



Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi
(Journal of Kırşehir Ahi Evran University Faculty of Agriculture)

Ahi Ziraat Der – J Ahi Agri
e-ISSN: 2791-9161
<https://dergipark.org.tr/pub/kuzfad>

**KUZ
FAD**

Araştırma makalesi

Biberiye bitkisine ait uçucu yağın *in vitro* koşullarda *Alternaria brassicicola* etmenine karşı etkilerinin belirlenmesi^a

Haco AYDIN^{1*}, Nedim ALTIN¹

¹ Düzce Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, 81000, Konuralp, Düzce, Türkiye

* Sorumlu yazar (Corresponding author): hacoaydn46@gmail.com

Makale alınış (Received): 06.06.2022 / Kabul (Accepted): 14.06.2022 /Yayınlanma (Published): 30.06.2022

ÖZ

Alternaria brassicicola lahanagiller familyasına ait bitkilerde hastalığa neden olan en önemli patojenlerden birisidir. Bu etmene karşı kültürel önlemler, kimyasal ve biyolojik mücadele yöntemleri kullanılmaktadır. Bitki uçucu yağlarının bitkilerde hastalık oluşturan fungal etmenlere karşı etkileri üzerine çeşitli araştırmalar yapılmaktadır. Bu çalışma biberiye bitkisine ait uçucu yağın *A. brassicicola* etmenine karşı antifungal etkilerini belirlemek amacıyla *in vitro* koşullarda yürütülmüştür. Clevenger cihazında hidrodistilasyon yöntemi kullanılarak uçucu yağ elde edilmiştir. Uçucu yağın *A. brassicicola* etmenine karşı antifungal etkileri 10 µl/20ml PDA, 20 µl/20ml PDA, 40 µl/20ml PDA, 80 µl/20ml PDA, 160 µl/20ml PDA ve 320 µl/20ml PDA konsantrasyonlarda denenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre biberiye uçucu yağı 80 µl/20ml PDA ve üzerindeki dozlarda güçlü antifungal etki göstermiştir. Ancak koparılmış yaprak denemelerinde tüm dozlarda etki elde edilememiştir.

Anahtar Kelimeler: Antifungal, bitki patojeni, tıbbi ve aromatik bitki

© Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

^a **Atf bilgisi / Citation info:** Aydın H, Altın N (2022). Biberiye bitkisine ait uçucu yağın *in vitro* koşullarda *Alternaria brassicicola* etmenine karşı etkilerinin belirlenmesi. Ahi Ziraat Der/J Ahi Agri 2(1):1-8

Determination of the effect of essential oil of rosemary plant against *Alternaria brassicicola* in *in vitro* conditions

ABSTRACT

Alternaria brassicicola is one of the most important pathogens that cause disease in plants belonging to the cabbage family. Cultural measures, chemical and biological control methods are used against this pathogen. Many studies have been conducted on the effects of plant essential oils against fungal pathogens that cause disease in plants. This study was carried out to determine the antifungal effects of rosemary essential oil against *A. brassicicola* in *in vitro* conditions. The essential oil was obtained by using the hydrodistillation method in the Clevenger apparatus. The antifungal effects of essential oil against *A. brassicicola* were tested at concentrations of 10 µl/20ml PDA, 20 µl/20ml PDA, 40 µl/20ml PDA, 80 µl/20ml PDA, 160 µl/20ml PDA and 320 µl/20ml PDA. According to the results, rosemary essential oil showed a strong antifungal effect at doses of 80 µl/20ml PDA and above. However, no effect was obtained at all doses in the detached leaf trials.

Keywords: Antifungal, plant pathogen, medicinal and aromatic plant

© Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture

Giriş

Dünya genelinde yetiştiriciliği yapılan Brassicaceae familyasına ait bitkiler *Alternaria* spp. (Hyphomycetales, Dematiaceae) içerisinde yer alan bitki patojeni türlerden olumsuz yönde etkilenmektedir. Bunların arasında *Alternaria alternata* (Fr.) Kreissler, *A. brassicae* (Berk.) Sacc., *A. brassicicola* (Schw.) Wiltsh. ve *A. raphani* Groves and Skolko ilk sıralarda yer almaktadır (Nowicki vd., 2012). *Alternaria brassicicola* etmeni daha çok Brassicaceae familyası içinde yer alan ve sebze olarak yetiştiriciliği yapılan bitkilerde zarar meydana getirmektedir (Humpherson-Jones 1989).

Hem *A. brassicicola* hem de *A. brassicae* etmenleri bitkilerin fide döneminde çökertene, ileri dönemlerde yaprak ve gövdelerde siyah renkli lekeler, baş kısımlarında lekelenmelere neden olmaktadır. Baş kısmındaki lekelenmeler özellikle karnabahar ve brokoli bitkilerinde ekonomik zarara neden olmaktadır. Özellikle uzun süreli yüksek nem veya yoğun yağış alan bölgelerde bu zarar daha da artış göstermektedir (Nowicki vd. 2012).

Bu etmenlerle mücadelede çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Mücadelede münavebe, temiz tohum kullanma, hastalıklı bitki artıklarının tarladan uzaklaştırılması, yabancı ot mücadelesi, dayanıklı çeşit kullanımı gibi kültürel önlemler önerilmektedir. Bunların yanı sıra kimyasal mücadele, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Gliocladium roseum* ve *Trichoderma harzianum* gibi faydalı mikroorganizmaların kullanıldığı biyolojik mücadele yöntemleri de öneriler arasında yer almaktadır (Sivapalan 1993; Lawrence vd. 2008; Fontenelle vd. 2011; Seaman 2012).

Bitkilerden elde edilen uçucu yağların ve bitki ekstraktlarının bitki patojeni funguslara karşı etkileri konusunda çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Omar ve Kordali (2019) tarafından *Cestrum nocturnum*, *Eucalyptus staigeriana*, *Mentha spicata*, *Origanum vulgare* ve *Thymus vulgaris* gibi bitkilerine ait uçucu yağların veya bitki ekstraktlarının bitki patojeni olan *Alternaria solani*, *Ascochyta rabiei*, *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum capsici*, *Fusarium oxysporum*, *F. solani*, *Penicillium italicum*, *P. digitatum*, *Phytophthora capsici*, *Rhizoctonia solani* ve *Sclerotinia sclerotiorum* etmenlerine karşı antifungal etkilerinin araştırıldığı bildirilmektedir.

Bu çalışma biberiye (*Rosmarinus officinalis*) bitkisinden elde edilen uçucu yağın *Alternaria brassicicola* etmenine karşı antifungal etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Yöntem

Denemede Kullanılan Fungus

Çalışmada kullanılan *A. brassicicola* etmeni Düzce Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Mikoloji Laboratuvarında daha önce yapılan çalışmalardan elde edilmiş, tanımlanması ve patojenisitesi yapılmıştır.

Uçucu yağ izolasyonu

Biberiye (*R. officinalis*) bitkisi Düzce ilinde üretim alanından temin edilmiştir. Bitkilerin uçucu yağları Clevenger düzeneği kullanılarak hidrodistilasyon yöntemi ile elde edilmiştir. Uçucu yağ elde etmek amacıyla biberiye (*R. officinalis*) bitkisi üretim alanından toplanmış ve bitki kurutma dolabında 35°C'de ve 48-72 saat aralığında kurutulmuştur. Kuruyan bitkiler parçalanmış ve 500 g tartılarak Clevenger düzeneğine konulmuştur. Clevenger düzeneğine 1000 ml saf su ilave edilerek distilasyon işlemi üç saat sürdürülmüştür. Bu sürenin sonunda cihazın haznesinde biriken uçucu yağ dikkatlice alınmıştır. Biberiye bitkisinden elde edilen uçucu yağ çalışmada kullanılmak üzere ağzı kapalı tüpler içinde +4°C'de buzdolabında saklanmıştır (Üstüner vd., 2018).

In vitro koşullarda antifungal etki çalışması

Antifungal etki denemeleri *in vitro* koşullarda PDA besi ortamı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. PDA besi ortamı 100 ml'lik şişelerde 60 ml olarak hazırlanmıştır. Hazırlanan besi ortamı 121°C'de 30 dakika süreyle sterilize edilmiştir. Sterilizasyon işleminden sonra besi ortamının katılaşmasını engellemek için 55°C'ye ayarlı su banyosunda bekletilmiştir. Uçucu yağların stok solüsyonları 1 birim uçucu yağ 2 birim etil alkol olacak şekilde hazırlanmıştır. Uçucu yağların dozları 10 µl/20ml PDA, 20 µl/20ml PDA, 40 µl/20ml PDA, 80 µl/20ml PDA, 160 µl/20ml PDA ve 320 µl/20ml PDA olacak şekilde belirlenmiştir. Dozlar için gerekli olan uçucu yağ miktarı stok solüsyondan alınarak dökme sıcaklığına gelmiş olan PDA besi ortamına eklenmiştir. PDA besi ortamı uçucu yağın homojen dağılımı için iyice çalkalanmış ve Petri

kaplarına 20 ml olacak şekilde dökülmüştür. Petri kapları besi ortamı katılaşana kadar steril koşullarda bekletilmiştir. *Alternaria brassicicola* etmeninin bir haftalık kültüründen alınan 5 mm çapındaki misel diskler uçucu yağ içeren ve içermeyen Petri kaplarına ekilmiştir. Ekimler esnasında, disklerin fungal gelişim olan yüzeylerinin besi ortamına değmesine dikkat edilmiştir. Deneme beş tekrarlı kurulmuştur. Ekimleri yapılan Petri kapları 24±1°C’de inkübasyona bırakılmıştır. Etmenin gelişme süresine bağlı olarak ekimden iki ve beş gün sonra misel çapları merkezden geçecek şekilde en uzun ve en kısa gelişmenin olduğu iki farklı yönde dijital kumpas yardımıyla ölçülüp kaydedilmiştir. (Bozhüyük vd. 2015; Türkkkan vd. 2019). Ölçümlerden elde edilen veriler kullanılarak fungusitlerin yüzde etki değerleri hesaplanmış ve probit analizleri yapılmıştır.

Koparılmış yaprak denemesi

Koparılmış yaprak denemesinde Düzce ilinde vatandaşların bahçelerinde yetiştirmiş oldukları karalahana yaprakları kullanılmıştır. Yapraklar üzerindeki toprak parçalarının giderilmesi amacıyla çeşme suyunda yıkanmıştır. Yüzey dezenfeksiyonunu sağlamak amacıyla yaprak %0.5’lik sodyum hipoklorit çözeltisinde iki dakika bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda steril distile su ile durulanmış ve yaprakların üzerindeki su uzaklaştırılmıştır. Yapraklar, içerisinde nemli kurutma kâğıdı bulunan tepsilere yerleştirilmiştir. Her yaprağın iki farklı noktasına steril bir iğne ile yara açılmıştır. Bir haftalık *A. brassicicola* kültüründen alınan 5 mm’lik diskler misel olan taraf altta kalacak şekilde yaralanan kısımların üzerine konulmuştur. Bu işlemin hemen ardından disklerin üzerine biberiye uçucu yağının hazırlanmış olan konsantrasyonlarından (10 µl/20ml su, 20 µl/20ml su, 40 µl/20ml su, 80 µl/20ml su, 160 µl/20ml su ve 320 µl/20ml su) 50 µl alınarak disklerin üzerine bırakılmıştır. İşlem tamamlandığında tepsiler naylon torbalar içerisine konulmuştur. Bu işlem her konsantrasyon için yapılmıştır. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre dört tekrarlı olarak kurulmuştur.

Verilerin analizi

Misel çaplarının ölçümü sonucunda elde edilen verilerle Abbott formülü kullanılarak fungusitlerin yüzde etki değerleri hesaplanmıştır. Yüzde etki $\% = ((A-B)/A) * 100$ (A=kontrol petrileredeki fungal gelişme, B=Uçucu yağ eklenmiş petrileredeki fungal gelişme). Bu yüzde etki değerleri kullanılarak SPSS 16 istatistik programı ile probit analizleri yapılmıştır. Uygulamalar arasındaki farklılıklar 4aryans analizi (ANOVA) ile belirlenmiş olup, ortalamalar DUNCAN testi ile karşılaştırılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Denemede değerlendirmeler uygulamadan iki ve beş gün sonra yapılmıştır. Yapılan ölçümler sonucunda biberiye bitkisinin uçucu yağının farklı konsantrasyonlarında *A. brassicicola* etmeninin misel gelişiminin farklı oranlarda etkilendiği belirlenmiştir (Tablo1).

Tablo 1. Deneme kuruluşundan iki ve beş gün sonra *A. brassicicola* etmenine ait misel gelişimleri (mm) ikinci gün (F=196.69, df=6, P≤0.0001), beşinci gün (F=648.73, df=6, P≤0.0001)

Denemede kullanılan uçucu yağ dozları	<i>Alternaria brassicicola</i> etmeninde misel gelişimi (mm)	
	İkinci gün	Beşinci gün
Kontrol	21.5±0.80a*	50±0.49a*
10 µl/20ml PDA	18.0±0.36b	36.6±0.37b
20 µl/20ml PDA	17.3±0.60b	35.9±0.48b
40 µl/20ml PDA	12.3±1.24c	26.9±1.37c
80 µl/20ml PDA	0.4±0.11d	2.3±0.99d
160 µl/20ml PDA	0±0.26d	0±0.49d
320 µl/20ml PDA	0±0.26d	0±0.49d

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel açıdan önemli farklılık bulunmaktadır (P < 0.0001).

Kontrol Petri kaplarında, uygulamadan iki gün sonra yapılan değerlendirmede *A. brassicicola* etmeninin misel çapının ortalama 21.5 mm olduğu belirlenmiştir. Uçucu yağın 80 µl/20ml PDA konsantrasyonunda olduğu Petri kaplarında 0.4 mm gibi çok az bir gelişme gerçekleşmiştir. *Alternaria brassicicola* etmeninin misel gelişmesinin 160 µl/20ml PDA ve 320 µl/20ml PDA konsantrasyonlarında tamamen durduğu görülmüştür. Ancak varyans analizi sonucunda yapılan DUNCAN gruplamasına göre bu üç doz aynı grupta yer almıştır.

Uygulamadan beş gün sonra yapılan değerlendirmede *A. brassicicola* etmeninin misel gelişmesinin arttığı ve kontrol Petri kaplarında 50 mm'ye ulaştığı belirlenmiştir. Ancak uygulamadan beş gün sonra bile 160 µl/20ml PDA ve 320 µl/20ml PDA konsantrasyonlarında misel gelişmesinin olmadığı görülmüştür. Bu dozların bir alt dozu olan 80 µl/20ml PDA konsantrasyonda ise 2.3 mm gelişme gerçekleşmiştir. Bu üç konsantrasyon yine aynı grup içerisinde yer almıştır. Diğer dozlarda ise uygulamadan beş gün sonra yapılan ölçümlerin 2 gün sonra yapılan ölçümlere göre misel gelişmesinin %100 arttığı görülmüştür.

Ölçümler sonucunda elde edilen misel gelişmesine ait veriler kullanılarak Abbott formülüne göre biberiye uçucu yağına ait dozların *A. brassicicola* etmenine karşı etkileri belirlenmiştir (Tablo 2). Uygulamadan iki gün sonra yapılan değerlendirmede biberiye uçucu yağının en yüksek etkisinin %100 ile 160 µl/20ml PDA ve 320 µl/20ml PDA konsantrasyonlarında olduğu görülmektedir. Bunu %98 etki ile 80 µl/20ml PDA konsantrasyonu takip etmektedir. Duncan gruplamasına göre bu üç doz aynı grupta yer almaktadır. Biberiye uçucu yağının *A. brassicicola* etmenine karşı en düşük etkisi ise 10 µl/20ml PDA konsantrasyonunda belirlenmiştir.

Tablo 2. Deneme kuruluşundan iki ve beş gün sonra *A. brassicicola* etmenine karşı biberiye uçucu yağının etkileri (%) (F=128.73, df=5, P≤0.0001) (F=448.49, df=5, P≤0.0001)

Denemede kullanılan uçucu yağ dozları	Biberiye uçucu yağının <i>Alternaria brassicicola</i> etmenine karşı etkisi (%)	
	İkinci gün	Beşinci gün
10 µl/20ml PDA	15.62±2.72c*	26.8±0.89c*
20 µl/20ml PDA	18.92±3.34c	28.2±1.02c
40 µl/20ml PDA	42.37±5.86b	44.2±2.59b
80 µl/20ml PDA	98.26±2.40a	95.4±1.88a
160 µl/20ml PDA	100.00±2.02a	100±1.16a
320 µl/20ml PDA	100.00±2.02a	100±1.16a

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel açıdan önemli farklılık bulunmaktadır (P < 0.0001).

Deneme kuruluşundan beş gün sonra yapılan değerlendirmede kontrol ile karşılaştırıldığında ikinci günde yapılan değerlendirmede olduğu gibi 80 µl/20ml PDA, 160 µl/20ml PDA ve 320 µl/20ml PDA konsantrasyonlarda en yüksek etki elde edildiği görülmektedir. Elde edilen sonuçlara göre biberiye uçucu yağının 80 µl/20ml PDA konsantrasyonundan itibaren *A. brassicicola* etmenine karşı antifungal etki gösterdiği belirlenmiştir.

Biberiye uçucu yağının etki değerleri kullanılarak EC₅₀ ve EC₉₀ değerleri probit analizi ile belirlenmiştir. Yapılan analiz sonucunda EC₅₀ % 27.65 ve EC₉₀ değeri ise %92.21 olduğu belirlenmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Biberiye uçucu yağına ait EC₅₀ ve EC₉₀ değerleri

Uçucu yağ	EC ₅₀ ve EC ₉₀ Değerleri (µl/20ml PDA)					
	EC ₅₀	lower bound	upper bound	EC ₉₀	lower bound	upper bound
Biberiye	27.65	10.732	57.067	92.21	47.624	1291.756

Koparılmış yaprak denemesinde Düzce ilinde yetiştiriciliği yapılan karalahana yaprakları kullanılmıştır. Biberiye uçucu yağının *in vitro* koşullarında denenen tüm konsantrasyonları bu denemede de kullanılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda hiçbir konsantrasyonda etki elde edilememiştir. Tüm konsantrasyonlarda meydana gelen leke çapının kontrol ile aynı büyüklükte olduğu saptanmıştır. Deneme iki kez tekrar edilmiş ve her iki denemede de aynı sonuç alınmıştır.

Bitkilerden elde edilen uçucu yağların içeriğinde çok sayıda kimyasal madde bulunmaktadır. Biberiye uçucu yağının içeriğinin GC/MS ile belirlendiği çalışmada uçucu yağın içeriğinin %24.39'unu Bicyclo, %23.51'ini Camphor, %11.26'sını Borneol ve %11.21'ini Linalol kimyasallarının oluşturduğu belirlenmiştir. Aynı çalışmada palmyelerde solgunluk hastalığına neden olan *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis* etmenine karşı biberiye uçucu yağı farklı

konsantrasyonlarda denenmiş ve etmenin misel gelişimini engellemede 0.25, 1 ve 2.5 g/l dozlarında %60 ile 80 arasında etki gösterdiği belirlenmiştir (Barkaoui vd. 2022). Başka bir çalışmada ise *Aspergillus flavus*, *Penicillium brachycaulon* ve *Alternaria alternate* etmenlerine karşı biberiye uçucu yağı 25.33 ve 50 mg/ml dozlarda denenmiştir. Biberiye uçucu yağı tüm dozlarda *P. brachycaulon* ve *A. alternate* etmenlerine karşı %100 etki göstermiş ancak *A. flavus* etmenine karşı 50 mg/ml dozunda %88.8 oranında etkili olduğu belirlenmiştir (Kadium vd. 2021). Uçucu yağın dışında biberiye bitkisinden elde edilen ekstraktlarında fungal patojenlere karşı etkileri araştırılmaktadır. Soya bitkisinde kömür çürüklüğü hastalığına neden olan *Macrophomina phaseolina* etmenine karşı yapılan çalışmada biberiye ekstraktı %1, %2.5 ve %5 oranlarında denenmiştir. Yapılan denemeler sonucunda katı besiyerinde %44 oranında sıvı besi yerinde ise %74 oranında misel gelişimi engellenmiştir (Lorenzetti vd. 2017). Yapılan tüm çalışmalar biberiye uçucu yağın antifungal etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Yapmış olduğumuz çalışma sonucunda elde ettiğimiz veriler de bunu teyit etmektedir. Ancak *in vitro* koşullar dışında yapılacak çalışmalarda elde edilecek etkiler önem taşımaktadır. İleride yapılacak çalışmaların bu konu üzerinde yoğunlaşması gerekmektedir.

Sonuç

Biberiye uçucu yağının antifungal etkisini belirlemek amacıyla yürütülen bu çalışma sonucunda ümitvar sonuçlar elde edilmiştir. Denemeler sonucunda *in vitro* koşullarda 80 µl/20ml PDA ve üzeri konsantrasyonlarda *A. brassicicola* etmenine karşı güçlü antifungal etki elde edilmiştir. Ancak koparılmış yaprak denemelerinde beklenen etkiler elde edilememiştir. İleride yapılacak çalışmalarda özellikle bu konunun ele alınması ve nedenlerinin araştırılması gerekmektedir.

Teşekkür

Yazarlar biberiye bitkilerinin temininde yardımlarını esirgemeyen Öğr. Gör. Mehmet Fatih ÇAKIR'a teşekkür eder.

Çıkar Çatışması

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

Kaynaklar

Barkaoui H, Chafik Z, Benbbas R, Chetouani M, El Mimouni M, Hariri E (2022). Antifungal activity of the essential oils of *Rosmarinus officinalis*, *Salvia officinalis*, *Lavandula dentata* and *Cymbopogon citratus* against the mycelial growth of *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis* Arabian Journal of Medicinal & Aromatic Plants 8(1): 108-133

Bozhüyük A U, Kordali Ş, Bölük G (2015). *Satureja hortensis* L. uçucu yağının antifungal etkisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 46(2): 107-112

-
- Fontenelle A D B, Guzzo S D, Lucon C M M, Harakava R, (2011). Growth promotion and induction of resistance in tomato plant against *Xanthomonas euvesicatoria* and *Alternaria solani* by *Trichoderma* spp. *Crop Protection* 30: 1492-500
- Humpherson-Jones F M (1989). Survival of *Alternaria brassicae* and *Alternaria brassicicola* on crop debris of oilseed rape and cabbage. *Annals of Applied Biology* 115: 45-50
- Kadium S W, Khalil A M, Ammar Semysim E A R (2021). Antifungal Activity Of *Rosmarinus officinalis* and *Pelargonium graveolens* essential oils extracts against *Aspergillus flavus*, *Penicillium brachycaulon* and *Alternaria alternata*. *Natural Volatiles & Essential Oils* 8(4): 3498-3509
- Lawrence C B, Mitchell T K, Craven K D, Cho Y, Cramer R A, Kim K H, (2008). At death's door: *Alternaria* pathogenicity mechanisms. *Plant Pathology Journal* 24: 101-111
- Lorenzetti E, Stangarlin J R, Kuhn O J (2017). Antifungal activity of rosemary extract on *Macrophomina phaseolina* and charcoal rot control in soybean. *Journal of Plant Pathology* 99(3): 783-786
- Nowicki M, Nowakowska M, Niezgoda A, Kozik E U, (2012). *Alternaria* black spot of crucifers: symptoms, importance of disease, and perspectives of resistance breeding. *Vegetable Crops Research Bulletin* 76: 5–19
- Omar MS., Kordali Ş (2019). Review of essential oils as antifungal agents for plant fungal diseases. *Ziraat Fakültesi Dergisi* 14(2): 294-301
- Seaman A, (2012). *Production Guide for Organic Cole Crops: Cabbage, Cauliflower, Broccoli, and Brussels Sprouts*. Geneva, NY: NYS IPM.
- Sivapalan A, (1993). Fungi associated with broccoli seed and evaluation of fungal antagonists and fungicides for the control of seed-borne *Alternaria brassicicola*. *Seed Science and Technology* 21: 237-45.
- Türkkan M, Çalışkan Ö, Erper İ, Kara Ş M, Açıkgoz M A (2019). Bazı toprak kökenli funguslara karşı defne esansiyel yağı ve hidrosölünün antifungal etkilerinin belirlenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi* 8(2): 217-226
- Üstüner T, Kordali S, Bozhüyük A U (2018). Herbicidal and fungicidal effects of *Cuminum cyminum*, *Mentha longifolia* and *Allium sativum* essential oils on some weeds and fungi. *Records of Natural Products* 12(6): 619.