -okimen	0.27	terpinolen	0.27
karvon	0.79	karvakrol	5.65
β -mirsen	0.38	β -pinen	1.78
α -felandren	0.26	longsiklen	0.74
limonen	0.81	borneol	0.25
γ -terpinen	6.94	<i>p</i> -simen -8-ol	0.73
		Tanımlanamayan	5.44
Toplam			94.56

ve timokinon'nin (%21.03) ana bileşenler olduğu rapor edilmiştir (Wajs vd. 2008, Ghahramanloo vd. 2017, Shanmugam vd. 2018). Yapılan çalışmalara bakıldığında genellikle *p*-simen ve timokinon bileşenlerinin bitki uçucu yağ içeriğinin ana bileşenleri olduğu görülmektedir. Çalışmamızda elde edilen bitki yağ içerikleri incelendiğinde yüksek benzerlikler görülmesine rağmen bitkilerin yetiştirme koşulları farklı olduğu için oransal farklılıklar görülmektedir. Ancak genel olarak bitki uçucu yağ içeriğinde bulunan ana bileşiklerin literatür ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Günümüzde çok sayıda bitkinin uçucu yağları detaylı olarak analiz edilmektedir. Bu çalışmalarda bulunan bitki uçucu yağ bileşenlerinden alternatif tıpta ve farmakolojik ürünlerin üretimde sıklıkla yararlanılmaktadır (Uma vd. 2017, Antonio-Gutiérrez vd. 2023, Azizi vd. 2023, Afsharnia 2023). Ayrıca, bitkilerde bulunan uçucu yağların antibakteriyel ve antifungal özellikleri birçok bilimsel çalışmanın konusu olmaktadır. Çalışmamızda, *A. aestivus* Brot. ve *N. sativa* L. bitki uçucu yağlarının bazı fungal türler (*F. oxysporum*, *A. flavus*, *R. oryzae*, *P. expansum*, *A. Solani*, *A. paraciticus*) üzerindeki antifungal etkinliği test edilmiştir. *A. aestivus* Brot. uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının, *F. oxysporum* 2.3-28.8 mm, *A. flavus* 1.7-22.4 mm, *R. oryzae* 2.1-26.7 mm, *P. expansum* 2.1-28.1 mm, *A. solani* 1.9-26.0 mm, *A. paraciticus* 1.8-23.5 mm aralıklarında inhibisyon çapı oluşturduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde *N. sativa* L. uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının, *F. oxysporum* 4.1-33.1 mm, *A. flavus* 2.9-26.1 mm, *R. oryzae* 3.8-30.9 mm, *P. expansum* 3.9-32.5 mm, *A. solani* 3.6-29.2 mm, *A. paraciti-*

cus 3.1-26.4 mm aralıklarında inhibisyon çapı oluşturduğu belirlenmiştir. Bitki uçucu yağlarının deneme yapılan tüm konsantrasyonlarda çalışmada kullanılan fungus türlerine karşı etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, *A. aestivus* Brot. ve *N. sativa* L. uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının etkilediği türler farklı olmasına rağmen, en fazla *F. oxysporum* fungus türünü, en az ise *A. flavus* türünü inhibe ettiği tespit edilmiştir (Çizelge 3, Şekil 1).

Peksel vd. (2012)'nin yaptığı çalışmada, *A. aestivus* bitkisinin yaprak kısımlarından elde edilmiş uçucu yağın 0.25, 0.5 ve 1 mg/mL konsantrasyonlarının *A. niger* fungusu üzerine olan antifungal etkinliği değerlendirilmiş ve 0.3-0.5 cm aralığında inhibisyon zonu oluşturduğu bildirilmiştir (Peksel vd. 2012). *A. aestivus* uçucu yağı ile yapılan antibakteriyel bir çalışmada ise *S. aureus* ve *E. coli* bakterilerine karşı sırasıyla 15 mm ve 14 mm inhibisyon zon çapı oluştuğu belirtilmiştir (Tomar ve Akarca 2020). *N. sativa* L. uçucu yağının antimikrobiyal etkinliğe sahip olduğu bilinmektedir (Haloci vd. 2012). Bir çalışmada, farklı bakteri patojenlerine karşı *N. sativa* L. uçucu yağının etkinliği araştırılmış ve 20-40 mm arasında değişen inhibisyon çapları bildirilmiştir (Gözcü ve Akşit 2023). *T. mentagrophytes*, *M. canis*, *M. gypseum* deri patojen fungusları üzerine yapılan başka bir çalışmada *N. sativa* L. uçucu yağlarının aktivite gösterdiği belirtilmiştir (Mahmoudvand vd. 2014). *C. albicans*, *A. niger*, *A. flavus*, *F. oxysporum* fungusları üzerine yapılan bir diğer çalışmada özellikle bitki uçucu yağının *F. oxysporum* türüne karşı yüksek antifungal etki gösterdiği rapor edilmiştir (Zouirech vd. 2022). Bu yüksek antifungal etkinliğin *N. sativa* L. uçucu yağında ana bileşen olarak bulunan timokinon ve *p*-simen maddelerinden kaynaklandığı bilinmektedir (Tiwari vd. 2023; Yang vd. 2023). Uçucu yağlar genellikle hidrofobik karaktere sahip bileşikler içermektedir. Bu özellikleri sayesinde fungus membran yapısını etkileyerek integral ve periferik proteinlerin yapısında denatürasyonlara ve mitokondri membran lipidlerinde bozulmalara yol açarak hücre iyon girişlerini engelleyebilmektedir (Kumar vd. 2008, Sırıkten vd. 2018).

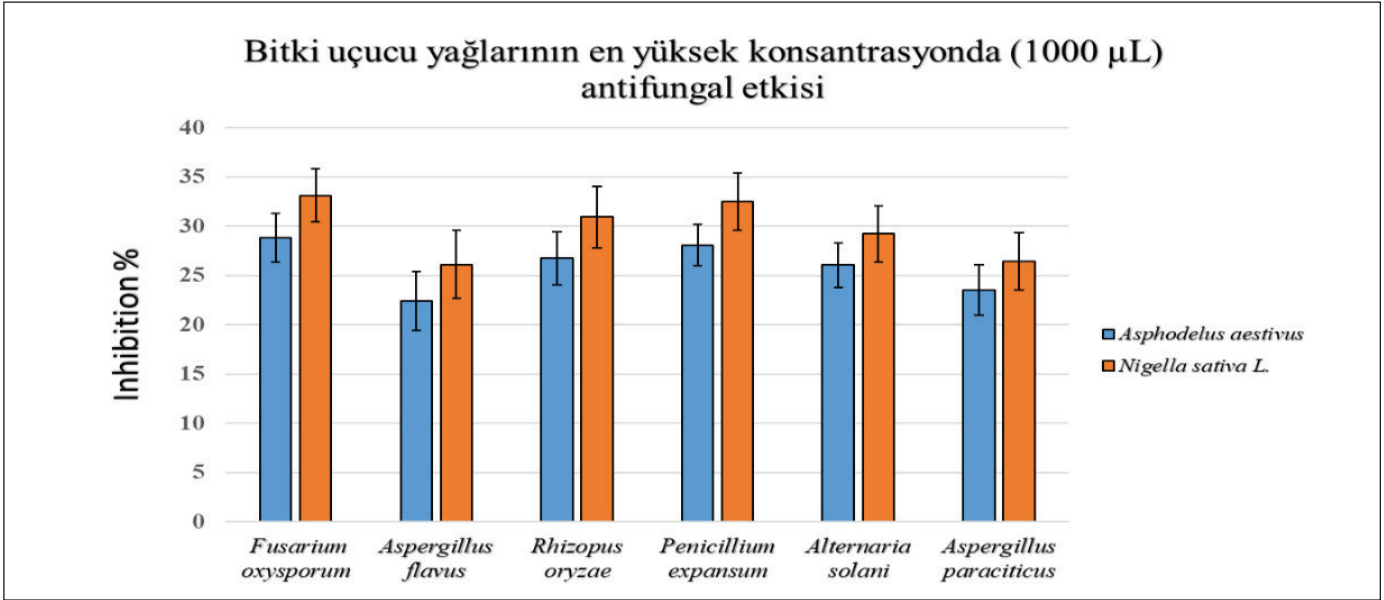
4. Sonuç ve Öneriler

Tamamlayıcı tıp ve farmakoloji alanlarında birçok bitkinin uçucu yağından ve içerisinde bulunan farklı bileşenlerden yararlanılmaktadır. Çalışmamızda, *A. aestivus* Brot. çiçekleri ve *N. sativa* L. tohumu uçucu yağ içerikleri belirlenmiştir. Test sonuçlarında iki bitkinin antifungal etkinliğe sahip olduğu görülmüştür. Özellikle yüksek konsantrasyonlarda *N. sativa* L. uçucu yağının daha fazla antifungal etkinlik

Çizelge 3. Bitki uçucu yağlarının bazı fungal türler üzerindeki inhibisyon çapları (mm).

Fungus türleri	İnhibisyon çapı (mm)									
	<i>A. aestivus</i> Brot.					<i>N. sativa</i> L.				
	0.1 µL	1 µL	10 µL	100 µL	1000 µL	0.1 µL	1 µL	10 µL	100 µL	1000 µL
<i>Fusarium oxysporum</i>	2.3 ± 0.1 ^f	6.2 ± 0.9 ^e	13.1 ± 0.8 ^d	23.2 ± 0.7 ^b	28.8 ± 1.2 ^a	4.1 ± 0.7 ^e	7.7 ± 0.9 ^d	13.5 ± 1.2 ^c	25.8 ± 0.9 ^b	33.1 ± 0.7 ^a
<i>Aspergillus flavus</i>	1.7 ± 0.6 ^f	2.8 ± 0.7 ^f	5.7 ± 0.9 ^e	17.3 ± 0.9 ^c	22.4 ± 1.0 ^b	2.9 ± 0.6 ^f	4.7 ± 0.9 ^e	10.8 ± 0.5 ^d	21.0 ± 0.8 ^b	26.1 ± 0.8 ^b
<i>Rhizopus oryzae</i>	2.1 ± 0.2 ^f	4.1 ± 0.9 ^e	9.6 ± 0.8 ^d	22.3 ± 1.0 ^b	26.7 ± 0.7 ^a	3.8 ± 0.4 ^e	6.8 ± 0.8 ^d	12.5 ± 0.8 ^c	24.6 ± 1.0 ^b	30.9 ± 0.9 ^a
<i>Penicillium expansum</i>	2.1 ± 0.3 ^f	4.7 ± 0.5 ^e	11.9 ± 0.7 ^d	22.8 ± 0.5 ^b	28.1 ± 1.1 ^a	3.9 ± 0.1 ^e	7.5 ± 0.8 ^d	12.7 ± 0.6 ^c	24.8 ± 1.0 ^b	32.5 ± 0.7 ^a
<i>Alternaria solani</i>	1.9 ± 0.2 ^f	3.4 ± 0.6 ^e	8.6 ± 1.0 ^d	21.1 ± 0.3 ^b	26.0 ± 1.1 ^a	3.6 ± 0.2 ^e	6.5 ± 0.5 ^d	12.1 ± 1.0 ^c	23.2 ± 0.3 ^b	29.2 ± 0.4 ^a
<i>Aspergillus paraciticus</i>	1.8 ± 0.4 ^f	2.7 ± 0.8 ^f	5.9 ± 1.0 ^e	17.6 ± 1.1 ^c	23.5 ± 0.9 ^b	3.1 ± 0.6 ^e	4.7 ± 1.0 ^e	11.3 ± 0.8 ^c	21.2 ± 1.2 ^b	26.4 ± 1.1 ^b

*Aynı sütündeki farklı üst simgeler (a-f) önemli anlamlı bir farka karşılık gelir (p < 0.05).



Şekil 1. *A. aestivus* Brot. ve *N. sativa* L. bitki uçucu yağlarının inhibisyon oranları.

gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca, bu iki bitkide bulunan uçucu yağların ana bileşenleri belirlenmiştir. Her ne kadar bu bileşiklerin ayrı ayrı izole edilerek antifungal özelliklerinin belirlenmesi gerekse de yaptığımız çalışma ile literatürde çalışılmamış fungus türleri çalışılmıştır.

Günümüzde, uçucu yağlar alternatif tıp alanında, ilaç ham maddesi olarak ve gıda üretimi olmak üzere birçok alanda endüstriyel olarak kullanılmaktadır. Özellikle, uçucu yağların etkili klinik kullanımı için sitotoksitelerinin ve genotoksitelerinin değerlendirilmesi ve potansiyel fitoterapötiklerin biyolojik aktivitelerinin araştırılmasına yönelik çalışmaların yapılması gerekmektedir. Ayrıca, hücre canlılığını etkileyen apoptotik mekanizmaların aydınlatılması gerekmektedir. Yapılan çalışma ile *A. aestivus* Brot. çiçekleri ve *N. sativa* L. tohumu uçucu yağ içeriklerinin ileride bu bitkiler ile yapılacak; sitotoksiteler, genotoksiteler, terapötik etkinlik, apoptotik aktivite ayrıca antimutajenite, antikarsinojenite, antiaging ve yara iyileştirme dâhil farmasötik ve tıbbi çalışmalar için kaynak olabileceği düşünülmüştür. Ayrıca, bitkilerin uçucu yağının içeriğinin ve etkinliğinin bilinmesi, özellikle yabancı otları ve bitki hastalıklarını kontrol etmek için sentetik pestisitlerin ve fungusitlerin yerine geçecek ve ürün verimini etkilemeden tarım ilaçlarının yerine kullanılmasına katkı sağlayacaktır. Ek olarak, iki bitki uçucu yağının antifungal özellik göstermesi gıdalarda meydana gelebilecek mikrobiyolojik bozulmaların önlenmesine katkıda bulunmaktadır. Ayrıca, uçucu yağlar ışık, oksijen ve sıcaklık gibi çevresel etmenlerden etkilenirler. Uçucu yağların daha kararlı ve etkin olması için biyomalzemeler üretilmektedir. Bu doğrultuda

çalışma verileri gıdaların uzun ömürlü olması amacıyla üretilebilecek biyomalzemeler için de destekleyici bir kaynak oluşturmuştur.

Yazar katkısı

Bu çalışmanın planlanması, analizlerinin yapılması ve yazım süreçleri yazar Alper Zöngür tarafından yapılmıştır.

Kaynaklar

- Afsharnia, F. 2023.** Optimization of in vitro and in vivo antifungal effects of trehalose coating included *Artemisia sieberi* essential oil on mulberry (*Morus alba* var. *nigra*) fruits using the hybrid RSM-GRA method. *Food Science and Biotechnology*, 1-15. <https://doi.org/10.1007/s10068-022-01236-3>.
- Ali, BH., Blunden, G. 2003.** Pharmacological and toxicological properties of *Nigella sativa*. *Phytotherapy Research: An international journal devoted to pharmacological and toxicological evaluation of natural product derivatives*, 17(4), 299-305. <https://doi.org/10.1002/ptr.1309>
- Alsarhan, A., Salman, KB., Olimat, S. 2023.** Chemical Composition of the Essential Oils of the Flowers *Asphodelus aestivus* Brot. Grown Wild in Jordan. *Jordan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 16(4), 734-739. <https://doi.org/10.35516/jjps.v16i4.1082>
- Antonio-Gutiérrez, O., Alvizar-Martínez, JA., Solano, R., Vásquez-López, A., Hernández-Valladolid, SL., Lustre-Sánchez, H.,... Lagunez-Rivera, L. 2023.** Microwave-assisted hydrodistillation of essential oil from *Plectranthus amboinicus*: Evaluation of its antifungal effect and chemical composition. *Life*, 13(2), 528. <https://doi.org/10.3390/life13020528>

- Aslantürk, ÖS., Çelik, TA. 2013.** Investigation of antioxidant, cytotoxic and apoptotic activities of the extracts from tubers of *Asphodelus aestivus* Brot. Afr. J. Pharm. Pharmacol., 7(11), 610-621. <https://doi.org/10.5897/AJPP12.1149>
- Azizi, Z., Omran, SM., Sheikhzadeh, S., Gholinia, H., Gharekhani, S. 2023.** Antifungal effect of *Ginger* essential oil spray on *Candida albicans* adhering to self-cure acrylic plates. Frontiers in Dentistry, 20, 3. <https://doi.org/10.18502/fid.v20i3.12279>
- Bharadvaja, N. 2023.** Aromatic plants: a multifaceted asset. Brazilian Journal of Botany, 1-14. <https://doi.org/10.1007/s40415-023-00882-z>
- Boatwright, JS. 2012.** *Asphodelus fistulosus* (Asphodelaceae, Asphodeloideae), a new naturalised alien species from the West Coast of South Africa. South African Journal of Botany, 79, 48-50. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2011.11.008>
- Boyko, O., Brygadyrenko, V. 2021.** Nematicidal activity of essential oils of medicinal plants. Folia Oecologica, 48(1), 42-48. <https://doi.org/10.2478/foecol-2021-0005>
- Corrêa, ANR., Ferreira, CD. 2023.** Essential oil for the control of fungi, bacteria, yeasts and viruses in food: An overview. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 63(27), 8960-8974. <https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2062588>
- Das, S., Singh, VK., Dwivedy, AK., Chaudhari, AK., Dubey, NK. 2021.** Insecticidal and fungicidal efficacy of essential oils and nanoencapsulation approaches for the development of next generation ecofriendly green preservatives for management of stored food commodities: an overview. International Journal of Pest Management, 1-32. <https://doi.org/10.1080/09670874.2021.1969473>
- Davis, P., Miller, R. 1988.** Flora of Turkey, 10 (Vol. 1). Edinburgh University Press.
- Falleh, H., Jemaa, MB., Saada, M., Ksouri, R. 2020.** Essential oils: A promising eco-friendly food preservative. Food Chemistry, 330, 127268. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127268>
- Fatima Shad, K., Soubra, W., Cordato, DJ. 2021.** The role of thymoquinone, a major constituent of *Nigella sativa*, in the treatment of inflammatory and infectious diseases. Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology, 48(11), 1445-1453. <https://doi.org/10.1111/1440-1681.13553>
- Ghahramanloo, KH., Kamalidehghan, B., Akbari Javar, H., Teguh Widodo, R., Majidzadeh, K., Noordin, MI. 2017.** Comparative analysis of essential oil composition of Iranian and Indian *Nigella sativa* L. extracted using supercritical fluid extraction and solvent extraction. Drug Design, Development and Therapy, 11, 2221-2226. <https://doi.org/10.2147/DDDT.S87251>
- Gözcü, S., Akşit, Z. 2023.** Chemical composition and antibacterial activity of three volatile oils extracted from *Nigella sativa* L. seeds. Black Sea Journal of Health Science, 6(4), 662-666. <https://doi.org/10.19127/bshealthscience.1318520>
- Gras, A., Parada, M., Rigat, M., Valles, J., Garnatje, T. 2018.** Folk medicinal plant mixtures: Establishing a protocol for further studies. Journal of Ethnopharmacology, 214, 244-273. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2017.12.014>
- Haloci, E., Manfredini, S., Toska, V., Vertuani, S., Ziosi, P., Topi, I., ... Kolani, H. 2012.** Antibacterial and antifungal activity assessment of *Nigella sativa* essential oils. World Acad. Sci. Eng. Technol., 66(6), 1198-1200. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1083473>
- Karayel, HB., Akçura, M. 2016.** Farklı lokasyonlarda yetiştirilen Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.)'in uçucu yağ bileşenlerindeki değişimlerin incelenmesi. Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, (13), 13-23.
- Kazemi, M. 2014.** Phytochemical composition, antioxidant, anti-inflammatory and antimicrobial activity of *Nigella sativa* L. essential oil. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 17(5), 1002-1011. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2014.914857>
- Kumar, A., Shukla, R., Singh, P., Prasad, CS., Dubey, NK. 2008.** Assessment of *Thymus vulgaris* L. essential oil as a safe botanical preservative against post harvest fungal infestation of food commodities. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 9(4), 575-580. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2007.12.005>
- Mahmoudvand, H., Sepahvand, A., Jahanbakhsh, S., Ezatpour, B., Mousavi, SA. 2014.** Evaluation of antifungal activities of the essential oil and various extracts of *Nigella sativa* and its main component, thymoquinone against pathogenic dermatophyte strains. Journal de Mycologie Medicale, 24(4), 155-161. <https://doi.org/10.1016/j.mycmed.2014.06.048>
- Malmir, M., Serrano, R., Canica, M., Silva-Lima, B., Silva, O. 2018.** A comprehensive review on the medicinal plants from the genus *Asphodelus*. Plants, 7(1), 20. <https://doi.org/10.3390/plants7010020>
- Peksel, A., Altas-Kiyamaz, N., Imamoglu, S. 2012.** Evaluation of antioxidant and antifungal potential of *Asphodelus aestivus* Brot. growing in Turkey. J. Med. Plants Res, 6(2), 253-265. <https://doi.org/10.5897/JMPR11.1229>
- Polatoğlu, K., Demirci, B., Başer, KHC. 2016.** High amounts of n-alkanes in the composition of *Asphodelus aestivus* Brot. flower essential oil from Cyprus. Journal of Oleo Science, 65(10), 867-870. <https://doi.org/10.5650/jos.ess15197>

- Radünz, M., Camargo, T.M., dos Santos Hackbart, HC., Alves, PIC., Radünz, AL., Gandra, EA., da Rosa Zavareze, E. 2021.** Chemical composition and in vitro antioxidant and antihyperglycemic activities of clove, thyme, oregano, and sweet orange essential oils. *LWT*, 138, 110632. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110632>
- Ramadan, MF. 2007.** Nutritional value, functional properties and nutraceutical applications of black cumin (*Nigella sativa* L.): an overview. *International Journal of Food Science & Technology*, 42(10), 1208-1218. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.01417.x>
- Rao, J., Chen, B., McClements, DJ. 2019.** Improving the efficacy of essential oils as antimicrobials in foods: Mechanisms of action. *Annual review of food science and technology*, 10, 365-387. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-032818-121727>
- Rather, LJ., Akhter, S., Hassan, QP., Mohammad, F. 2017.** Chemistry of plant dyes: Applications and environmental implications of dyeing processes. *Current Environmental Engineering*, 4(2), 103-120. <https://doi.org/10.2174/2212717804666161216114949>
- Shafodino, FS., Lusilao, JM., Mwapagha, LM. 2022.** Phytochemical characterization and antimicrobial activity of *Nigella sativa* seeds. *PloS one*, 17(8), e0272457. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0272457>
- Shanmugam, MK., Arfuso, F., Kumar, AP., Wang, L., Goh, BC., Ahn, KS., ... Sethi, G. 2018.** Modulation of diverse oncogenic transcription factors by thymoquinone, an essential oil compound isolated from the seeds of *Nigella sativa* Linn. *Pharmacological Research*, 129, 357-364. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2017.11.023>
- Srıken, B., Yavuz, C., Güler, A. 2018.** Antibacterial Activity of *Laurus nobilis*: A review of literature. *Medical Science and Discovery*, 5(11), 374-379. <https://doi.org/10.17546/msd.482929>
- Tiwari G., Gupta M., Devhare D., Tiwari R. 2023.** Therapeutic and phytochemical properties of thymoquinone derived from *Nigella sativa*. *Current Drug Research Reviews*, 1, 37605475. <https://doi.org/10.2174/2589977515666230811092410>
- Tomar, O., Akarca, G. 2020.** The Antibacterial effects of çiriş (*Asphodelus aestivus* Brot.) on some foodborne pathogenic bacteria. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (18), 11-15. <https://doi.org/10.31590/ejosat.650511>
- Ugulu, I., Baslar, S., Yorek, N., Dogan, Y. 2009.** The investigation and quantitative ethnobotanical evaluation of medicinal plants used around Izmir province, Turkey. *Journal of Medicinal Plants Research*, 3(5), 345-367.
- Uma, K., Huang, X., Kumar, BA. 2017.** Antifungal effect of plant extract and essential oil. *Chinese Journal of Integrative Medicine*, 23(3), 233-239. <https://doi.org/10.1007/s11655-016-2524-z>
- Wajs, A., Bonikowski, R., Kalemba, D. 2008.** Composition of essential oil from seeds of *Nigella sativa* L. cultivated in Poland. *Flavour and Fragrance Journal*, 23(2), 126-132. <https://doi.org/10.1002/ffj.1866>
- Yang, F., Chen, L., Zhao, D., Guo, T., Yu, D., Zhang, X., ... Chen, J. 2023.** A novel water-soluble chitosan grafted with nerol: Synthesis, characterization and biological activity. *International Journal of Biological Macromolecules*, 232, 123498. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.123498>
- Zouirech, O., Alyousef, AA., El Barnossi, A., El Moussaoui, A., Bourhia, M., Salamatullah, AM., ... Derwich, E. 2022.** Phytochemical analysis and antioxidant, antibacterial, and antifungal effects of essential oil of black caraway (*Nigella sativa* L.) seeds against drug-resistant clinically pathogenic microorganisms. *BioMed Research International*, 2022, 1-12. <https://doi.org/10.1155/2022/5218950>