

## Contents / İçindekiler

<b>Density and prevalence of weed species in pistachio orchards of Siirt province.....</b>	<b>3</b>
Siirt ili fıstık bahçelerinde görülen yabancı otların yaygınlık ve yoğunluklarının belirlenmesi	
Mesut SIRRI	
<b>Investigations on oppioid oribatid mites of Amanos Mountains (Turkey) .....</b>	<b>15</b>
Amanos Dağları'nın oppioid oribatid akarları üzerine araştırmalar	
Yasemin AY, Nusret AYYILDIZ	
<b>Determination of the parasitoids of the European sunflower moth and effectiveness in Ankara province.....</b>	<b>25</b>
Ankara ilinde Avrupa ayçiçeği güvesinin parazitoitleri ve etkinliklerinin belirlenmesi	
Cenk YÜCEL, Sultan ÇOBANOĞLU	
<b><i>Fusarium</i> species isolated from wheat samples showing root and crown rot symptoms in Southeast Anatolia.....</b>	<b>31</b>
Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde kök ve kök boğazı çürüklüğü belirtileri gösteren buğday örneklerinden izole edilen <i>Fusarium</i> türleri	
Fatih ÖLMEZ, Berna TUNALI	
<b>Determination of fungal diseases of leafy vegetables in Middle Anatolia Region .....</b>	<b>39</b>
Orta Anadolu Bölgesi'nde yaprağı yenen sebzelerde görülen fungal hastalıkların belirlenmesi	
Sirel CANPOLAT, Senem TÜLEK	
<b>Determination of population density of <i>Stephanitis pyri</i> (F.) (Hemiptera: Tingidae) on apple trees in Adana (Balcalı) .....</b>	<b>47</b>
<i>Stephanitis pyri</i> (F.) (Hemiptera: Tingidae)'nin Adana (Balcalı)'da elma ağaçlarında popülasyon yoğunluğunun belirlenmesi	
Gül SATAR, Gülsevım TİRİNG	
<b>Distribution and infestation rates of the olive psyllid species (<i>Euphyllura</i> spp., Hemiptera: Psyllidae) in İzmir and Aydın provinces .....</b>	<b>53</b>
Zeytin pamuklubiti ( <i>Euphyllura</i> spp., Hemiptera: Psyllidae) türlerinin İzmir ve Aydın illerinde yayılışı ve bulaşıklık oranları	
Serkan KAPTAN, Tülin AKŞİT, Malkie SPODEK	

## Contents / İçindekiler

<b>Characterization of antagonistic and plant growth-promoting traits of endophytic bacteria isolated from bean plants against <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>phaseolicola</i> .....</b>	<b>59</b>
Fasulye bitkilerinden izole edilen endofit bakterilerin antagonistik ve bitki gelişimini teşvik edici özelliklerinin <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>phaseolicola</i> etmenine karşı karakterizasyonu Kamil DUMAN, Soner SOYLU	
<b>Chemical composition and allelopathic effect of <i>Origanum onites</i> L. essential oil .....</b>	<b>71</b>
<i>Origanum onites</i> L. uçucu yağının kimyasal bileşenleri ve allelopatik etkisi Melih YILAR, Yusuf BAYAR, Abdurrahman ONARAN	
<b>Detection and molecular characterization of <i>Turnip mosaic virus</i> infecting okra in Turkey .....</b>	<b>79</b>
Bamya bitkisinde Şalgam mozaik virüsü ( <i>Turnip mosaic virus</i> )'nün tespiti ve moleküler karakterizasyonu Ali KARANFİL, Savaş KORKMAZ	

# Bitki Koruma Bülteni / Plant Protection Bulletin

<http://dergipark.gov.tr/bitkorb>

## Original article

## Density and prevalence of weed species in pistachio orchards of Siirt province

Siirt ili fıstık bahçelerinde görülen yabancı otların yaygınlık ve yoğunluklarının belirlenmesi

Mesut SIRRI<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup> Siirt University, Erub Vocational School, Department of Herbal and Animal Production, 56800 Erub, Siirt, Turkey

### ARTICLE INFO

#### Article history:

DOI: [10.16955/bitkorb.497118](https://doi.org/10.16955/bitkorb.497118)

Received : 14.12.2018

Accepted : 17.06.2019

#### Keywords:

pistachio, weed species, survey, Siirt, Turkey

\* Corresponding author: Mesut SIRRI

✉ [m.sirri@siirt.edu.tr](mailto:m.sirri@siirt.edu.tr)

### ABSTRACT

In this study, we aimed to determine the weeds and their prevalence and densities in pistachio gardens of Siirt province. Survey studies were carried out in the 2017-2018 vegetation periods. In the scope of the study, a total of 103 pistachio orchards were randomly selected to represent the region. As a result of survey, a total of 170 weed species belonging to 37 families, including 4 monocots and 33 dicots were recorded. The highest number of weed species were belong to Asteraceae (29 species), Poaceae (23 species), Fabaceae (18 species), Apiaceae (12 species) and Brassicaceae (12 species). Among the identified weed species; *Avena* spp., *Anchusa azurea* Miller., *Bromus tectorum* L., *Cardaria draba* (L.) Desv., *Carduus pycnocephalus* L., *Fumaria officinalis* L., *Lamium amplexicaule* L., *Lactuca serriola* L., *Galium aparine* L., *Lolium perene* L., *Medicago sativa* L., *Papaver rhoeas* L., *Sinapis arvensis* L., *Thlaspi arvense* L. and *Vicia sativa* L. were the most common species that have highest frequency of occurrence. The species have the highest density in the region were *Cynodon dactylon* (L.) Pers. and *Convolvulus arvensis* L. The overall coverage area of the weed species in pistachio orchards of Siirt province was determined as 37%. However, the number of weed species, their frequencies and densities and the coverage areas were found to be highly diverse among the districts. The highest percentage of weeds was found in the Siirt center with the rate of 53%, while the lowest rate was found as 19% in Baykan district. Erub (155 species) district had the highest number of weed species, while the lowest number of weed species was recorded in Baykan (76 species) district. The results revealed that region specific weed management strategies should be applied in the study area.

## GİRİŞ

Türkiye sahip olduğu coğrafi konum, farklı iklim özellikleri ve topografik yapısının yanında kıtalar arasında önemli bir geçiş bölgesi oluşturması nedeniyle zengin bir bitki çeşitliliğine sahiptir. Türkiye florası kapsadığı bitki sayısı yönüyle neredeyse Avrupa kıtasının tamamında yayılmış

gösteren bitki tür sayısına eşit olup, birçok kültür bitkisinin de anavatanı konumundadır (Önen ve Özcan 2010). Türkiye ekolojik çeşitlilik yönüyle de oldukça büyük bir zenginliğe sahiptir. Bu durum bitkisel üretim için ülkemize büyük bir avantaj sağlamaktadır (Anonim 2018a). Nitekim

sıcak ve soğuk ılıman iklim bölgeleri yanında tropikal ve subtropikal iklim bölgelerine de sahip olduğundan, dünya genelinde yetiştirilen 138 meyve türünün 75'i ülkemizde de yetiştirilebilmektedir (Ağaoğlu et al. 1995, Gül ve Akpınar 2006). Türkiye dünyanın önemli meyve üreticileri arasında yer almaktadır.

Türkiye diğer meyveler gibi sert kabuklu meyve üretimi açısından da önemli bir yere sahiptir. Nitekim sert kabuklu meyvelerin ihracat verileri dikkate alındığında; Türkiye fındıkta dünya birincisi, Antep fıstığı ihracatında ise dünya üçüncüsü konumundadır. Ülkemizde üretilen sert kabuklu meyve üretim oranları ele alındığında %61.31 ile fındık ilk sırada yer alırken, bunu sırasıyla Antep fıstığı (%27.24), ceviz (%7.55), badem (%2.90) ve kestane (%1) izlemektedir (Anonim 2017).

Ülkemiz sert kabuklu meyve üretiminde son derece önemli bir yere sahip olan Antep fıstığı (*Pistacia vera* L.), ilk olarak Eti'ler tarafından Güney Anadolu'da kültüre alınmaya başlanmış daha sonra Suriye, İtalya ve ardından diğer Akdeniz ülkelerine yayılmıştır. Ancak genişleme sınırları dünyada 30° - 45° paralelleri arasında yer alan kuzey ve güney yarım kürelerdeki mikroklima alanlarıdır (Anonim 2018a). İklimsel ihtiyaçları sebebiyle sadece sınırlı alanlarda ekonomik olarak Antep fıstığı yetiştiriciliği yapılabilmektedir. Bu nedenle Türkiye'nin Antep fıstığı üretiminin yaklaşık %75'i Güneydoğu Anadolu Bölgesinden karşılanmaktadır. Antep fıstığı üretiminin iller bazındaki dağılımı ise (Çizelge 1)'de ki gibidir (Anonim 2017).

**Çizelge 1.** Türkiye'de Antep fıstığının yetiştiriciliği yapılan illere göre üretim alanı, üretim miktarı ve ağaç sayıları (Anonim 2017)

Şehirler	Ağaç Sayısı (adet)	Alan (dekar)	Üretim miktarı (ton)
Şanlıurfa	18300486	1253983	28507
Gaziantep	17703343	1363473	14762
Adıyaman	4668830	258092	10440
Siirt	2708000	188073	7944
Kahramanmaraş	810050	67990	3704
Kilis	804807	63355	3217
Manisa	622706	9963	1474
Diyarbakır	192782	5676	1775
Mardin	182235	10689	1397
Batman	308355	37983	1206

Türkiye'de on dört Antep fıstığı çeşidi mevcut olup sadece Uzun, Kırmızı, Siirt, Halebi ve Ohadi çeşitlerinin ekonomik olarak yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bunlardan Kırmızı, Uzun ve Halebi çeşitleri daha çok sanayide ham madde olarak kullanılırken, çalışma alanı olan Siirt ilinde yetiştiriciliği yapılan Siirt çeşidi ise daha çok kuruyemiş olarak tüketilen, iri taneli ve yüksek çatlak oranına sahip bir çeşittir (Anonim 2011, Yavuz 2011). Siirt fıstığı lezzetli ve besin elementlerince zengin olmasının yanı sıra dolgun ve iri taneli olduğundan önemli bir popüleriteye sahiptir.

Siirt fıstığı içerdiği mikro ve makro besin elementleri yönüyle insan sağlığı açısından önemli bir besin kaynağıdır (Anonim 2018b). Siirt fıstığı genel olarak tarım dışı alanlarda (kayalık, taşlı, meyilli ve besin elementlerince fakir topraklar) yetişse de aslında nispeten derin, kumlu-tınlı bünyeli ve kısmen kireçli toprakları sevmektedir. Ayrıca meyvelerinin gelişebilmesi ve olgunlaşması için yazları uzun, sıcak ve kurak, kışları ise nispeten soğuk bir iklime ihtiyaç duyar (Anonim 2018c).

Güneydoğu Anadolu Bölgesinin ekolojik olarak fıstık yetiştiriciliği için uygun olması ve fıstık yetiştiriciliğinin ekonomik olarak diğer kültür bitkilerine göre daha avantajlı olması bölgede fıstık yetiştirilen alanların her geçen gün artmasına neden olmaktadır. Ancak üretimde ve üretim alanlarında meydana gelen bu artış beraberinde bir takım tarımsal sorunları da beraberinde getirmiştir. Üretim maliyetlerindeki artış ve pazarlama gibi sorunların yanında bitki koruma etmenlerinden kaynaklanan problemler de karşımıza çıkmaktadır. Özellikle kuru tarım alanlarında yetiştirilen fıstık ile su ve besin maddeleri için rekabete giren yabancı otlar bölgede önemli sorunlara yol açabilmektedir. Yabancı otlar, özellikle ağaçların fide döneminde su ve besin maddesi için rekabete girerek fidelerin gelişimini aksattığı gibi ağaçların hastalık ve zararlılara karşı direncini azaltarak kurumalarına neden olabilmektedir. Ayrıca meyvelerin iç doldurma döneminde rekabete girerek verim ve kalitede önemli düşüşler oluşturabilmektedir. Dolayısıyla diğer kültür bitkilerinde olduğu gibi fıstık bahçelerinde de yabancı ot mücadelesi önem arz etmektedir (Özcan 2012).

Entegre yabancı ot mücadelesi çerçevesinde etkin ve sürdürülebilir bir yönetim için öncelikle bölgede sorun olan yabancı ot türlerinin ve bunların yaygınlık ve yoğunluklarının bilinmesi büyük önem taşımaktadır (Güncan 2013, Özer et al. 2001). Bu nedenle Siirt ili fıstık bahçelerinde sorun oluşturan yabancı ot türlerinin belirlenmesi ve bunların yaygınlık/yoğunluklarının saptanması amacıyla survey çalışmaları yürütülmüştür.

## MATERYAL VE METOT

Çalışmanın ana materyalini Siirt ili ve ilçelerindeki Antep fıstığı bahçelerinde bulunan yabancı ot türleri oluşturmaktadır. Ayrıca yabancı ot yoğunluklarını belirlemek için bir metre karelik (1 m<sup>2</sup>) çerçeve, herbaryum çantası, fotoğraf makinesi ve bahçelerin konumlarının belirlenmesi için ise GPS kullanılmıştır.

Sürvey çalışmaları 2017-2018 vejetasyon dönemlerinde (mart-haziran aylarında) toplam 103 fıstık bahçesinde gerçekleştirilmiştir. Sürvey çalışmalarında İl geneli ve ilçelere göre fıstık bahçelerinin dağılımı dikkate alınarak; örneklenen toplam bahçe sayısı ve bahçelerin ilçelere göre oransal dağılımları belirlenmiştir (Çizelge 2).

**Çizelge 2.** Siirt ilinde ilçelere göre fıstık yetiştiriciliği yapılan toplam tarım alanları ve sürvey yapılan bahçe sayıları

İlçe	Fıstık bahçelerinin toplam alanı (da)	Örneklenen bahçe sayısı
Baykan	13.214	7
Eruh	31.321	31
Kurtalan	32.495	11
Merkez	81.483	31
Pervari	5873	7
Tillo	12.235	8
Şirvan	11.452	8
Toplam	188.073	103

Sürvey çalışmaları bölgeyi temsil edecek şekilde ana yollar esas alınarak rastgele yapılmıştır. Örnekleme yapılan bahçelerde kenar tesirini ortadan kaldırmak için bahçelerin köşe noktalarından 10 m kadar içerden başlanarak yabancı ot sayımları yapılmıştır. Bahçenin büyüklüğüne bağlı olarak 1-5 da'lık alanlarda 3, 5-10 da'lık alanlarda 5 ve 10 da'dan daha büyük alanlarda ise 8 noktada 1 m<sup>2</sup> lik çerçeveler atılarak içerisine giren yabancı otlar tür bazında sayılarak tespit edilmiştir (Önen 1995, Sırma et al. 1997). Örneklenen bahçelerde sayım yapılırken çerçeve içerisine girmeyen yabancı ot türleri de kayıt altına alınmıştır. Sürvey yapılan bahçelerde yabancı otların genel kaplama alanları da belirlenmiştir. Örnekleme noktalarında teşhisi yapılamayan yabancı ot türleri daha sonra teşhis edilmek üzere herbaryuma alınmış ve fotoğrafları çekilmiştir. Bitkilerin teşhisinde ve isimlendirmelerinde Davis (1965-1989), Önen (2015), Özer et al. (1998), Özer et al. (1999) ve Uluğ et al. (1993)'den yararlanılmıştır. Yabancı otların rastlanma sıklıkları, yaygınlık ve yoğunlukları ile kaplama alanları ise aşağıda verilen formüllerden yararlanılarak

hesaplanmıştır (Odum 1971).

Rastlanma sıklığı (RS %) =  $n / m \times 100$

Yoğunluk (Y bitki/m<sup>2</sup>) =  $b / m$

GKA =  $TKA / m$ ,

ÖKA =  $TKA / n$

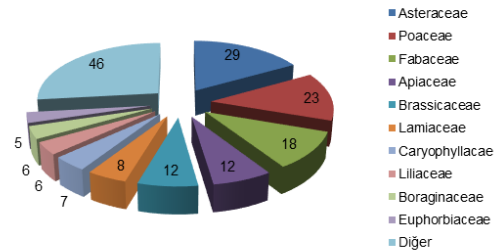
(TKA: her türün kapladığı alanın toplamı, n: türün bulunduğu örnekleme sayısı, m: toplam örnekleme sayısı)

## SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Siirt Merkez ve ilçelerinde (Pervari, Şirvan, Tillo, Kurtalan, Baykan ve Eruh) fıstık bahçelerinde yapılan sürvey çalışmaları sonucunda 4'ü monokotiledon ve 33'ü de

dikotiledon olmak üzere toplam 37 familyaya ait 170 yabancı ot türü saptanmıştır. Bu türlere ait rastlanma sıklıkları, yaygınlık ve yoğunlukları Çizelge 3'de verilmiştir.

Siirt il genelindeki fıstık bahçelerinde sorun olan yabancı otların familyalara göre dağılımları dikkate alındığında, en fazla türe sahip familyaların sırasıyla; Asteraceae (29 tür), Poaceae (23 tür), Fabaceae (18 tür), Apiaceae (12 tür), Brassicaceae (12 tür), Lamiaceae (8 tür), Liliaceae (7 tür), Caryophyllaceae (7 tür), Euphorbiaceae (6 tür) ve Boraginaceae (5 tür) olduğu tespit edilmiştir (Şekil 1).



**Şekil 1.** Siirt ilinde fıstık ekim alanlarında familyalara göre yabancı ot tür sayıları

Çizelge 3. Siirt ve ilçelerinde survey alanlarında görülen yabancı ot türleri ile bunların yoğunluk ve rastlanma sıklıkları

Bilimsel Adı	Türkçe Adı	Familya	Yoğ.*	RS%
<i>Acanthus dioscoridis</i> var. <i>perringii</i>	Ayı pençesi	Acanthaceae	0.009	0.97
<i>Achillea wilhelmsii</i> C. Koch	Civanperçemi	Asteraceae	0.01	1.94
<i>Adonis aestivalis</i> L.	Kandamlası	Ranunculaceae	0.04	4.85
<i>Aegilops columnaris</i> Zhukovsky	Buğday otu	Poaceae	0.24	17.47
<i>Aegilops cylindrica</i> Host.	Sakal otu	Poaceae	0.15	15.53
<i>Aethionema arabicum</i> (L.) Andrzej. ex DC.	Taş teresi	Brassicaceae	0.009	0.97
<i>Agropyron cristatum</i> (L.) Gaertner	Adi otlak yarığı	Poaceae	0.08	5.82
<i>Agrostemma githago</i> L.	Karamuk	Caryophyllaceae	0.05	5.82
<i>Agrostis stolonifera</i> L.	Narin tavus otu	Poaceae	0.33	16.5
<i>Alcea</i> sp.	Hatim	Malvaceae	0.33	32.03
<i>Alhagi pseudalhagi</i> (Bieb.) Desv.	Deve diken	Fabaceae	0.03	3.88
<i>Alkanna trichophila</i> var. <i>mardinensis</i> (Goriz)	Havacıva otu	Boraginaceae	0.13	13.59
<i>Allium armenum</i> Boiss. & Kotschy	Yabani sarımsak	Liliaceae	0.29	2.91
<i>Ajuca chamaepitys</i> (L.)	Sarıçiçekli mayıs otu	Lamiaceae	0.009	0.97
<i>Alopecurus myosuroides</i> Huds.	Tilkikuyruğu	Poaceae	1.09	31.06
<i>Alyssum</i> spp.	Kuduz otu	Brassicaceae	0.03	1.94
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	Horuz ibiği	Amaranthaceae	6.91	38.83
<i>Ammi visnaga</i> (L.) Lamarck	Kürdan otu	Apiaceae	0.45	11.65
<i>Anagallis arvensis</i> L.	Farekulağı	Primulaceae	0.39	30.09
<i>Anchusa azurea</i> Miller.	İtalyan sığırdili	Boraginaceae	0.67	59.22
<i>Anthemis arvensis</i> L.	Tarla köpek papatyası	Asteraceae	1.06	48.54
<i>Anthemis tinctoria</i> L.	Boyacı papatyası	Asteraceae	0.09	7.76
<i>Aristolochia maurorum</i> L.	Loğusa otu	Aristolochiaceae	0.76	43.68
<i>Asperula arvensis</i> L.	Tarla yapışkan ot	Rubiaceae	0.45	26.21
<i>Astragalus</i> sp.	Geven	Fabaceae	0.02	2.91
<i>Avena</i> spp.	Yabani yulaf	Poaceae	2.35	75.72
<i>Bifora radians</i> Bieb.	Kokar ot	Apiaceae	0.12	10.67
<i>Bongardia chrysogonum</i> (L.) Spach	Çatlak otu	Berberidaceae	0.78	26.21
<i>Boreava orientalis</i> Jaub. & Spach.	Sarı ot	Brassicaceae	0.03	3.88
<i>Bromus inermis</i> Leysser	Kılçıksız brom	Poaceae	0.18	16.5
<i>Bromus sterilis</i> L.	Kısır brom	Poaceae	0.13	13.59
<i>Bromus tectorum</i> L.	Püsküllü çayır otu	Poaceae	3.1	54.36
<i>Buglossoides arvensis</i> (L.) Johnst	Taş kesen otu	Boraginaceae	0.87	23.3

Çizelge 3. Devamı

Bilimsel Adı	Türkçe Adı	Familya	Yoğ.*	RS%
<i>Bupleurum rotundifolium</i> L.	Yuvarlak tavşankulağı	Apiaceae	0.15	11.65
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	Çobançantası	Brassicaceae	0.3	23.3
<i>Cardaria draba</i> (L.) Desv.	Kır teresi	Brassicaceae	3.33	55.33
<i>Carduus nutans</i> L.	Diken	Asteraceae	0.17	17.47
<i>Carduus pycnocephalus</i> L.	Saka dikeni	Asteraceae	0.9	66.99
<i>Capparis</i> spp.	Kapari	Capparaceae	0.01	1.94
<i>Caucalis platycarpus</i> L.	Küçük pıtrak	Apiaceae	0.17	17.47
<i>Centaurea behen</i> L.	Kavza kökü	Asteraceae	0.009	0.97
<i>Centaurea depressa</i> Bieb.	Peygamber çiçeği	Asteraceae	0.03	3.88
<i>Centaurea solstitialis</i> L.	Güneş dikeni	Asteraceae	0.14	14.56
<i>Centaurea iberica</i> Trevir ex Sprengel.	Gelin düğmesi	Asteraceae	0.28	28.15
<i>Cephalaria syriaca</i> (L.) Schrad.	Pelemir	Dipsaceae	0.28	28.15
<i>Cerastium dichotomum</i> L.	Boynuz otu	Caryophyllaceae	0.36	18.44
<i>Chenopodium album</i> L.	Sirken	Chenopodiaceae	0.75	22.33
<i>Chondrilla juncea</i> L.	Akhindiba	Asteraceae	0.009	0.97
<i>Chrozophora tinctoria</i> (L.) Rafin.	Bambul otu	Euphorbiaceae	0.02	20.38
<i>Cichorium intybus</i> L.	Yabani hindiba	Asteraceae	0.39	18.44
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	Köygöçüren	Asteraceae	0.43	30.09
<i>Conium maculatum</i> L.	Baldıran	Apiaceae	0.03	3.88
<i>Conringia orientalis</i> (L.) Dumort.	Tavşan hardalı	Brassicaceae	0.08	8.73
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Tarla sarmaşığı	Convolvulaceae	9.38	83.49
<i>Convolvulus galaticus</i> Rotsan exChoisy	Boz tarla sarmaşığı	Convolvulaceae	0.9	33.98
<i>Coronilla scorpioides</i> (L.) K.Koch.	Akrep kuyruğu	Fabaceae	0.05	5.82
<i>Crepis</i> sp.	Pis kokulu hindiba	Asteraceae	0.5	40.77
<i>Crupina crupinastrum</i> (Moris) Vis.	Gelin döndüren	Asteraceae	0.08	8.73
<i>Cuscuta</i> spp.	Küsküt	Cuscutaceae	0.01	1.94
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Köpek dişi ayrığı	Poaceae	10.87	74.75
<i>Cyperus rotundus</i> L.	Topalak	Cyperaceae	0.09	1.94
<i>Datura stramonium</i> L.	Şeytan elması	Solanaceae	0.02	2.91
<i>Daucus carota</i> L.	Yabani havuç	Apiaceae	0.46	27.18
<i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb ex Prantl	Uzun süpürge otu	Brassicaceae	0.06	6.79
<i>Echinaria capitata</i> (L.) Desf.	Diken baş çimi	Poaceae	0.14	13.59
<i>Echinophora tenuifolia</i> L.	Tarhana otu	Apiaceae	0.01	1.94

Çizelge 3. Devamı

Bilimsel Adı	Türkçe Adı	Familya	Yoğ.*	RS%
<i>Echinops viscosus</i> DC.	Topuz dikenli	Asteraceae	0.06	6.79
<i>Echium italicum</i> L.	Adi engerek	Boraginaceae	0.03	3.88
<i>Erodium hoefftianum</i> C.A. Mey	Dönbaba	Geraniaceae	2.78	37.86
<i>Euphorbia aleppica</i> L.	Halep sütleğeni	Euphorbiaceae	0.09	9.7
<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	Güneş sütleğeni	Euphorbiaceae	0.85	26.21
<i>Euphorbia</i> spp.	Sütleğen	Euphorbiaceae	0.54	36.89
<i>Euphorbia amygdaloides</i> L.	Sütleğen	Euphorbiaceae	0.26	17.47
<i>Eryngium</i> spp.	Boğa dikenli	Apiaceae	0.04	4.85
<i>Fumaria officinalis</i> L.	Şahtere	Papaveraceae	4.21	54.36
<i>Galium aparine</i> L.	Dil kanatan	Rubiaceae	1.27	50.48
<i>Galium tricorntutum</i> Dandy.	Boynuzlu yoğurt otu	Rubiaceae	0.03	2.91
<i>Geranium dissectum</i> L.	Turnagagası	Geraniaceae	1.11	26.21
<i>Geranium tuberosum</i> L.	Devetabanı	Geraniaceae	0.25	17.47
<i>Gladiolus atroviolaceus</i> Boiss.	Karga soğanı	İridaceae	0.09	9.7
<i>Glycyrrhiza glabra</i> L.	Meyan kökü	Fabaceae	0.46	7.76
<i>Gundelia tournefortii</i> L.	Kenger	Asteraceae	0.08	8.73
<i>Heliotropium europaeum</i> L.	Boz ot	Boraginaceae	2.2	18.44
<i>Hordeum murinum</i> L.	Duvar arpası	Poaceae	0.67	51.45
<i>Hordeum</i> sp.	Yabani arpa	Poaceae	0.23	17.47
<i>Hypericum triquetrifolium</i> Turra.	Kantaron otu	Guttiferae	0.32	21.35
<i>Hypericum scabrum</i> L.	Kaba kuzu kıran	Clusiaceae	0.08	8.73
<i>Hypericum elongatum</i> Ledeb.	Adi kuzu kıran	Clusiaceae	0.04	2.91
<i>Ixiolirion tataricum</i> (Pallas) Herbert	Tatarcık	Amaryllidaceae	0.01	1.94
<i>Lactuca serriola</i> L.	Acı marul	Asteraceae	2.27	79.61
<i>Lallemantia iberica</i> (Bieb.)	Ajdarbaşı	Lamiaceae	0.01	1.94
<i>Lamium amplexicaule</i> L.	Ballıbaba	Lamiaceae	4.28	52.42
<i>Lathyrus</i> sp.	Yabani mürdümük	Fabaceae	0.08	8.73
<i>Leontica leontopetulum</i> L.	Aslanpençesi	Berberidaceae	0.21	13.59
<i>Lepidium perfolatum</i> L.	Yabani tere	Brassicaceae	0.46	9.7
<i>Linum pubescens</i> Banks and Sol.	Tüylü pembe keten	Liliaceae	0.06	6.79
<i>Linum</i> spp.	Keten	Liliaceae	0.39	26.21
<i>Lisaea strigosa</i> (Banks and Sol.) Eig.	Testere dişli pıtrak	Apiaceae	0.6	35.92
<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	Delice	Poaceae	0.03	3.88



Çizelge 3. Devamı

Bilimsel Adı	Türkçe Adı	Familiya	Yoğ.*	RS%
<i>Lolium perenne</i> L.	İngiliz çimi	Poaceae	1.09	53.39
<i>Lotus</i> spp.	Gazal boynuzu	Fabaceae	0.01	1.94
<i>Malva neglecta</i> Wallr.	Ebegümeçi	Malvaceae	0.33	30.09
<i>Marrubium parviflorum</i> Fisch.& C.A.Mey.	Küçük çiçekli sinek otu	Liliaceae	0.03	3.88
<i>Matricaria chamomilla</i> L.	Hakiki papatya	Asteraceae	0.03	3.88
<i>Medicago sativa</i> L.	Yonca	Asteraceae	1.64	55.33
<i>Medicago orbicularis</i> (L). Bart.	Diskvari yonca	Fabaceae	0.01	1.94
<i>Medicago scutellata</i> L.	Salyangoz yoncası	Fabaceae	0.009	0.97
<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Desr.	Sarı taş yoncası	Fabaceae	0.92	25.24
<i>Moluccella laevis</i> L.	Dikensiz luken dudağı	Lamiaceae	0.45	9.7
<i>Muscari armeniacum</i> Leichtlin ex Baker	Arap sümbülü	Liliaceae	0.13	8.73
<i>Myagrurn perfoliatum</i> L.	Gönül hardalı	Brassicaceae	0.71	34.95
<i>Neslia apiculata</i> Fisch.	Trakya hardalı	Brassicaceae	0.13	12.62
<i>Onobrychis</i> sp.	Korunga	Fabaceae	0.01	1.94
<i>Onosma</i> sp.	Altın damlası	Boraginaceae	0.02	2.91
<i>Ornithogalum narbonense</i> L.	Akbaldır	Liliaceae	0.27	21.35
<i>Orobanche</i> spp.	Canavar otu	Orobanchaceae	0.09	9.7
<i>Papaver rhoeas</i> L.	Gelincik	Papaveraceae	1.66	90.29
<i>Papaver</i> spp.	Yabani haşhaş	Papaveraceae	0.03	2.91
<i>Phlaris bractystachys</i> Link.	Kuşyemi	Poaceae	0.31	23.3
<i>Phragmites communis</i> Trin.	Kamış	Poaceae	0.11	0.97
<i>Picnomon acarna</i> (L.) Cass.	Pamuk dikenli	Asteraceae	0.44	44.66
<i>Plantago lanceolata</i> L.	D.y.sinir otu	Plantaginaceae	0.01	1.94
<i>Plantago major</i> L.	G.y. sinir otu	Plantaginaceae	0.08	8.73
<i>Poa annua</i> L.	Salkım otu	Poaceae	0.01	1.94
<i>Poa longifolia</i> Trin.	Uzun yapraklı salkım otu	Poaceae	0.009	0.97
<i>Poa bulbosa</i> L.	Yumrulu salkım otu	Poaceae	0.29	10.67
<i>Polygonum aviculare</i> L.	Çobandeğneği	Polygonaceae	0.34	20.38
<i>Prosopis</i> sp.	Çeti	Fabaceae	0.41	26.21
<i>Ranunculus arvensis</i> L.	Tarla düğün çiçeği	Ranunculaceae	0.44	27.18
<i>Reseda lutea</i> L.	Sarı muhabbet çiçeği	Resedaceae	0.009	0.97
<i>Rumex crispus</i> L.	Kıvırcık labada	Polygonaceae	0.08	8.73
<i>Salsola kali</i> L.	Adi soda otu	Amaranthaceae	0.03	1.94

Çizelge 3. Devamı

Bilimsel Adı	Türkçe Adı	Familya	Yoğ.*	RS%
<i>Salvia</i> spp.	Adaçayı	Lamiaceae	0.27	24.27
<i>Salvia cryptantha</i> Monthr & Auch.	Adaçayı	Lamiaceae	0.03	3.88
<i>Salvia multicaulis</i> Vahl.	Adaçayı	Lamiaceae	0.07	7.76
<i>Sanguisorba minör</i> Scop.	Çayır düğmesi	Rosaceae	0.22	22.33
<i>Scandix pecten-veneris</i> L.	Zühre tarağı	Apiaceae	0.19	7.76
<i>Scandix stellata</i> Banks. & Sol.	Dağ kişkişi	Apiaceae	0.05	5.82
<i>Senecio vernalis</i> Waldst and Kit.	İmam kavuğu	Asteraceae	0.1	10.67
<i>Senecio vulgaris</i> L.	Kanarya otu	Asteraceae	0.37	31.06
<i>Seteria viridis</i> (L.) P.Beauv.	Yeşil kirpi darı	Poaceae	0.11	6.79
<i>Silene conoidea</i> L.	Mısır nakılı	Caryophyllaceae	1.05	16.5
<i>Silene conica</i> L.	Yapışkan nakıl	Caryophyllaceae	0.07	7.76
<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertner	Meryem ana dikeni	Asteraceae	0.41	41.74
<i>Sinapis arvensis</i> L.	Yabani hardal	Brassicaceae	2.42	80.58
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Eşek marulu	Asteraceae	0.14	14.56
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	Kanyaş	Poaceae	0.86	10.67
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill	Serçe dili	Caryophyllaceae	0.51	17.47
<i>Taraxacum</i> sp.	Aslan dişi	Asteraceae	0.44	14.56
<i>Teucrium polium</i> L.	Taş kekiği	Lamiaceae	0.07	7.76
<i>Thlaspi arvense</i> L.	Tarla akça çiçeği	Brassicaceae	3.36	53.39
<i>Tragopogon latifolius</i> Boiss.	Yemlik	Asteraceae	0.47	46.6
<i>Tragopogon reticulatus</i> Boiss.	Tekesakalı	Asteraceae	0.03	3.83
<i>Tribulus terrestris</i> L.	Demir dikeni	Zygophyllaceae	1.09	15.53
<i>Trifolium stellatum</i> L.	Yıldızlı üçgül	Fabaceae	0.18	18.44
<i>Trifolium</i> sp.	Üçgül	Fabaceae	0.65	41.74
<i>Trifolium pilulare</i> Boiss.	Tüylü üçgül	Fabaceae	0.1	4.85
<i>Trifolium purpureum</i> Lois.	Mor üçgül	Fabaceae	0.07	6.79
<i>Turgenia latifolia</i> (L.) Hoffm.	Peynir otu	Apiaceae	0.03	3.88
<i>Xanthium strumarium</i> L.	Domuz pıtrağı	Asteraceae	1.17	24.27
<i>Xeranthemum annuum</i> L.	Dağ karanfili	Asteraceae	0.03	3.88
<i>Xanthium spinosum</i> L.	Dikenli pıtrak	Asteraceae	0.009	2.91
<i>Vaccaria pyramidata</i> Medik	Arap baklası	Caryophyllaceae	0.55	40.77
<i>Valerianella coronata</i> (L.) DC.	Taçlı kuzu gevreği	Valerianaceae	0.01	1.94
<i>Valerianella vesicaria</i> (L.) Moench.	Kedi otu	Valerianaceae	0.06	6.79

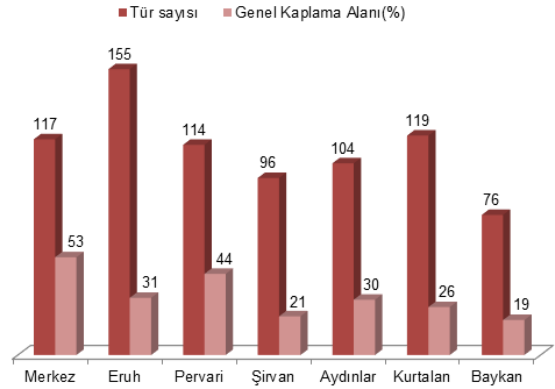
## Çizelge 3. Devamı

Bilimsel Adı	Türkçe Adı	Familiya	Yoğ.*	RS%
<i>Verbascum</i> spp.	Siğirkuyruğu	Scrophulariaceae	0.07	5.82
<i>Veronica hederifolia</i> L.	Adi yavşan otu	Scrophulariaceae	1.96	19.41
<i>Vicia narbonensis</i> L.	Kaba tüylü fiğ	Fabaceae	0.35	31.06
<i>Vicia sativa</i> L.	Adi fiğ	Fabaceae	1.32	57.28
<i>Ziziphora capitata</i> L.	Anuk	Lamiaceae	0.07	7.76

Sürvey sonuçları dikkate alındığında fıstık bahçelerinde (buldukları bölgelerde) en fazla yoğunluk oluşturan baskın türlerin başında; köpekdişi ayırığı (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) ve tarla sarmaşığı (*Convolvulus arvensis* L.)'nin geldiği görülmektedir. Çok yıllık olan bu iki tür dışında yabancı yulaf (*Avena* spp.), İtalyan sığırdili (*Anchusa azurea* Miller.), püsküllü çayır otu (*Bromus tectorum* L.), kır teresi (*Cardaria draba* L.), saka diken ( *Carduus pycnocephalus* L.), şahtere (*Fumaria officinalis* L.), dil kanatan (*Galium aparine* Dandy.), ballıbaba (*Lamium amplexicaule* L.), acı marul (*Lactuca serriola* L.), İngiliz çimi (*Lolium perene* Lam.), yonca (*Medicago sativa* L.), gelincik (*Papaver rhoeas* L.), yabancı hardal (*Sinapis arvensis* L.), tarla akça çiçeği (*Thlaspi arvense* L.) ve adi fiğ (*Vicia sativa* L.) bölgede en sık rastlanan ve sorun oluşturan yabancı ot türleridir (Çizelge 3).

Siirt genelinde Antep fıstığı bahçelerindeki yabancı otların ortalama olarak genel kaplama alanlarının yaklaşık %37 olduğu saptanmıştır. Ancak yabancı ot türlerinin dağılımları ve yoğunlukları dikkate alındığında; gerek yabancı ot türleri ve bunların sayıları gerekse de yabancı otların kaplama oranları bakımından ilçeler arasında büyük farklılıkların bulunduğu belirlenmiştir (Şekil 2). Nitekim Merkez (%53) ve Pervari'nin (%44) en yüksek yabancı ot kaplama alanına sahip ilçeler olduğu, Baykan

(%19) ve Şirvan (%21) ilçelerinde ise yabancı otların genel kaplama oranının bu ilçelerin yarısından daha az olduğu saptanmıştır. Diğer yandan yabancı ot tür sayısı bakımından Eruh (155 tür) ilk sırada yer alırken, Baykan (76 tür) en az sayıda türe sahiptir (Şekil 2). Ancak ilçeler arasında tür çeşitliliği ve genel kaplama alanları yönüyle görülen büyük farklılığa rağmen; baskın olan yabancı ot türleri yönüyle ilçeler arasında büyük bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4).



Şekil 2. Siirt iline bağlı ilçelerde fıstık bahçelerinde yabancı otların tür sayısı ve genel kaplama alanları (%)

Çizelge 4. Antep fıstığı bahçelerindeki dominant yabancı ot türlerinin Siirt ilinde ilçeler bazında yaygınlık ve yoğunlukları

	<i>Avena</i> spp.		<i>Convolvulus arvensis</i>		<i>Cynodon dactylon</i>		<i>Lactuca serriola</i>		<i>Papaver rhoeas</i>		<i>Sinapis arvensis</i>		<i>Fumaria officinalis</i>	
	y*	%R	y*	%R	y*	%R	y*	%R	y*	%R	y*	%R	y*	%R
Merkez	3.5	74	8.45	80	17.7	87	3.61	70	1.83	74	4.29	87	7.8	58
Eruh	1.4	54	15.4	83	6.61	61	2.7	83	2.16	100	1.48	64	1.32	51
Pervari	2.1	85	10.6	100	9.57	42	1.14	100	1.28	100	1.57	100	2.57	85
Şirvan	1.6	87	4.75	75	5.25	87	0.75	75	1.62	100	2.62	100	0.37	37
Tillo	0.9	87	5.3	75	8.5	75	0.9	75	1	100	0.6	62	15.4	75
Kurtalan	1.6	100	5.27	90	13.4	90	1.18	100	1	90	2	90	0.45	45
Baykan	5.7	100	2.42	85	6.14	71	0.57	57	0.85	85	1.71	85	0.28	28

Siirt ili Antep fıstığı bahçelerinde yapılan sürvey çalışmalarının sonuçlarına göre yabancı ot tür sayısı bakımından en fazla taksona sahip familyaların Asteraceae (29 tür), Poaceae (23 tür), Fabaceae (18 tür), Apiaceae (12 tür) ve Brassicaceae (12 tür) olduğu saptanmıştır. Bahsi geçen bu bitki familyaları hem bölgemizde hem de ülkemizde en fazla bitki türü içeren familyalar olup bunlar çoğunlukla tarım alanlarına uyum sağlayan bitki türlerini kapsamaktadır (Düzenli et al. 1993, Özer et al. 1999). Bu nedenle de en fazla yabancı ot türüne sahip familyalar olarak bulunmalarının bu özelliklerinin doğal bir sonucu olduğu düşünülmüştür. Nitekim çalışma alanını da kapsayan Güneydoğu Anadolu Bölgesinde daha önce farklı kültür bitkilerinde yapılmış olan sürvey çalışmalarında da bu familyaların en fazla tür içeren familyalar arasında yer aldığı ifade edilmiştir (Arıkan et al. 2015, Arslan et al. 2017, Demir ve Tepe 2001, Özaslan 2011, Özaslan and Bükün 2013, Pala 2017, Pala et al. 2018, Uludağ ve Katkat 1993, Zel 1974).

Çalışma sonuçlarına göre fıstık bahçelerinde yabancı yulaf (*Avena* spp.) püsküllü çayır otu (*Bromus tectorum* L.), kır teresi (*Cardaria draba* (L.) Desv., Saka dikenini (*Carduus pycnocephalus* L.), şahtere (*Fumaria officinalis* L.), dil kanatan (*Galium aparine* L.), duvar arpası (*Hordeum murinum* L.), ballibaba (*Lamium amplexicaule* L.), acı marul (*Lactuca serriola* L.), gelincik (*Papaver rhoeas* L.), yabancı hardal (*Sinapis arvensis* L.), tarla akça çiçeği (*Thlaspi arvense* L.) ve adi fiğ (*Vicia sativa* L.) gibi tek yıllık yabancı ot türleri ve İtalyan sığırdili (*Anchusa azurea* Miller.), köpek dişi ayrığı (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.), tarla sarmaşığı (*Convolvulus arvensis* L.), İngiliz çimi (*Lolium perene* L.) ve yonca (*Medicago sativa* L.) gibi çok yıllık yabancı ot türleri sorun oluşturan baskın türler olarak saptanmıştır. Daha önce bölgenin farklı illerinde yapılan sürvey çalışmalarında da bu türler içerisinde yer alan *A. fatua*, *C. dactylon*, *L. serriola*, *C. arvensis* gibi yabancı ot türleri ile sürvey alanında sıklıkla rastlanan *Sorghum halepense*, *Heliotropium europeaeum*, *Chenopodium album*, *Tribulus terrestris* ve *Chrozophora tinctoria* gibi türlerin fıstık alanlarında önemli sorunlara yol açabildikleri belirtilmektedir (Göksu 2018, Muslu ve Tepe 2016, Özcan 2012, Özcan 2016, Özcan ve Önen 2016a). Benzer şekilde İran'da yürütülen bir çalışmada da *C. adraba*, *C. album*, *B. tectorum*, *C. arvensis*, *Dactylis glomerata*, *Solanum nigrum*, *Alhagi camelorum*, *Prosopis* sp., *Abutilon theophrasti* ve *Salsola kali* gibi yabancı otların önemli derecede sorun oluşturduğu dile getirilmiştir (Davarynejad 1999).

Sonuç olarak; yabancı otların verim ve kaliteyi önemli derecede etkilediği, aynı zamanda diğer birçok hastalık

ve zararlıya konukçuluk yaptığı, hasadı güçleştirdiği dikkate alındığında mutlaka kontrol altına alınmaları gerekmektedir (Özer et al. 2001). Sürvey çalışmaları neticesinde Antep fıstığı bahçelerinde yabancı ot yoğunluklarının önemli seviyede olduğu ve özellikle yeni tesis edilen bahçelerde yabancı otların ciddi oranda zarar verebildiği saptanmıştır. Dolayısıyla da yabancı ot rekabetinin özellikle yeni tesis edilen bahçelerde fidelerin gelişimini etkileyen unsurların başında geldiği gözden kaçırılmamalıdır (Hosseini et al. 2007).

Bölgede birinci sınıf tarım arazilerinden ziyade engebeli arazilerin değerlendirilmesi ve ek gelir elde edilmesi amacıyla bu alanlarda fıstık bahçesi tesis etme yoluna gidildiği saptanmıştır. Ayrıca fıstık ağaçlarında görülen periyodisite ve ağaçların verime geç yatması (en az 5-7 yıl) nedeniyle bahçe bakımıyla fazla ilgilenilmediği belirlenmiştir. Bu nedenle bitki koruma etmenleriyle de yeterli düzeyde mücadele yapılmamaktadır. Bölgede yabancı ot mücadelesi genel olarak mekanik yolla yapılmaktadır. Ancak traktörle yapılan derin sürüm gibi yanlış uygulamalar yüzeysel köklere zarar vermekte ve dip kurdu popülasyonunun artmasına da sebebiyet vermektedir. Dolayısıyla sorun olan yabancı otlar başka problemlere yol açamayacak şekilde entegre mücadele çerçevesinde ele alınmalıdır (Önen et al. 2018, Özer et al. 2001). Bu bakış açısıyla toprak işleme, örtücü bitki, fideliklerde malç uygulamaları, herbisit kullanımı vb. tedbirler bir bütün olarak değerlendirilmelidir (Arıkan et al. 2015, Özcan 2016, Özer et al. 2001).

Diğer yandan bu çalışma ile bölgede sorun oluşturan yabancı ot türleri belirlenmiş ve bu yabancı otlarla mücadelenin yapılması gerekliliği ortaya konulmuştur. Ancak ekolojik koşullardaki farklılığın bir sonucu olarak sürvey yapılan bölgelere göre yabancı ot popülasyonlarında görülen büyük farklılıklar nedeniyle bölgeye ve/veya bahçeye özel tedbirlerin alınması yoluna gidilmelidir (Önen ve Özer 2002, Önen et al. 2018, Özaslan et al. 2016, Özcan 2012, Özcan ve Önen 2016b, Sırrı et al. 2016a, 2016b).

## ÖZET

Bu çalışma Siirt ili Antep fıstığı bahçelerinde görülen yabancı otlar ve bunların yaygınlık ve yoğunlukları ile kaplama alanlarının belirlenmesi amacıyla; 2017-2018 vejetasyon dönemlerinde sürvey çalışmaları şeklinde yürütülmüştür. Çalışma kapsamında bölgeyi temsil edecek şekilde rastgele seçilen toplam 103 fıstık bahçesinde arazi gözlemleri yapılmıştır. Yapılan sürvey çalışmaları sonucunda, 4'ü tek çenekli, 33'ü çift çenekli olmak üzere 37 familyaya ait toplam 170 yabancı ot türü saptanmıştır. Yabancı ot tür sayısı

bakımından en fazla taksona sahip familyaların Asteraceae (29 tür), Poaceae (23 tür), Fabaceae (18 tür), Apiaceae (12 tür) ve Brassicaceae (12 tür) olduğu saptanmıştır. Belirlenen türler arasında rastlanma sıklığı en yüksek olan yabancı otlar ise *Avena* spp., *Anchusa azurea* Miller., *Bromus tectorum* L., *Cardaria draba* (L.) Desv., *Carduus pycnocephalus* L., *Fumaria officinalis* L., *Lamium amplexicaule* L., *Lactuca serriola* L., *Galium aparine* L., *Lolium perene* L., *Medicago sativa* L., *Papaver rhoeas* L., *Sinapis arvensis* L., *Thlaspi arvense* L. ve *Vicia sativa* L. olduğu görülmüştür. Buldukları bölgede en fazla yoğunluk oluşturan türlerin ise *Cynodon dactylon* (L.) Pers. ve *Convolvulus arvensis* L. olduğu tespit edilmiştir. Siirt genelinde Antep fıstığı bahçelerindeki yabancı otların genel kaplama alanı yaklaşık %37 olarak belirlenmiştir. Yabancı ot tür sayısı, türlerin rastlanma sıklığı ve yoğunlukları ile kaplama alanları yönüyle ilçeler arasında büyük farklılıklar olduğu saptanmıştır. Yabancı otların genel kaplama alanı Merkez ilçesinde en yüksek (%53) seviyede Baykan ilçesinde en düşük seviyede (%19) bulunmuştur. Ayrıca Erüh (155 tür) ilçesinde en fazla yabancı ot tür sayısına rastlanırken en az tür sayısı Baykan (76 tür) ilçesinde saptanmıştır. Sonuçlar çalışma alanında bölgeye özel yabancı ot yönetim stratejilerinin uygulanması gerektiğini ortaya koymuştur.

Anahtar kelime: Antep fıstığı, yabancı ot türleri, sürvey, Siirt, Türkiye

## KAYNAKLAR

Ağaoğlu Y.S., Çelik H., Çelik M., Fidan Y., Gülşen Y., Günay A., Halloran N., Köksal İ., Yanmaz R., 1995. Genel Bahçe Bitkileri. T.C. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, No: 4, Ankara, 369 p.

Anonim, 2011. 2011 yılı Antep fıstığı raporu. T.C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı, Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü Raporları, Şubat, Ankara, 11 p.

Anonim, 2017. Bitkisel Üretim İstatistikleri, Türkiye İstatistik Kurumu. <https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul> (Erişim tarihi: 01.09.2018).

Anonim, 2018a. Antep fıstığı yetiştiriciliği. Ankara Üniversitesi Açık Ders Malzemeleri. <https://acikders.ankara.edu.tr/course/view.php?id=361> (Erişim tarihi: 18.09.2018).

Anonim, 2018b. Peyman Siirt Fıstığı. <https://www.fatsecret.com.tr/kaloriler-beslenme/peyman/siirt-fistigi/100gr> (Erişim tarihi: 19.09.2018).

Anonim, 2018c. <https://sanliurfaobm.ogm.gov.tr/SiirtOIM> (Erişim tarihi: 19.09.2018).

Arıkan L., Kitiş Y.E., Uludağ A., Zengin H., 2015. Antalya ili turuncğil bahçelerinde görülen yabancı otların yaygınlık

ve yoğunluklarının belirlenmesi. Turkish Journal of Weed Science, 18 (2), 12-22.

Arslan Z.F., Altun A.A., Bilgili A., 2017. Türkiye mercimek (*Lens culinaris* Medik.) üretimindeki yabancı ot sorunlarının dünü, bugünü ve yarını- Şanlıurfa örneği. Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 5 (11), 1312-1322.

Davarynejad G.H., 1999. Application of urea as a post-emergence herbicide for pistachio orchards. College of Horticulture, Ferdowsi University of Mashad, P.O. Box, Mashad, Iran, 1163-1775 p.

Davis P.H., 1965-1989. Flora of Turkey and East Aegean Islands. Edinburg Univ. Press., Vol. 1-11, Edinburg, 468 p.

Demir A., Tepe I., 2001. Diyarbakır ili nohut ekiliş alanlarında saptanan önemli yabancı ot türleri yaygınlık ve yoğunlukları. Türkiye Herboloji Dergisi, 4 (1), 21-29.

Düzenli A., Türkmen N., Uygur F.N., Uygur S., Boz Ö., 1993. Akdeniz Bölgesi önemli yabancı otlar ve botaniksel özellikleri. Türkiye 1. Herboloji Kongresi, 3-5 Şubat 1993, Adana, 77-86.

Göksu M.S., 2018. Şanlıurfa ili Antep fıstığı bahçelerinde yabancı otlar ile mücadelede örtücü bitki kullanımının araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 72 s., Ordu.

Gül M., Akpınar M.G., 2006. Dünya ve Türkiye meyve üretimindeki gelişmelerin incelenmesi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19 (1), 15-27.

Günçan A., 2013. Yabancı otlar ve mücadele prensipleri (Güncelleştirilmiş ve İlaveli Beşinci Baskı), Selçuk Üniversitesi Basımevi, Konya, 313 p.

Hosseini S., Gholami S., Sayad E., 2007. Effect of weed competition, planting time and depth on *Pistacia atlantica* seedlings in a Mediterranean nursery in Iran. Silva Lusitana, 15 (2), 189-199.

Muslu T., Tepe I., 2016. Gaziantep'te nar bahçelerinde bulunan yabancı otlar. Yüzcüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 26 (1), 40-51.

Odum E.P., 1971. Fundamentals of Ecology 3<sup>rd</sup> Ed. W.B. Saunders Company, Philadelphia P.A., 574 p.

Önen H., 1995. Tokat Kazova'da yetiştirilen şekerpancarında sorun olan yabancı otlar ile uygulanan farklı savaş yöntemlerinin verime olan etkileri üzerine araştırmalar. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 72 s., Tokat.

Önen H., 2015. Türkiye İstilacı Bitkiler Kataloğu. Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı, Ankara, 533 p.

- Önen H., Özer Z., 2002. Tarla içerisinde yabancı otların dağılımları arasındaki farklılıkların haritalanarak belirlenmesi. Türkiye Herboloji Dergisi, 4 (2), 74-83.
- Önen H., Özcan S., 2010. İklim değişikliğine bağlı olarak yabancı ot mücadelesi. In: İklim değişikliğinin tarıma etkileri ve alınabilecek önlemler. Sayılı, M., (Ed.). T.C. Kayseri Valiliği İl Tarım Müdürlüğü Yayın No: 2, 336-357 p.
- Önen H., Akdeniz M., Farooq S., Hussain M., Özasan C., 2018. Weed flora of citrus orchards and factors affecting its distribution in western Mediterranean region of Turkey. Planta daninha, [online], 36, 1817-2126.
- Özcan S., 2012. Gaziantep ve çevresinde Antep fıstığı bahçelerinde sorun olan yabancı otlar ve dağılımlarının ekolojik faktörlerle ilişkilendirilmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 93 s., Tokat.
- Özcan S., 2016. Antep fıstığı ve bağ alanlarında sorun olan yabancı otlar ve alternatif mücadele yöntemlerinin belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 296 s., Tokat.
- Özcan S., Önen H., 2016a. Gaziantep ili ve yöresinde Antep fıstığı bahçelerinde sorun olan yabancı otların belirlenmesi. Uluslararası Katılımlı Türkiye VI. Bitki Koruma Kongresi bildirileri, 5-8 Eylül 2016, Konya, 900 s.
- Özcan S., Önen H., 2016b. Gaziantep ili ve yöresinde Antep fıstığı bahçelerinde sorun olan yabancı otların ekolojik faktörlerle ilişkilendirilmesi. Uluslararası Katılımlı Türkiye VI. Bitki Koruma Kongresi bildirileri, 5-8 Eylül 2016, Konya, 829 s.
- Özaslan C., 2011. Diyarbakır ili buğday ve pamuk ekim alanlarında sorun olan yabancı otlar ile üzerindeki fungal etmenlerin tespiti ve bio-etkinlik potansiyellerinin araştırılması. Doktora tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 218 s., Konya.
- Özaslan C., Bükün B., 2013. Determination of weeds in cotton fields in Southeastern Anatolia Region of Turkey. Soil-Water Journal, 2 (2), 1777-1784.
- Özaslan C., Önen H., Farooq S., Gunal H., Akyol N., 2016. Common ragweed: An emerging threat for sunflower production and human health in Turkey. Weed Science Society of Japan, Weed Biology and Management, 16, 42-55.
- Özer Z., Tursun N., Önen H., Uygur F.N., Erol D., 1998. Herbaryum yapma teknikleri ve yabancı ot teşhis yöntemleri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, No:12. Tokat, 213 p.
- Özer Z., Önen H., Tursun N., Uygur F.N., 1999. Türkiye'nin bazı önemli yabancı otları. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 38, Kitap seri No: 16, Tokat, 433 p.
- Özer Z., Kadioğlu İ., Önen H., Tursun N., 2001. Herboloji (Yabancı Ot Bilimi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 20, Kitaplar Serisi No: 10, Tokat, 263 p.
- Pala F., Mennan H., 2017. Diyarbakır ili buğday tarlalarında bulunan yabancı otların belirlenmesi. Bitki Koruma Bülteni, 57 (4), 447-461.
- Pala F., Mennan H., Demir A., 2018. Diyarbakır ili mercimek ekim alanlarında bulunan yabancı ot türlerinin, yaygınlıklarının ve yoğunluklarının belirlenmesi. Turkish Journal of Weed Science, 21 (1), 33-42.
- Sırma M., Kadioğlu İ., Günca A., 1997. Tokat ve yöresinde tohumluk buğdayda selektörden önce ve sonra ürüne karışan yabancı ot tohumlarının ve yoğunluklarının tespiti. Türkiye II. Herboloji Kongresi, Ayvalık-İzmir, 279-287.
- Sırrı M., Önen H., Günel H., Farooq S., 2016a. Kazova (Tokat)'da arazi kullanımına bağlı olarak yabancı otların değişimi. Uluslararası Katılımlı Türkiye VI. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, 5-8 Eylül 2016, Konya, 828 s.
- Sırrı M., Önen H., Günel H., Farooq S., 2016b. Çumra Ovasında (Konya) toprak özelliklerine bağlı olarak yabancı ot türlerinin dağılımı, Uluslararası Katılımlı Türkiye VI. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, 5-8 Eylül 2016, Konya, 827 s.
- Uludağ A., Katkat M., 1993. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde meyve fidanlıkalarında bulunan yabancı otlar ve yoğunluklarının belirlenmesi üzerine çalışmalar. Türkiye I. Herboloji Kongresi, 3-5 Şubat 1993, Adana, 175-184.
- Uluğ E., Kadioğlu İ., Üremiş İ., 1993. Türkiye'nin yabancı otları ve bazı özellikleri. T.K.B. Adana Ziraat Mücadele Araştırma Enstitüsü, Yay. No: 78, 513 s., Adana.
- Yavuz G.G., 2011. Sert Kabuklu Meyveler/ Antep Fıstığı. TEPGE BAKIŞ, Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü, Aralık 2011 Ankara, Nüsha: 5, 1303-8346.
- Zel N., 1974. Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri hububat tarlalarında mevcut yabancı ot çeşitleri üzerine survey çalışması. Ziraat Mücadele Araştırma Yıllığı, 8-80 p.

**Cite this article:** Sırrı M. (2019) Density and prevalence of weed species in pistachio orchards of Siirt province, Plant Protection Bulletin, 59-3. DOI: 10.16955/bitkorb.497118

**Atf için:** Sırrı M. (2019) Siirt ili fıstık bahçelerinde görülen yabancı otların yaygınlık ve yoğunluklarının belirlenmesi, Bitki Koruma Bülteni, 59-3. DOI: 10.16955/bitkorb.497118

# Bitki Koruma Bülteni / Plant Protection Bulletin

<http://dergipark.gov.tr/bitkorb>

## Original article

## Investigations on oppioid oribatid mites of Amanos Mountains (Turkey)

Amanos Dağları'nın oppioid oribatid akarları üzerine araştırmalar

Yasemin AY<sup>a\*</sup>, Nusret AYYILDIZ<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Biology, 38039 Melikgazi, Kayseri, Turkey

<sup>b</sup> Erciyes University, Faculty of Science, Department of Biology, 38039 Melikgazi, Kayseri, Turkey

### ARTICLE INFO

Article history:

DOI: [10.16955/bitkorb.503754](https://doi.org/10.16955/bitkorb.503754)

Received : 27.12.2018

Accepted : 01.04.2019

Keywords:

Oribatid mites, Oppioidea, taxonomy, new records, Amanos Mountains, Turkey

\* Corresponding author: Yasemin AY

✉ [4010241403@erciyes.edu.tr](mailto:4010241403@erciyes.edu.tr)

### ABSTRACT

In this study; the oppioid mites, collected from the southern part of the Amanos Mountains in 2012, 2016 and 2017 years, were evaluated taxonomically. Standard methods for the extracting, fixing, preserving of oribatid mites from the material collected were used. The identification of mites was made based on light and scanning electron microscope studies and literature. In conclusion; totally 7 taxa of oppioid mites representing three families, Epimerellidae Ayyildiz and Luxton, 1989, Oppiidae Sellnick, 1937 and Quadroppiidae Balogh, 1983 were determined. These are namely *Epimerella smirnovi longisetosa* Kulijev, 1967, *Discoppia (Cylindroppia) cylindrica cylindrica* (Pérez-Íñigo, 1965), *Rhinoppia (R.) heterotricha* (Ivan and Vasiliu, 1997), *Moritzoppia unicarinata unicarinata* (Paoli, 1908), *Oppiella (O.) nova uliginosa* (Willmann, 1919), *Ramusella (Rectoppia) mihelcici* (Pérez-Íñigo, 1965), *Quadroppia (Coronoquadroppia) michaeli michaeli* Mahunka, 1977 and recorded for the first time in Turkey.

## GİRİŞ

Oribatid akarlar, esas olarak toprak ve döküntüde yaşayan eklembacıklılardır. Zirai bakımdan seralarda ve bazı tarla bitkilerinde kök, yaprak veya meyvelerle beslendiklerinde küçük problemlere sebep olabilirler (Hoy 2011, Jeppson et al. 1975, Zhang 2003). Bu akarlar yavaş ürediklerinden, zirai ürünler için önemli hasar oluşturmaları nadir bir durumdur.

Toprakta yaşayan eklembacıklılar arasında hem tür hem de birey sayısı bakımından zengin olan oribatid akarların dünyada şimdiye kadar bilinen tür ve alttür sayısı 11.036'dır (Subías 2004, son güncelleme 2018). Bunlar içerisinde oppioid oribatid akarlar 1262 tür ile temsil edilmekte olup (Subías 2004, son güncelleme 2018), bilinen oribatid akar

sayısının yaklaşık %10'luk kısmını kapsar. Türkiye'den şimdiye kadar kaydedilmiş Oppioidea Grandjean, 1951 üst familyasına ait tür ve alttürlerin sayısı 80'dir (Baran et al. 2018, Erman et al. 2007, Özkan et al. 1988, 1994). Yapılan çalışmalardan anlaşılacağı üzere, ülkemizden Granuloppiidae gibi Palearktık bölgede yayılış gösteren familyadan herhangi bir kayıt tespit edilememiştir. Aynı şekilde kozmopolit yayılış gösteren Oppiidae familyasına ait bilinen tür sayısı da dünyada bilinenlerle karşılaştırıldığında oldukça azdır. Bu sonuçlar, oppioid oribatid akarlar üzerinde yapılacak çalışmaların önemini bir kez daha vurgulamaktadır.

Çalışma alanı olarak Amanos Dağları'nın Sariseki

(36.664023 K, 36.217694 D) ile Bektaşlı (36.654325 K, 36.407120 D) hattının güney kısmında kalan alan seçilmiştir. Amanos Dağları ve çevresinde yapılan çalışmalarda oribatid akarların Phthiracaridae Perty, 1841, Euphthiracaridae Jacot, 1930 ve Oribatulidae Thor, 1929 familyalarına ait taksonlar değerlendirilmiştir (Aktaş 2015, Ay and Ayyıldız 2017, Niedbala 1981, 1984, 1992). Bu çalışmanın konusunu oluşturan oppioid oribatid akarlar üzerine araştırma alanında herhangi bir çalışmaya şimdiye kadar rastlanılmamıştır.

Bu çalışmada; Akdeniz iklimine sahip Amanos Dağları'nın, bir tarafta karasal iklim diğer tarafta ise çöl iklimine sahip bölgeler arasında kalması nedeniyle ortaya çıkan sınır etkisinden dolayı tür çeşitliliği bakımından zengin olacağı gerçeği ile adı geçen bölgede yaşayan oppioid oribatid akarları tespit ederek Türkiye faunasına katkı sağlanması amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

Araştırma alanında 2012, 2014 ve 2016 yıllarında toplam 414 örnekleme yapılmış ve bu esnada toplanan toprak, döküntü, yosun ve liken gibi materyallerden akarlar, Berlese-Tullgren huni düzeneği kullanılarak özlümlenmiştir. Özlümlenen akarlar %80'lik etil alkolde tespit edilmiş ve akar koleksiyonunda muhafaza altına alınmıştır. Akarların incelenmesinde ışık ve tarama elektron mikroskopları kullanılmıştır. Örneklerin mikroskobik incelemesi çukur lamda geçici olarak hazırlanmış laktik asitli preparatlarda yapılmıştır. Teşhis işlemlerinde ve terminolojide çeşitli temel ve güncel kaynakların (Miko 2006, Minguez et al. 1985, Pérez-Íñigo 1965, Subías ve Arillo 2001, Woas 1986) yanı sıra koleksiyonumuzda mevcut materyaller de karşılaştırma amaçlı kullanılmıştır. Örneklerin toplandığı yerlerin listesi aşağıda verildiği şekildedir. İncelenen örnekler kısmında sadece lokalite numaraları ve birey sayıları verilmiştir.

### Lokalitelerin listesi

- 1) Hatay: İskenderun, Üçgüllük, 36° 26. 056'K, 035° 59. 582'D, 44 m, muz (*Musa* sp.) serasından üzeri yosunlu toprak, 10.I.2012.
- 2) Hatay: İskenderun, Kurtbağı köyü, 36° 24.284'K, 036° 01.956'D, 564 m, karışık orman altı döküntü, yosun ve toprak, 10.I.2012.
- 3) Hatay: İskenderun, Üçgüllük, 36° 25.887'K, 035° 59.900'D, 73 m, muz serası içinden üzeri kahverengi yosunlu toprak, 01.II.2012.
- 4) Hatay: İskenderun, Kurtbağı Köyü, 36° 24.345'K, 036° 01.756'D, 657 m, kayısı ağacı (*Prunus* sp.), incir ağacı (*Ficus carica*), zeytin ağacı (*Olea* sp.) ve karışık orman altı döküntü,

yosun ve toprak, 01.II.2012.

5) Hatay: İskenderun, Üçgüllük, 36° 25.532'K, 036° 00.001'D, 215 m, karışık orman altı döküntü, yosun ve toprak, 01.II.2012.

6) Hatay: İskenderun, Atik köyü, 36° 31.210'K, 036° 14.560'D, 1328 m, sedir ağacı (*Cedrus* sp.) altından döküntü ve toprak, 11.IV.2012.

7) Hatay: İskenderun, Kurtlusarımazı köyü yolu, 36° 31.300'K, 036° 15.050'D, 1366 m, karışık orman altı döküntü, yosun ve toprak, 11.IV.2012.

8) Hatay: İskenderun, Kurtbağı köyü, 36° 00.426'K, 036° 24.123'D, 478 m, karışık orman altı döküntü, yosun ve toprak, 11.IV.2012.

9) Hatay: İskenderun, Bey köyü, 36° 24.028'K, 036° 00.138'D, 455 m, karışık orman altı döküntü, yosun ve toprak, 11.IV.2012.

10) Hatay: İskenderun, Kurtbağı köyü, 36° 24.005'K, 036° 00.315'D, 470 m, karışık orman altı döküntü, yosun ve toprak, 11.IV.2012.

11) Hatay: İskenderun, Karagöz köyü yolu, 36° 22.667'K, 035° 57.649'D, 406 m, karışık orman altı döküntü, yosun ve toprak, 28.VIII.2012.

12) Hatay: İskenderun, Kurtbağı köyü, 36° 24.109'K, 036° 02.469'D, 539 m, çalı ve karışık orman altı döküntü, yosun ve toprak, 24.XI.2012.

13) Hatay: İskenderun, Derekuyu, 36° 25.445'K, 036° 02.594'D, 439 m, karışık orman altı döküntü, yosun ve toprak, 24.X.2016.

14) Hatay: İskenderun, Işıklı, 36° 19.691'K, 035° 48.580'D, 20 m, karışık orman altı döküntü, yosun ve toprak, 19.XII.2016.

15) Hatay: İskenderun, Hacı Ahmetli köyü, 36° 22.610'K, 035° 56.680'D, 192 m, karışık orman altı döküntü, yosun ve toprak, 25.I.2017.

## SONUÇLAR

Araştırma alanından Türkiye faunası için yeni olan 7 oppioid oribatid akar taksonu tespit edilmiştir. Bunların yapısal özellikleri örneklerimiz dikkate alınarak aşağıda sunulmuştur.

Üst Familya: Oppioidea Grandjean, 1951

*Belirlenen oppioid oribatid akarların familya teşhis anahtarı:*

1. III-IV. epimerlerin sınırları ortada genital açıklığın genişliği kadar olan bir alan ile ayrılmış .....  
.....Epimerellidae Ayyıldız and Luxton, 1989



- III-IV. epimerlerin sınırları ortada birleşir .....  
.....2

2. Kostulalar mevcut ise prodorsum uzunluğunun yarısından daha kısa; krista mevcut ise notogaster uzunluğunun 1/3'ünden daha uzun değil .....Oppiidae Sellnick, 1937

- Kostulalar prodorsum uzunluğunun yarısından daha uzun; krista notogaster uzunluğunun 1/3'ü kadar veya daha uzun .....Quadroppiidae Balogh, 1983

Familiya: Epimerellidae Ayyıldız ve Luxton, 1989

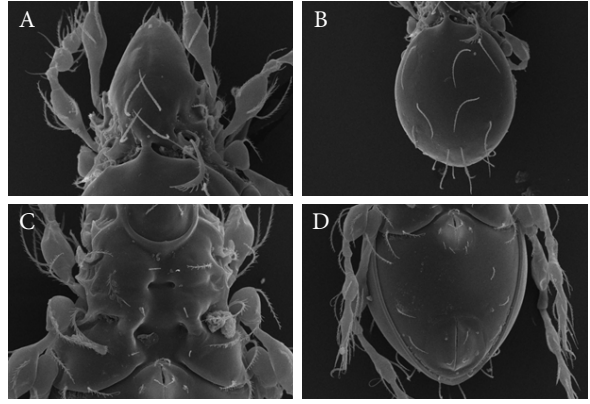
Cins: *Epimerella* Kulijev, 1967

Alt tür: *Epimerella smirnovi longisetosa* Kulijev, 1967

Vücut ölçümleri: Vücut uzunluğu 310 (290-340) µm, genişliği ise 159 (140-180) µm' dir (n=10).

Tanıttıcı özellikleri ve kısa tanımı (Şekil 1): Rostrum, tam ve uç kısmı burun şeklinde çıkıntılıdır. Bütün prodorsum kılları kaideden uca kadar silli yapıda, uzunlukları ise  $ro= 24$  µm,  $le= 38$  µm,  $in= 36$  µm ve  $ex= 19$  µm kadardır. Lamella ve interlamella kılları kovergent konumdadır. Lamella kılları interlamella kıllarına rostrum kıllarına göre daha yakın konumda yerleşmiştir. İnterlamella kılları, lamella kıllarının kaidesinin ötesine kadar uzanmaktadır. Sensillus 44 µm uzunluğunda, iğ şeklinde, baş kısmı 9-10 sillidir. Notogastral krista, ön ortaya doğru çıkıntı oluşturacak şekilde iyi gelişmiştir. Notogasterin ön kısmında bir çift humeral oluşum taşır. Notogaster silli, uzun yapıda 10 çift kıl taşır. Bunlar arasında *ta* kılı mevcut ve düz olup geriye doğru yönelmiştir. Notogasterin *te* kılı, *ti* kılının kaidesinin ötesine kadar uzanırken *ti*, *ms*'nin, *ms* de  $r_1$  kılının kaidesine kadar uzanmamaktadır. Subkapitulum iki eklemlidir. Subkapitulum kıllarından silli yapıda olan *h* ve *m* kılları seyrek silli olan *a* kılından daha uzundur. Epimer bölgesinde kılların dağılımı 3-1-3-3 şeklindedir. Epimer kıllarından *1c*, *4b* ve *4c* kılları silli yapıda ve düz olan diğer epimer kıllarından daha uzundur. Epimerlerin arasında önden arkaya doğru genişleyen bir boşluk mevcuttur. III+IV. epimerler arasındaki boşluk genital plak genişliği kadar olup 35 µm'dir. III+IV. epimerler ile II. epimerler arasında apodemler iyi gelişmiş ve dar bir bağlantı vardır. Genital plak 5 çift silli yapıda kıl taşır.  $g_1$  ve  $g_2$  kılları diğer genital kıllarından daha uzundur. Anal plak kılları 2 çift olup seyrek sillidir. *iad* lirifissürü paraanal konumdadır. Adanal kılların tümü uzun ve bir tarafı silli yapıda olup  $ad_1$  kılı postanal,  $ad_3$  kılı ise preanal konumdadır. Bacaklar bir tırnaklıdır.

İncelenen örnekler: 2: 21 ergin, 4: 1 ergin, 14: 14 ergin (3'ü SEM için kullanıldı), 15: 2 ergin.



Şekil 1. *Epimerella smirnovi longisetosa* Kulijev, 1967: A) Prodorsum, B) Notogaster, C) Epimer bölgesi, D) Anogenital bölge (ölçekler: C için 10 µm, diğerleri için 20 µm)

Familiya: *Oppiidae* Sellnick, 1937

Cins: *Discoppia* Balogh, 1983

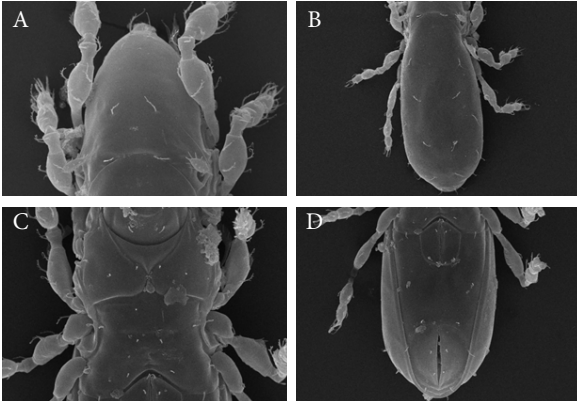
Alt cins: *Discoppia (Cylindroppia)* Subías and Rodríguez, 1986

Alt tür: *Discoppia (Cylindroppia) cylindrica cylindrica* (Pérez-Íñigo, 1965)

Vücut ölçümleri: Vücut uzunluğu 209 (198-220) µm, genişliği ise 84 (75-90) µm'dir (n=10).

Tanıttıcı özellikleri ve kısa tanımı (Şekil 2): Rostrum, tam ve yuvarlaktır. Bütün prodorsum kılları silli yapıda, uça ince ve kıvrılmış olup uzunlukları  $ro = 15$  µm,  $le = 11$  µm,  $in = 9$  µm'dir. Lamella kılları, interlamella kıllarına rostrum kıllarına göre daha yakın konumda yerleşmiştir. Sensillus 15 µm uzunluğunda, sap ile disk şeklinde bir başa sahip olup hem ortada hem de kenarlarda diken şeklinde oluşumlar mevcuttur. Notogastral krista yoktur. Notogaster 10 çift kıl taşır. *ta* kılı mevcuttur. Tüm notogaster kılları hemen hemen aynı uzunlukta olup seyrek (1-2 tane) sillidir. Subkapitulum iki eklemlidir. *h*, *m*, *a* kılları düz yapıda, uzunlukları arasındaki ilişki  $m < h < a$  şeklindedir. Epimer bölgesinde kılların dağılımı 3-1-3-3 şeklindedir. *4b* kılı diğer epimer kıllarından daha uzundur. Genital plak benzer yapıda 4 çift kıl taşır. Anal plak, düz yapıda 2 çift kıl taşır. *iad* lirifissürü paraanal konumdadır. Adanal kıllar düz yapıda olup  $ad_1$  kılı postanal,  $ad_3$  kılı ise preanal konumdadır. Bacaklar bir tırnaklıdır.

İncelenen örnekler: 2: 2 ergin, 4: 2 ergin, 10: 1 ergin, 12: 2 ergin, 13: 61 ergin (6'sı SEM için kullanıldı), 14: 126 ergin, 15: 7 ergin.



**Şekil 2.** *Discoppia (Cylindroppia) cylindrica cylindrica* (Pérez-Íñigo, 1965): A) Prodorsum, B) Notogaster, C) Epimer bölgesi, D) Anogenital bölge (ölçekler: B için 100 µm, diğerleri için 10 µm)

Cins: *Rhinoppia* Balogh, 1983

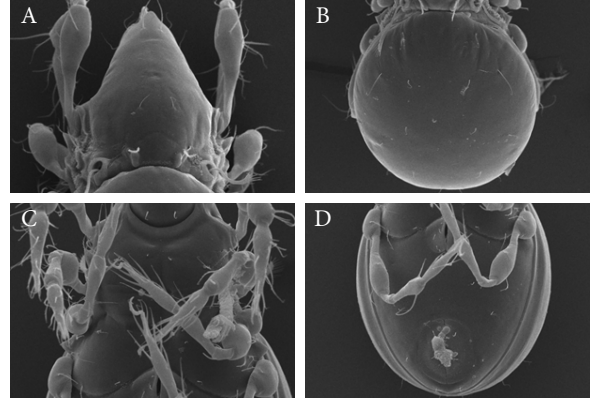
Altcins: *Rhinoppia (Rhinoppia)* Balogh, 1983

Tür: *Rhinoppia (R.) heterotricha* (Ivan and Vasiliu, 1997)

Vücut ölçümleri: Vücut uzunluğu 461 (440-490) µm, genişliği ise 261 (240-280) µm'dir (n=10).

Tanıttıcı özellikleri ve kısa tanımı (Şekil 3): Rostrum, tam ve yuvarlak olup burun şeklinde çıkıntılıdır. Rostrum kılları 35 µm uzunluğunda, bir tarafı sillidir. Lamella kılları düz, ince yapılı ve 17 µm uzunluğundadır. İnterlamella kılları 29 µm uzunluğunda silli ve güçlü yapıdadır. Lamella kılları, interlamella kıllarına rostrum kıllarına göre daha yakın konumda yerleşmiştir. İnterbotridiyal bölge, ortada oval şekilli sertleşmiş oluşumlu ve bir çift interbotridiyal skleritlidir. Bu oluşumlar krista ile kaynaşmamıştır. Sensillus 70 µm uzunluğunda, iğimsi yapıda ve 7-8 adet sil taşımaktadır. Ekzobotridiyal kıllar 10 µm uzunluğunda, sillidir. Ekzobotridiyal ve podozomal bölge tümsecikli bir desene sahiptir. Notogastral krista iyi gelişmiştir. Notogaster düz yapılı, uçta kıvrılmış, 10 çift kıl taşır. *ta* kılı mevcuttur ve 26 µm uzunluğundadır. Notogasterin *te* kılı 33 µm uzunluğunda ve diğer notogaster kıllarından daha uzundur. Subkapitulum iki eklemlidir ve kılları uçta kıvrılmıştır. Subkapitulum kıllarından *m* ve *a* kılları seyrek dikenli, *h* kılı düzdür. *m* kılı diğer subkapitulum kıllarından daha uzundur. Epimer bölgesinde kılların dağılımı 3-1-3-3 şeklindedir. Epimer bölgesindeki *1c*, *3b* ve *4b* kılları diğer epimer kıllarından daha uzundur. Genital plak, düz yapılı 6 çift kıl taşır. Anal plak, benzer yapıda 2 çift kıl taşır. *iad* lirifissürü paraanal konumdadır. Adanal kıllar ince, düz yapılı olup *ad<sub>1</sub>* kılı postanal, *ad<sub>3</sub>* kılı ise preanal konumdadır. Bacaklar bir turnaklıdır. İncelenen örnekler: 2: 30 ergin, 4: 27 ergin, 5: 1

ergin, 6: 5 ergin, 8: 60 ergin, 9: 25 ergin, 10: 95 ergin, 12: 360 ergin, 13: 69 ergin, 14: 344 ergin, 15: 1269 ergin (4'ü SEM için kullanıldı).



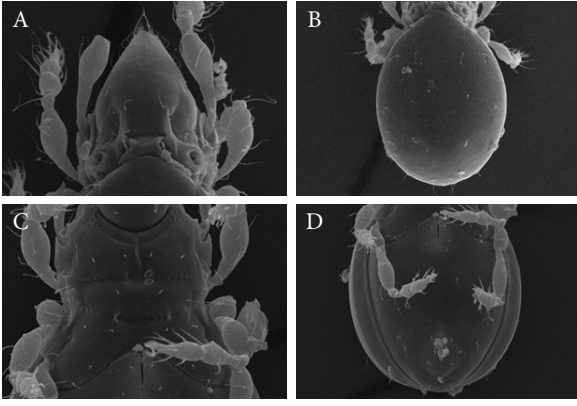
**Şekil 3.** *Rhinoppia (R.) heterotricha* (Ivan and Vasiliu, 1997): A) Prodorsum, B) Notogaster, C) Epimer bölgesi, D) Anogenital bölge (ölçekler: tüm şekiller için 20 µm)

Cins: *Moritzoppia* Subías and Rodríguez, 1988

Alttür: *Moritzoppia unicarinata unicarinata* (Paoli, 1908)

Vücut ölçümleri: Vücut uzunluğu 285 (270-300) µm, genişliği ise 148 (130-150) µm'dir (n=8).

Tanıttıcı özellikleri ve kısa tanımı (Şekil 4): Rostrum, tam ve yuvarlak yapılıdır. Rostrum kılları 19 µm uzunluğunda, bir tarafı sillidir. Lamella kıllar düz yapıda olup 10 µm uzunluğunda bir tarafı sillidir. İnterlamella kılları 7 µm uzunluğunda ve iki dikenlidir. Lamella kılları interlamella kıllarına rostrum kıllarına göre daha yakın konumdadır. Sensillus 15 µm uzunluğunda, küremsi şeklinde kısa dikenli bir başa sahiptir. Ekzobotridiyal kıllar, 17 µm uzunluğunda, düz yapılıdır. Prodorsum üzerinde yay şeklinde olan kostulalar botridiyumun üst kısmından başlayıp, lamella kıllarının kaidesinde sonlanmaktadır. Notogasterin uç kısmıyla ve kostulalarla bağlantılı olan S şeklinde bir çift interbotridiyal sklerit mevcuttur. Notogastral krista mevcuttur. Notogasterin uç kısmında humeral oluşum yoktur. Notogaster 10 çift kıl taşır. *ta* kılı bir dikenli, uç kısmı kıvrılmış ve düz olan diğer notogaster kıllarından daha uzundur. Subkapitulum iki eklemlidir. Subkapitulum kılları düz yapılı, *m* ve *a* kılları *h* kılından daha uzundur. Epimer bölgesinde kılların dağılımı 3-1-3-3 şeklindedir. Tüm epimer kılları düz yapılı ve kısadır. Genital plak düz yapıda 4 çift kıl taşır. Genital plaktaki *g<sub>1</sub>* kılı diğer genital kıllarından daha uzundur. Anal plak, benzer yapıda 2 çift kıl taşır. *iad* lirifissürü paraanal konumdadır. Adanal kıllar düz, kısa yapılı olup *ad<sub>1</sub>* kılı postanal, *ad<sub>3</sub>* kılı ise preanal konumdadır. Bacaklar bir turnaklıdır. İncelenen örnekler: 2: 1 ergin, 4: 10 ergin (3'ü SEM için kullanıldı).



**Şekil 4.** *Discoppia (Cylindroppia) cylindrica cylindrica* (Pérez-Íñigo, 1965): A) Prodorsum, B) Notogaster, C) Epimer bölgesi, D) Anogenital bölge (ölçekler: B için 100 µm, diğerleri için 10 µm)

Cins: *Oppiella* Jacot, 1937

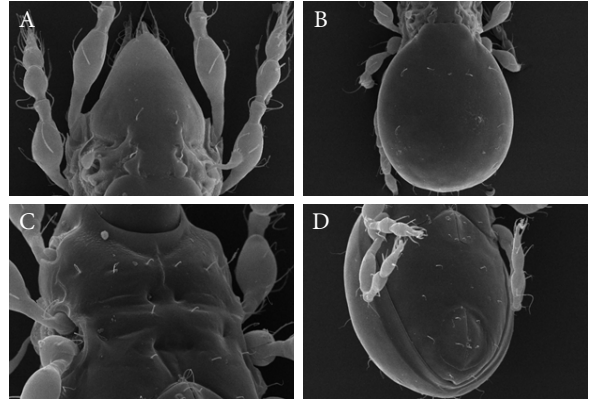
Altcins: *Oppiella (Oppiella)* Jacot, 1937

Alttür: *Oppiella (O.) nova uliginosa* (Willmann, 1919)

Vücut ölçümleri: Vücut uzunluğu 271 (250-290) µm, genişliği ise 138 (110-160) µm'dir (n=10).

Tanıttıcı özellikleri ve kısa tanımı (Şekil 5): Rostrum, tam ve yuvarlak olup burun şeklinde çıkıntılıdır. Rostrum kılları bir tarafı silli, uçta kıvrılmış, 14 µm uzunluğundadır. Lamella, interlamella ve ekzobotridiyal kıllar düz yapılı, uç kısmı kıvrılmış, uzunlukları  $le= 4$  µm,  $in= 6$  µm,  $ex= 25$  µm'dir. Lamella kılları, interlamella kıllarına rostrum kıllarına göre daha yakın konumdadır. Sensillus 48 µm uzunluğunda, bir tarafı kısa silli olan iğimsi bir şekle sahiptir. Botridiyum 45° açı yapacak şekilde içeriye doğru yönelmiştir. Lamellar kostulalar yay şeklinde ve iyi gelişmiştir. Kostulalar arasında bağlantı yoktur. Kostulalarla bağlantılı S şeklinde bir çift interbotridiyal sklerit mevcuttur. Ekzobotridiyal ve podozomal bölge tümsecikli bir desene sahiptir. Notogastral krista vardır. Notogaster düz yapıda 10 çift kıl taşır. Notogaster kıllarının uç kısmı incelerek kıvrılmıştır.  $ta$  kılı mevcuttur. Subkapitulum iki eklemlidir.  $m$  ve  $a$  kılları  $h$  kılından daha uzundur. Epimer bölgesinde kılların dağılımı 3-1-3-3 şeklindedir. Tüm epimer kılları düzdür. Genital plak düz yapılı 5 çift kıl taşır.  $g$ , kılı diğer genital kıllarından daha uzundur. Anal plak, benzer yapıda 2 çift kıl taşır.  $iad$  lififissürü paraanal konumdadır. Adanal kıllar hemen hemen aynı uzunlukta ve düz yapılı olup,  $ad_1$  kılı postanal,  $ad_3$  kılı ise preanal konumdadır. Bacaklar bir tırnaklıdır.

İncelenen örnekler: 2: 14 ergin, 4: 25 ergin, 9: 2 ergin, 11: 1 ergin, 12: 1 ergin, 15: 331 ergin (4'ü SEM için kullanıldı).



**Şekil 5.** *Oppiella (O.) nova uliginosa* (Willmann, 1919): A) Prodorsum, B) Notogaster, C) Epimer bölgesi, D) Anogenital bölge (ölçekler: A ve B için 20 µm, C ve D için 10 µm)

Cins: *Ramusella* Hammer, 1962

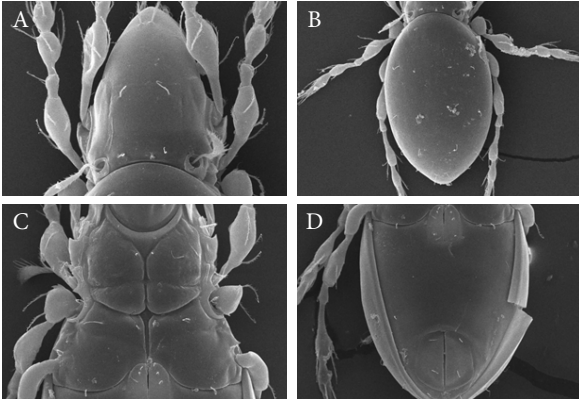
Altcins: *Ramusella (Rectoppia)* Subías, 1980

Tür: *Ramusella (Rectoppia) mihelcici* (Pérez-Íñigo, 1965)

Vücut ölçümleri: Vücut uzunluğu 269 (240-290) µm, genişliği ise 127 (100-140) µm'dir (n=10).

Tanıttıcı özellikleri ve kısa tanımı (Şekil 6): Rostrum, tam ve yuvarlak yapılıdır. Rostrum kılları 20 µm uzunluğunda, silli, kaideden uca doğru birbirinden uzaklaşan şekilde (divergent) uzanmaktadır. Lamella ve interlamella kılları silli yapıda olup, uzunlukları  $le= 13$  µm,  $in= 4$  µm'dir. Lamella kıllar, interlamella kıllarına rostrum kıllarına göre daha yakın konumdadır. Sensillus 38 µm uzunluğunda olup iğimsi, silli yapıdadır. Botridiyum 45° açı yapacak şekilde yukarıya doğru yönelmiştir. Notogastral krista yoktur. Notogaster 9 çift kıl taşır.  $ta$  kılı mevcut değildir. Tüm notogaster kılları hemen hemen aynı uzunlukta olup düz yapıya sahiptir. Notogasterin  $te$  ve  $ti$  kılları aynı hizada konumlanmıştır. Subkapitulum iki eklemlidir. Subkapitulum kılları seyrek silli yapıda olup kaideden uca doğru incelerek kıvrılmıştır. Epimer bölgesinde kılların dağılımı 3-1-3-3 şeklindedir. Genital plak benzer yapıda 5 çift kıl taşır. Anal plak, seyrek silli 2 çift kıl taşır.  $iad$  lififissürü paraanal konumdadır. Adanal kıllar seyrek silli yapıda olup  $ad_1$  kılı postanal,  $ad_3$  kılı ise preanal konumdadır. Bacaklar bir tırnaklıdır.

İncelenen örnekler: 1: 1 ergin, 2: 23 ergin, 3: 71 ergin, 4: 10 ergin (5'i SEM için kullanıldı), 5: 3 ergin, 8: 11 ergin, 12: 41 ergin, 13: 4 ergin, 14: 7 ergin, 15: 14 ergin.



**Şekil 6.** *Ramusella (Rectoppia) mihelcici* (Pérez-Íñigo, 1965): A) Prodorsum, B) Notogaster, C) Epimer bölgesi, D) Anogenital bölge (ölçekler: tüm şekiller için 10 µm)

Familiya: Quadropiidae Balogh, 1983

Cins: *Quadroppia* Jacot, 1939

Altçins: *Quadroppia (Coronoquadroppia)* Ohkubo, 1995

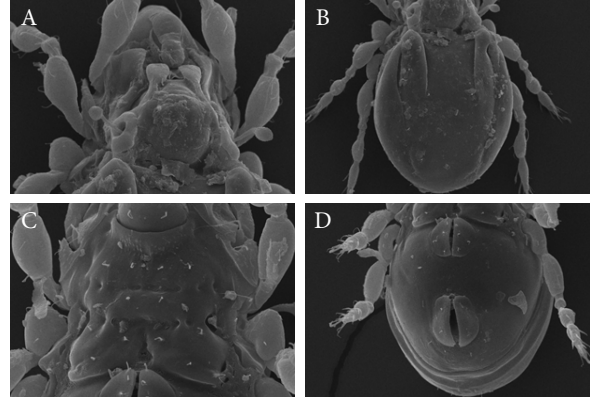
Alttür: *Quadroppia (Coronoquadroppia) michaeli michaeli* Mahunka, 1977

Vücut ölçümleri: Vücut uzunluğu 191 (180-213) µm, genişliği ise 106 (102-113) µm'dir (n=11).

Tanıttıcı özellikleri ve kısa tanımı (Şekil 7): Rostrum yuvarlak yapılıdır. Rostrum kılları 10 µm uzunluğunda, kaideden uca doğru tedrici olarak incelmekte olup seyrek dikenli ve rostrumun kenarından orijinlenmiştir. Prodorsumun üst kısmında alın eklentisi (frontal appendage) mevcuttur. Bu yapı geriye doğru daralarak devam etmekte ve ortada biraz incelmıştır. Lamella, interlamella ve ekzobotridiyal kıllar düz olup uzunlukları  $le = 2$  µm,  $in = 1$  µm,  $ex = 2$  µm'dir. Lamella kılları, interlamella kıllarına rostrum kıllarına göre daha yakın konumdadır. Sensillus 19 µm uzunluğunda, çomak şeklinde dikenli bir başa sahiptir. Kostulalar iyi gelişmiş ve kaidesi botridiyumun üst kısmından başlayıp alın eklentisine kadar uzanmıştır. Kostulaların uç kısımları arasında 5 µm genişliğinde bir boşluk vardır. Kostulalar arasındaki bölgede belirgin şekilde bir yükselti vardır. İnterlamella kılları bu yükselti üzerindedir Notogaster oval şeklinde olup kısa, düz yapılı 9 çift kıl taşır. Notogastral kristallerin iç uzantıları yaklaşık olarak 37 µm uzunluğunda,  $ti$  kılının yakınında sonlanmıştır. Notogastral kristallerin dış uzantıları ise iç uzantılarından daha uzun olup  $ms$  kılının önüne kadar uzanmıştır.  $ta$  kılı notogastral kristallerin iç ve dış uzantıları arasında konumlanmıştır.  $h_2$  kılı küçük bir yükselti üzerinden orijinlenmektedir. Subkapitulum iki eklemlidir. Subkapitulum kılları düz, kalın, uçta kıvrılmış yapıda ve hemen hemen aynı

uzunluktadır. Epimer bölgesinde kılların dağılımı 3-1-3-3 şeklindedir. Tüm epimer kılları düz yapılı olup  $4b$  kılı diğer epimer kıllarından daha uzundur. III+IV. epimerler arasında genital açıklığın önünde her ikisinde yuvarlak ve birbiriyle temas halinde olan bir oluşum mevcuttur. Genital plak düz yapıda 5 çift kıl taşır. Anal plak, benzer yapıda 2 çift kıl taşır.  $iad$  lififissürü paraanal konumdadır. Adanal kıllar düz, kısa yapılı olup  $ad_1$  kılı postanal,  $ad_3$  kılı ise adanal konumdadır. Bacaklar bir tırnaklıdır. II. bacağın tarsusu 2 solenidiyum taşır.

İncelenen örnekler: 2: 1 ergin, 4: 6 ergin, 6: 49 ergin (5'i SEM için kullanıldı), 7: 20 ergin, 8: 3 ergin, 9: 15 ergin, 10: 37 ergin, 12: 129 ergin, 13: 49 ergin, 14: 124 ergin, 15: 330 ergin.



**Şekil 7.** *Quadroppia (Coronoquadroppia) michaeli michaeli* Mahunka, 1977: A) Prodorsum, B) Notogaster, C) Epimer bölgesi, D) Anogenital bölge (ölçekler: A ve B için 20 µm, C ve D için 10 µm)

## TARTIŞMA VE KANI

Araştırma alanında belirlenen ve Türkiye faunası için yeni olan 7 oppoid oribatid akar taksonuna ait yapısal özellikler, örneklerimiz üzerinden tartışılıp değerlendirilerek varılan kanı aşağıda sunulmuştur.

*Epimerella smirnovi longisetosa* Kulijev, 1967: Türkiye faunası için yeni kayıt olarak belirlenen bu alttür Azerbaycan ve Ukrayna'dan (Kulijev 1967, Shtirts and Yaroshenko 2016) bilinmektedir. Bu alttür, *Epimerella smirnovi smirnovi* (Kulijev, 1962)'den  $p_{1-3}$  kıllarının daha uzun olması, interlamella kıllarının lamella kıllarının çıkış yerinin ilerisine kadar uzanması, sensillusun iğimsi yapıda, 10 civarında uzun sil taşıması ve I. epimerler arasında küçük bir boşluğun bulunması ile ayırt edilir (Kulijev 1967). Örneklerimiz tüm bu özellikleri taşıması ile bilinenler ile uyum içerisindedir.

*Discoppia (Cylindroppia) cylindrica cylindrica* (Pérez-Íñigo, 1965): Türkiye faunası için yeni kayıt olarak belirlenen bu alttür Paleartik ve tropikal bölgede yayılış göstermektedir

(Subías 2004, son güncellenme 2018). Pérez-Íñigo (1965), bu alttürü İspanya'dan topladığı örnekler üzerinden *Oppia minus* ssp. *cylindrica* adıyla yeni olarak tanımlamış ve Willmann (1931) tarafından *Oppia minus* Paoli olarak anahtarda verilen türü de sinonim listesine almıştır. Subías and Rodríguez (1986), *Discoppia* (*Cylindroppia*) olarak yeni bir altcins tanımlamış ve tip türü olarak *Oppia minus cylindrica* C. Pérez-Íñigo, 1965'i vermiştir. Pérez-Íñigo (1965) vücut uzunluğunu 225 µm, genişliğini 75 µm, Subías and Rodríguez (1986) vücut büyüklüğünü 207-218 µm x 89-96 µm (minimum 193 x 83 µm ve maksimum 224 x 102 µm), Willmann (1931) *O. minus* için vücut büyüklüğünü 225 x 93 µm olarak vermiştir. Örneklerimizde vücut uzunluğu 209 (198-220) µm, genişliği ise 84 (75-90) µm olarak ölçülmüş olup önceki verilerle tam bir uyum içerisindedir. Pérez-Íñigo (1965) sırttan görünüş ve sensillusa ilişkin vermiş olduğu şekillerde prodorsum ve notogaster kıllarını düz olarak çizerken, Subías and Arillo (2001) ve Subías and Rodríguez (1986) ise prodorsum ve notogaster kıllarının şekillerini seyrek silli olarak vermişlerdir. Örneklerimizin prodorsum ve notogaster kıllarının biçiminin, bu araştırmacılar (Subías ve Rodríguez 1986, Subías ve Arillo 2001 ) tarafından verilen şekillerle tam bir uyum içerisinde olduğu görülmüştür. Sensillus tipik olarak kısa bir sap ve disk şeklinde bir baş kısmına sahip olup bu kısım hem ortada hem de kenarlarda diken şeklinde oluşumlarla bezenmiştir. Örneklerimizde sensillus, çeşitli araştırmacılar (Pérez-Íñigo 1965, Subías ve Rodríguez 1986, Subías ve Arillo 2001) tarafından daha önce verilen şekillerle benzerdir.

*Rhinoppia* (*R.*) *heterotricha* (Ivan ve Vasiliu, 1997): Türkiye faunası için yeni kayıt olarak belirlenen bu tür Palearktik bölgede, sadece tip yeri Romanya'dan bilinmektedir (Ivan ve Vasiliu 1997, Subías 2004, son güncellenme 2018). Bu tür; rostrumun dışıksız, sensillusun iğimsi ve silli yapıda olması, bir çift interbotridiyal skleritin bulunması, 10 çift notogaster kılının mevcudiyeti, *ta* ve *te* kıllarının diğer notogaster kıllardan daha uzun olması, 6 çift genital kıl taşınması, *g*<sub>1</sub>'in diğer genital kıllardan daha uzun olması ve *iad* lififissürünün paranal konumda olmasıyla ayırt edilir (Ivan ve Vasiliu 1997). Ivan ve Vasiliu (1997), metinde sensillusun taraksı, distal uç yarısının birazcık yassılaştığı ve belirgin şekilde eğik olduğunu ve 6 veya 7 kol taşıdığını belirtmesine karşın yandan görünüşünü verdiği şekilde sensillusun iğimsi yapıda olduğu görülmektedir. Örneklerimizin gerek sensillus biçimi bakımından gerekse yukarıda verilen tanıttıcı özellikler bakımından tip örneğiyle yakın uyum içerisinde olduğu anlaşılmaktadır. Ivan ve Vasiliu (1997) *ta* ve *te* kıllarının uzunluğunu 25 µm olarak vermiş olup bu kıllar örneklerimizde *ta*: 26 µm, *te*: 33 µm olarak ölçülmüştür. Ivan and Vasiliu (1997), vücut büyüklüğünü 313 x 156 µm

olarak vermiştir. Örneklerimizde ise 461 (430-490) x 261 (240-280) µm olarak ölçülmüş olup değerlerin daha büyük olduğu gözlenmiştir. Bu durumun varyasyon sınırları içerisinde değerlendirilebileceği kanısındayız. Ayrıca, vücut uzunluğunun genişliğine oranı Ivan ve Vasiliu (1997)'nin verdiği tip örneğinde 2, örneklerimizde bu oran yaklaşık 1.8 olarak ölçülmüş olup sonuçların birbirine yakın olduğu anlaşılmaktadır.

*Moritzoppia unicarinata unicarinata* (Paoli, 1908): Türkiye faunası için yeni kayıt olarak belirlenen bu alttür Holoartik (daha çok Palearktik) bölgede ve Neotropikal bölgenin kuzeyinde dağılışı göstermektedir (Subías 2004, son güncellenme 2018). Rostrumun dışıksız, sensillusun kısa dikenli başa sahip olması ve genital plağın 4 çift kıl taşınması ile ayırt edilir (Miko 2006). Vücut büyüklüğünü Paoli (1908) 280 x 130 µm, Pérez-Íñigo (1976) 252 x 264 µm, Subías ve Arillo (2001) 220-310 µm x 120-175 µm; vücut uzunluğunu ise Van der Hammen (1952) 300 µm ve Miko (2006) 270-320 µm olarak vermişlerdir. Örneklerimizde vücut büyüklüğü 285 (270-300) x 148 (130-150) µm olarak ölçülmüş olup daha önceki verilerle uyum içerisindedir (Miko 2006, Paoli 1908, Pérez-Íñigo 1976, Subías ve Arillo 2001, Van der Hammen 1952).

*Oppiella* (*O.*) *nova uliginosa* (Willmann, 1919): Türkiye faunası için yeni kayıt olarak belirlenen bu alttür Orta Avrupa'da dağılışı göstermektedir (Miko 2006, Subías 2004, son güncellenme 2018, Woas 1986). Rostrumun tam ve burun şeklinde çıkıntılı, sensillusun iğimsi bir taraflı kısa silli, lamellar kostulanın iyi gelişmiş olması bu türün ayırt edici özellikleridir (Miko 2006, Woas 1986). Örneklerimiz, verilen bu özelliklerle uyum içerisindedir. Vücut uzunluğunu Woas (1986) 280-320 µm ve Miko (2006) 275-320 µm olarak vermişlerdir. Örneklerimizde ise bu değerler 271 (250-280) µm x 138 (110-160) µm olarak ölçülmüş olup yukarıda verilen değerlerin alt sınırına yakın olduğu anlaşılmaktadır.

*Ramusella* (*Rectoppia*) *mihelcici* (Pérez-Íñigo, 1965): Türkiye faunası için yeni kayıt olarak belirlenen bu tür Palearktik bölgede ve Venezuelada dağılışı göstermektedir (Subías 2004, son güncellenme 2018). Rostrum kıllarının kaideden uca doğru birbirinden uzaklaşan şekilde uzanması, lamella ve interlamella kıllarının kısa ve düz yapıda olması, sensillusun iğimsi, notogasterin 9 çift kıl taşınması, *ta* kılının alveolü ile temsil edilmesi, genital plağın 5 çift kıl taşınması bu türün özellikleridir (Miko 2006, Pérez-Íñigo 1965, Subías ve Rodríguez 1987, Subías ve Arillo 2001). Örneklerimizde lamella ve interlamella kılları seyrek silli yapıda olup daha önceki araştırmacılar tarafından verilen özelliklerde olduğu gibi düz değildir. Örneklerimiz, diğer özellikler bakımından tümüyle uyum içerisindedir. Vücut büyüklüğünü Pérez-

Íñigo (1965) 240-260 µm x 115-120 µm, Subías ve Rodríguez (1987) 228-247 µm x 113-126 µm (minimum 216-106 µm ve maksimum 265-139 µm), Miko (2006) 220-260 µm, Subías ve Arillo (2001) 210-265 µm x 110-140 µm olarak vermişlerdir. Örneklerimizde bu değerler 269 (240-290) µm x 127 (100-140) µm olarak ölçülmüş olup genelde yukarıda verilen değerlerin değişim aralığında bulunduğu anlaşılmaktadır.

*Quadroppia (Coronoquadroppia) michaeli michaeli* Mahunka, 1977: Bu alttür Paleartik bölgeden bilinmektedir (Mahunka 1974, 1977, Mahunka and Mahunka-Papp 2000, Subías 2004, son güncellenme 2018, Weigmann 2006). Türkiye faunası için yeni kayıttır. Bu alttür; alın eklentisinin önden arkaya doğru tedicri olarak daralması, kostulaların kısa, enine bir yapıyla bağlantılı olması, III+IV. epimerler arasında genital açıklığın önünde her ikisi de yuvarlak ve birbiriyle temas halinde olan yapının bulunması ve II. bacağıın tarsusunun 2 solenidyum taşıması ile ayırt edilir (Mahunka 1974, 1977). Çeşitli araştırmacılar (Mahunka 1974, 1977, Mahunka ve Mahunka-Papp 2000, Weigmann 2006) tarafından verilen çizimlerde notogastral kristalar *te* ve *ti* kıllarının ötesine kadar uzanırken örneklerimizde ise yakınına kadar uzanmaktadır. Ayrıca, *h<sub>2</sub>* kılı Mínguez et al. (1985) tarafından ifade edildiği gibi örneklerimizde de küçük bir yükselti üzerinde çıkmaktadır. Karakteristik özellik olarak verilen III+IV. epimerler arasındaki oluşum örneklerimizde de aynı şekilde gözlenmiştir. Vücut büyüklüğünü Mínguez et al. (1985) 178-200/100-117 µm, Mahunka (1977), 196-204/102-110 µm olarak bildirmiştir. Örneklerimizde vücut büyüklüğü 180-213/102-113 µm olarak ölçülmüş olup benzer değerlere sahip olduğu anlaşılmaktadır.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma verilerinin tamamı Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı'nda sorumlu yazar tarafından doktora tezi olarak sunulmuştur. Bu çalışmayı FDK-2018-7899 kodlu projeye destekleyen Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne teşekkür ederiz.

## ÖZET

Bu çalışmada; 2012, 2016 ve 2017 yıllarında Amanos Dağları'nın güney kesiminden toplanan oppoid akarlar taksonomik bakımdan değerlendirilmiştir. Toplanan materyalden akarların özütlenmesi, tespiti, muhafazası ve preparasyonunda bilinen yöntemler kullanılmıştır. Akarların tanısı, ışık ve tarama elektron mikroskobu incelemeleri ve literatüre dayanarak yapılmıştır. Sonuç olarak; Epimerellidae Ayyıldız ve Luxton, 1989, Oppiidae Sellnick, 1937 ve Quadroppiidae Balogh, 1983 familyalarına ait toplam 7 oppoid akar taksonu tespit edilmiştir. Bunlar *Epimerella*

*smirnovi longisetosa* Kulijev, 1967, *Discoppia (Cylindroppia) cylindrica cylindrica* (Pérez-Íñigo, 1965), *Rhinoppia (R.) heterotricha* (Ivan ve Vasiliu, 1997), *Moritzoppia unicarinata unicarinata* (Paoli, 1908), *Oppiella (O.) nova uliginosa* (Willmann, 1919), *Ramusella (Rectoppia) mihelcici* (Pérez-Íñigo, 1965) ve *Quadroppia (Coronoquadroppia) michaeli michaeli* Mahunka, 1977 olup, Türkiye'den ilk defa kaydedilmişlerdir.

Anahtar kelimeler: Oribatid akarlar, Oppioidea, taksonomi, yeni kayıtlar, Amanos Dağları, Türkiye

## KAYNAKLAR

Aktaş R., 2015. Amanos dağlarının güneybatı bölgesinden Euphthracarid Akarlar (Acari, Oribatida, Euphthracaridae) üzerine taksonomik araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 45 s., Kayseri.

Ay Y., Ayyıldız N., 2017. Oribatulid mites (Acari, Oribatida, Oribatulidae) from the southwestern region of the Amanos mountains. Bitki Koruma Bülteni, 57 (4), 473-484.

Baran Ş., Bezci T., Ayyıldız N., 2018. Supplementary checklist of oribatid mites (Acari) from Turkey. Munis Entomology and Zoology, 13 (1), 91-97.

Erman O., Özkan M., Ayyıldız N., Doğan S., 2007. Checklist of the mites (Arachnida: Acari) of Turkey. Second supplement. Zootaxa, 1532, 1-21.

Hoy M.A., 2011. Agricultural acarology: introduction to integrated mite management. CRC Press, Boca Raton, Florida, 430 pp.

Ivan O., Vasiliu N., 1997. New species of the family Oppiidae Grandjean, 1954 (Acari: Oribatida). Travaux du Muséum National d'Histoire Naturelle "Grigore Antipa", 39, 7-29.

Jeppson L.R., Keifer H.H., Baker E.W., 1975. Mites injurious to economic plants. University of California Press, Berkeley, California, 614 pp.

Kulijev K.A., 1967. Dva novykh roda oribatidnykh kleshchei iz Azerbaidzhana. Doklady Akademii Nauk Azerbaidzhanskoi SSR, 23 (7), 85-91.

Mahunka S., 1974. Neue und interessante milben aus dem Genfer Museum, XII, Beitrag zur Kenntnis der Oribatiden – Fauna Griechenlands (Acari). Revue Suisse de Zoologie, 81 (2), 569-590.

Mahunka S., 1977. Neue und interessante milben aus dem Genfer Museum, XXX. Weitere Beiträge zur Kenntnis der Oribatiden–Fauna Griechenlands (Acari: Oribatida). Revue Suisse de Zoologie, 84 (4), 905-916.

- Mahunka S., Mahunka-Papp L., 2000. Oribatids from Switzerland III (Acari: Oribatida: Oppiidae 1 and Quadropiidae). (Acarologica Genavensia XCIII). Revue Suisse de Zoologie, 107 (1), 49-79.
- Miko L., 2006. Oppiidae Grandjean, 1951, pp. 263-296. In: Hornmilben (Oribatida). Die Tierwelt Deutschlands, Begründet 1925 von Friedrich Dahl, 76. Teil. Goecke & Evers, Keltern, 520 pp.
- Mínguez M.E., Ruiz E., Subías L.S., 1985. El genero *Quadropia* Jacot, 1939 (Acari, Oribatida, Oppiidae). Boletín de la Asociación Española de Entomología, 9, 95-118.
- Niedbala W., 1981. Deux nouveaux Phthiracaroidae de Turquie (Acari, Oribatida). Polskie Pismo Entomologiczne, 51, 501-510.
- Niedbala W., 1984. Phthiracaroidae (Acari, Oribatida) nouveaux d'Asie Occidentale. Annales Zoologici, 38, 225-241.
- Niedbala W., 1992. Phthiracaroidae (Acari, Oribatida): systematic studies. PWN-Polish Scientific Publishers, Warszawa, 612 pp.
- Özkan M., Ayyıldız N., Soysal Z., 1988. Türkiye akar faunası. Doğa - Türk Zooloji Dergisi, 12 (1), 75-85.
- Özkan M., Ayyıldız N., Erman O., 1994. Check list of the Acari of Turkey. First supplement. EURAAC News Letter, 7, 4-12.
- Paoli G., 1908. Monografía del Genere *Dameosoma* Berl. e generi affini. Redia, 5, 31-91.
- Pérez-Íñigo C., 1965. Especies españolas del género *Oppia* C.L. Koch (Acari, Oribatei). Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, Sección biológica, 62 (1964), 385-416.
- Pérez-Íñigo C., 1976. Ácaros Oribátidos de la Isla de Tenerife (Acari, Oribatei). EOS, Revista Española de Entomología, 51, 85-141.
- Shtirts A.D., Yaroshenko N.N., 2016. The ecological structure of oribatid mites population (Acari: Oribatida) of regional landscape park "Kleban-Byk". Problems of Ecology and Nature Protection of Technogenic Region, 1-2, 56-69.
- Subías L.S., 2004. Listado sistemático, sinonímico y biogeográfico de los ácaros oribátidos (Acariformes, Oribatida) del mundo (1758-2002). Graellsia, 60 (núm. extr.), 3-305. [http://bba.bioucm.es/cont/docs/RO\\_1.pdf](http://bba.bioucm.es/cont/docs/RO_1.pdf) (Erişim tarihi: 05.2018).
- Subías L.S., Rodríguez P., 1986. Oppiidae (Acari, Oribatida) de los sabinars (*Juniperus thurifera*) de España, IX. *Subiasella* (*Lalmoppia*) n. subgen. y *Discoppia* (*Cylindropia*) n. subgen. Revista de Biología de la Universidad de Oviedo, 4, 111-121.
- Subías L.S., Rodríguez P., 1987. Oppiidae (Acari, Oribatida) de los sabinars (*Juniperus thurifera*) de España I. *Ramusella* s. str. Hammer y *Ramusella* (*Rectoppia*) Subías. Eos (Madrid), 63, 301-314.
- Subías L.S., Arillo A., 2001. Acari, Oribatei, Gymnonota II. In: Fauna Iberica, Vol. 15 (Eds: Ramos, M.A. et al). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid.
- Weigmann G., 2006. Hornmilben (Oribatida). Die Tierwelt Deutschlands, Begründet 1925 von Friedrich Dahl, 76. Teil. Goecke & Evers, Keltern, 520 pp.
- Willmann C., 1931. Moosmilben oder Oribatiden (Oribatei), pp. 79-200. In: Die Tierwelt Deutschlands (Ed.: Dahl, F.). Vol. 22, V.G. Fischer, Jena, 200 pp.
- Woas S., 1986. Beitrag zur revision der Oppioidea sensu Balogh, 1972 (Acari, Oribatei). Andrias, 5, 21-224.
- Van der Hammen L., 1952. The Oribatei (Acari) of the Netherlands. Zoologische Verhandelingen, Leiden, 17, 1-139.
- Zhang Z.Q., 2003. Mites of greenhouses: identification, biology and control. CABI Publishing, Cambridge, UK, 244 pp.
- Cite this article:** Ay Y., Ayyıldız N., (2019) Investigations on oppioid oribatid mites of Amanos Mountains (Turkey), Plant Protection Bulletin, 59-3. DOI: 10.16955/bitkorb.503754
- Atf için:** Ay Y., Ayyıldız N., (2019). Amanos Dağları'nın oppioid oribatid akarları üzerine araştırmalar, Bitki Koruma Bülteni, 59-3. DOI: 10.16955/bitkorb.503754





# Bitki Koruma Bülteni / Plant Protection Bulletin

<http://dergipark.gov.tr/bitkorb>

Original article

## Determination of the parasitoids of the European sunflower moth and effectiveness in Ankara province

Ankara ilinde Avrupa ayçiçeği güvesinin parazitoitleri ve etkinliklerinin belirlenmesi

Cenk YÜCEL<sup>a\*</sup>, Sultan ÇOBANOĞLU<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Plant Protection Central Research Institute, Gayret Mab. Fatih Sultan Mehmet Bulv. 06172 Yenimahalle, Ankara, Turkey

<sup>b</sup> Ankara University, Faculty of Agriculture, Plant Protection Department, Ankara, Turkey

### ARTICLE INFO

Article history:

DOI: [10.16955/bitkorb.516476](https://doi.org/10.16955/bitkorb.516476)

Received : 23.01.2019

Accepted : 10.05.2019

Keywords:

*Homoeosoma nebulellum*, parasitoid, parasitism rate, Braconidae, Ichneumonidae

\* Corresponding author: Cenk YÜCEL

✉ [cenkyucel@gmail.com](mailto:cenkyucel@gmail.com)

### ABSTRACT

The European sunflower moth [*Homoeosoma nebulellum* (Denis&Schiffmüller)] (Lepidoptera: Pyralidae) is one of the most important sunflower pest in Turkey. Concerning the parasitoids of this pest, the only one study was conducted in Turkey. The aim of this study is the identification of the parasitoids of the European sunflower moth. *Bracon hebetor* (Say.), *B. trucidator* (Marshall), *B. pectoralis* (Wesmael) (Hymenoptera: Braconidae) and *Exeristes roborator* F. (Hymenoptera: Ichneumonidae) were found as natural enemies. *Bracon pectoralis* was determined for the first time on the European sunflower moth in the world. Moreover, it was found that *B. hebetor* was more common among the other parasites and the rate of parasitism was high. Parasitism rate was estimated 9-30% and 0-6.6% in 2013 and 2014, respectively.

### INTRODUCTION

Sunflower (*Helianthus annuus* L.), a member of Asteraceae, is an important crop plant which is prevalent in wide cultivation areas. Due to its high ratio of quality oil content around 40-50%, it is cultivated in mass areas in Turkey oil production is supplied with vegetable oils of which 65% is extracted from sunflowers and the rest is supplied with cottonseed, soybean, and other oil crop plants (Yosmanoğlu 2002).

The European sunflower moth [*Homoeosoma nebulellum* (Denis&Schiffmüller)] (Lepidoptera: Pyralidae) is the most crucial pest that affects the production of sunflower oil qualitatively as well as quantitatively. It is reported that only one larva can give harm five to eight seeds and therefore increasing number of larvae can cause high yield losses

(Gamundi et al. 1987, Metayer et al. 1991). Two generations of the European sunflower moth occurred in a year of sunflowers fields of Ankara (Yücel and Çobanoğlu 2017). The only study regarding the parasitoids of the European sunflower moth in Turkey was related *Habrobracon hebetor* (Say.) and *Exeristes roborator* F. (Zeki and Öneş 1993). Reymonet et al. (1993), determined that *B. trucidator* Mars. and *H. hebetor* (Say.) (Hymenoptera: Braconidae) are parasitoids of *H. nebulella* in France. Horvath and Vecseri (2005) stated that *H. hebetor* is a natural enemy of *H. nebulellum* and could be effective in controlling the pest. Furthermore, Bei-Bienko et al. (1967) determined that *Apanteles lacteoides* Nixon and *Apanteles lacteus* Nee (Hymenoptera: Braconidae) are parasitoids of *H. nebulellum*.

It is important to identify the beneficial fauna in order to pest management strategies and therefore hinder the process of yield losses. The European sunflower moth is one of the most harmful pests in Central Anatolian region that caused many economic losses. For the purpose of employing natural enemies in pest control methods, the present study was conducted to determine the activity of parasitoids of the pest during the time period of intense harm caused by the pest. Parasitoids that have impacts on the European sunflower moth in sunflower fields of Ankara were identified in the study.

## MATERIALS AND METHODS

### Survey of the parasitoid species

Observation and sampling were carried out in sunflower fields located in villages of Ayaş, Bala, Beypazarı and Kalecik counties of Ankara province in 2013 and 2014. Sampling was begun in the blooming time of sunflowers and conducted once in every two weeks until harvesting (Table 1).

**Table 1.** Sampling dates in the study of parasitoid identification

Date	Survey	Ayaş - Beypazarı	Bala	Kalecik
2013	I	26.06.2013	27.06.2013	25.06.2013
	II	11.07.2013	10.07.2013	09.07.2013
	III	26.07.2013	24.07.2013	24.07.2013
	IV	12.08.2013	13.08.2013	14.08.2013
2014	I	02.07.2014	03.07.2014	28.06.2014
	II	18.07.2014	16.07.2014	16.07.2014
	III	06.08.2014	05.08.2014	04.08.2014
	IV	20.08.2014	19.08.2014	19.08.2014

Taking into consideration of the field size, 50 plants were sampled from ten different rows and points based on 10 da calculation. Number of plants sampled was increased in compliance with the field size (Jarvis and Guthrie 1987). Parasitoid larvae were transferred to plastic Petri dishes of 9 cm diameter that have blotting papers at the bottom and cheesecloth at the top with 3 cm opening. Then, Petri dishes with larvae were cultured in climate cabinet at 24±1 °C temperature, 65±5% average humidity and 16:8 photoperiod. Parasitoids hatchings were observed during daily controls.

### Effectiveness of *Bracon* species

Parasitoid effectiveness was determined based on the evaluation of larvae collected in 2013 and 2014 from 4 and 3 sunflower fields located in Kalecik district of Ankara province, respectively. Taking into consideration of the field

size, 100 plants were sampled from ten different rows and points based on 10 da calculation (Jarvis and Guthrie 1987). For each separate field, infection of the European sunflower moth, larvae number per field, and number of parasitoids collected were determined. Identification of the parasitoid samples was done by Prof. Dr. Ahmet BEYARSLAN (Bitlis Eren University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Biology) and Dr. Yasemin ÖZDEMİR [Plant Protection Central Research Institute (retired)].

### Evaluation of the results

Parasitism ratio was calculated by modifying Briggs formula as  $(P/L) \times 100$  (P: number of larvae parasitized, L: number of larvae) (Briggs 2007).

## RESULTS AND DISCUSSION

Determination of parasitoid species was begun from blooming time of sunflowers in June to until harvesting time in 2013 and 2014.

### Survey of the parasitoid species

No parasitic activity was observed in the first sampling of sunflower fields in 2013. While also no parasitoid was observed in the third sampling during the second sampling of sunflowers, parasitoids were identified on pests in the fourth sampling of sunflower fields, which was conducted between 12-14 of August in 2013. *B. hebetor* (Say, 1836) was identified from Ayaş, Bala, Beypazarı, and Kalecik whereas *B. (Bracon) trucidator* (Marshall, 1888) was identified from Ayaş and Kalecik. *B. (Bracon) pectoralis* (Wesmael, 1838) (Hymenoptera: Braconidae) was also identified from Bala and Kalecik. Parasitoid *E. roborator* (Fabricius, 1793) (Hymenoptera: Ichneumonidae) was found in Bala and Kalecik. A parasitoid specimen belonged Diptera order from Kalecik could not be identified due to deformation.

There had been no observance of parasitic activity in firstly sampling of the sunflowers fields in 2014. Parasitoids were identified on pests in the third sampling of the second production between August 4-6 and in the fourth sampling of the second production between 19-20 of August in 2014. The parasitoids collected from Bala and Kalecik were identified as *Bracon hebetor* (Say, 1836) (Hymenoptera: Braconidae).

### *Bracon (Habrobracon) hebetor* (Say 1836)

Material examined: Ankara-Ayaş-Gençali, (39°53'56 N 31°59'47 E, 927 m), 12.08.2013, 2♀;1♂; Oltan, (39°57'03 N 32°09'03 E, 819 m), 12.08.2013, 3♀;1♂; Bala-Akkoşan, (39°30'35 N 33°23'24 E, 935 m) 13.08.2013, 2♀;2♂; (39°28'21 N 33°23'07 E, 947 m) 05.08.2014, 2♀;1♂; Erdemli, (39°28'26 N 33°20'18 E, 783 m) 05.08.2014, 2♂; Kesikköprü, (39°53'56

N 31°59'47 E, 927 m), 13.08.2013, 2♀;2♂; (39°25'34 N 33°23'03 E, 979 m) 05.08.2014, 2♀;1♂; Bepazarı-Oymaağaç, (40°02'31 N 31°57'11 E, 967 m), 12.08.2013, 1♀; Kalecik-Aktepe, (40°10'09 N 33°29'24 E, 948 m) 19.08.2014, 4♀;2♂; Alibeyli, (40°11'17 N 33°33'04 E, 670 m) 14.08.2013, 6♀;5♂; (40°11'03 N 33°34'27 E, 616 m) 14.08.2013 4♀;1♂; (40°11'24 N 33°33'40 E, 641 m) 04.08.2014, 5♀;5♂; Hacıköy, (40°11'09 N 33°26'09 E, 846 m) 14.08.2013, 2♀;1♂; (40°11'45 N 33°25'57 E, 857 m) 14.08.2013, 2♀;1♂; (40°10'47 N 33°26'36 E, 871 m) 04.08.2014, 2♀;1♂; Gümüşpınar, (40°07'54 N 33°25'57 E, 683 m) 14.08.2013, 1♀;1♂; Tilki, (40°12'33 N 33°31'50 E, 807 m) 04.08.2014 1♀;1♂.

General distribution: Austria, Belgium, Great Britain, Bulgaria, Croatia, Cyprus, Czech Republic, Turkey, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Italy, Lithuania, Macedonia, Poland, Russia (Central and South), Slovakia, Slovenia, Spain, Netherlands, Serbia.

Hosts: *Ostrinia nubilalis* Hb., *Etiella zinckenella* Tr. (Pyralidae); *Pexicopia malvella* Hb. (Gelechiidae); *Helicoverpa armigera* Hb., *Heliothis peltigera* Den.&Schiff. (Noctuidae).

*Bracon (Bracon) pectoralis* (Wesmael 1838)

Material examined: Ankara-Bala-Akkoşan, (39°30'35 N 33°23'24 E, 935 m) 13.08.2013, 2♀; Kesikköprü, (39°53'56 N 31°59'47 E, 927 m), 13.08.2013, 1♀;1♂; Kalecik-Alibeyli, (40°11'03 N 33°34'27 E, 616 m) 14.08.2013 3♀;1♂.

General distribution: Austria, Belgium, Great Britain, Bulgaria, Croatia, Cyprus, Turkey, France, Germany, Greece, Hungary, Italy, Macedonia, Romania, Russia (Central and South), Slovakia, Spain, Switzerland, Serbia.

Hosts: *Sphenoptera lobicollis* Mar., *Sphenoptera gossypii* Kerr., *Sphenoptera montana* Jak., *Chrysobothris affinis* F. (Buprestidae); *Plagionotus arcuatus* L., *Plagionotus bobelayei* Br. (Cerambycidae); *Tatianaerhynchites aequatus* (L.) (Rhynchitidae); *Pachytychius hordei* Br. (Curculionidae); *Etiella zinckenella* Tr. (Pyralidae).

*Bracon (Bracon) trucidator* (Marshall 1888)

Material examined: Ankara-Ayaş-Gençali, (39°53'56 N 31°59'47 E, 927 m) 12.08.2013, 3♀;1♂; Oltan, (39°57'03 N 32°09'03 E, 819 m), 13.08.2013, 1♀;1♂; Kalecik-Aktepe, (40°10'06 N 33°29'56 E, 966 m) 14.08.2013, 2♀;2♂; Alibeyli, (40°11'17 N 33°33'04 E, 670 m) 14.08.2013 1♀;1♂.

General distribution: Albania, Austria, Belgium, Great Britain, Bulgaria, Croatia, Denmark, Turkey, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Italy, Latvia, Poland, Romania, Russia (Central, Northwestern and South), Slovenia, Spain, Switzerland, Netherlands, Serbia

Hosts: *Metzneria lappella* L. (Gelechiidae).

*Exeristes roborator* (Fabricius, 1793)

Material examined: Ankara-Bala-Akkoşan, (39°30'35 N 33°23'24 E, 935 m) 13.08.2013, 1♂; Kalecik-Akkuzulu, (40°12'39 N 33°34'41 E, 634 m) 14.08.2013, 1♀;1♂.

General distribution: Albania, Algeria, Austria, Azerbaijan, Belgium, Bosnia-Herzegovina, Bulgaria, Canary Islands, China, Croatia, Cyprus, Czech Republic, Egypt, Finland, France, Georgia, Germany, Great Britain, Greece, Hungary, India, Iran, Israel, Italy, Japan, Jordan, Kazakhstan, Kenya, Korea, Latvia, Libya, Lithuania, Macedonia, Malta, Moldova, Mongolia, Serbia & Montenegro, Morocco, Norway, Pakistan, Poland, Romania, Russia, Slovakia, Slovenia, Spain, Sri Lanka, Sweden, Switzerland, Tunisia, Turkey, Ukraine. Hosts: *Cryptorhynchus lapathi* L., *Larinus sturnus* Schal., *Larinus cynarae* F., *Larinus scolymi* Ol., *Lixus cardui* Ol., *Pissodes harcyniae* Herb. (Curculionidae); *Pyropteron affine* Stgr., *Synanthedon formicaeformis* Esp., *Synanthedon myopaeformis* Bkh., *Synanthedon spheciformis* Den.&Schiff. (Sessidae); *Pseudococcyx turionella* L., *Rhyacionia buoliana* Den.&Schiff., *Retinia resinella* L. (Tortricidae); *Exoteleia dodecella* L. (Gelechiidae); *Homoeosoma nebulella* Den.&Schiff., *Myelois circumvoluta* Fourc., *Ostrinia nubilalis* Hb. (Pyralidae); Hyperparasite of *Gregopimpla malacosomae* Sey. (Ichneumonidae). Concerning Braconidae family, the present study identified *B. hebetor* (Say.) from Ayaş, Bala, Bepazarı, and Kalecik, *B. trucidator* Mars. from Ayaş and Kalecik, and *B. pectoralis* (Wesmael) from Bala and Kalecik. Additionally, *E. roborator* F. was identified from Kalecik and Bala. Zeki and Öneş (1993) reported that they identified nine specimens of the parasitoid *Habrobracon hebetor* from *H. nebulella* moth collected in Yeniçimenli, Aksaray and identified 1 specimen of the parasitoid *E. roborator* collected from the same host in Keskin, Kırıkkale. Horvath and Vecseri (2005) pointed out that *B. hebetor* is a natural enemy of *H. nebulellum* and can be employed to controlling of the respective pest. Reymonet et al. (1993) stated that, in France, *H. nebulellum* gets parasitic by *B. trucidator* and *H. hebetor* species of Braconidae family and *Diadegma* sp. (Ichneumonidae). Aragon (2011) also reported that *Polycyrtidea pusilla* (Cress.) (Ichneumonidae) is a pupate parasite of *H. electellum* in Cuba.

*Activity of Bracon species*

The highest parasitism ratio was obtained for the sunflower field located in the riverside of Kızılırmak in the village of Alibeyli (Table 2). This location displayed the highest parasitism ratio because the location is known for intense production of vegetables, which brings about the prevalence of *Bracon* species.

**Table 2.** Related to parasitoid activity works conducted in 2013

Location	Counting	Infection of larvae (%)	Number of larvae	Number of larvae parasitized	Parasitism rate (%)	Number of parasitoid
<b>Hacıköy I</b>	I	2	2	0	~	0
	II	3	5	0	~	0
	III	7	16	0	~	0
	IV	11	78	7	9	17
<b>Hacıköy II</b>	I	0	0	0	~	0
	II	4	9	0	~	0
	III	6	21	0	~	0
	IV	8	136	15	11	28
<b>Alibeyli I</b>	I	0	0	0	~	0
	II	7	29	0	~	0
	III	9	72	0	~	0
	IV	12	209	46	22	73
<b>Alibeyli II</b>	I	3	14	0	~	0
	II	5	33	0	~	0
	III	8	96	0	~	0
	IV	10	273	82	30	102

**Table 3.** Related to parasitoid activity works conducted in 2014

Location	Counting	Infection of larvae (%)	Number of larvae	Number of larvae parasitized	Parasitism rate (%)	Number of parasitoid
<b>Hacıköy</b>	I	0	0	0	~	0
	II	1	1	0	~	0
	III	2	4	0	~	0
	IV	7	121	8	6.6	14
<b>Alibeyli</b>	I	1	1	0	~	0
	II	5	14	0	~	0
	III	6	74	3	4.1	8
	IV	9	211	7	3.3	9
<b>Aktepe</b>	I	0	0	0	~	0
	II	1	1	0	~	0
	III	3	18	0	~	0
	IV	4	38	1	2.6	1

In 2014, the highest parasitism ratio of parasites was captured in the village of Hacıköy (Table 3). Although Alibeyli village also showed parasitism in 2014, parasitic activity was less than in 2013. It is thought that parasitoid prevalence and mature larvae of the pest probably did not coincide in time due to late start and early end of the blooming time experienced in 2014.

Almost all of the Bracon species were identified as *Bracon hebetor* during the studies. It was detected that the pest larvae were parasitized by *Bracon* species by 9-30% in 2013 and 0-6.6% in 2014. Chen and Welter (2002) reported that the parasitoid *Dolichogenidea homoeosomae* (Muesebeck) (Hymenoptera: Braconidae) parasitized Sunflower moth by 11-18%. *B. hebetor* is a gregarine, idiobiont larva ectoparasitoid that employs different species of Lepidoptera as its host. The female parasitoid prefers mature larvae of its host to lay eggs (Gündüz et al. 2008). Horvath and Vecseri (2005) reports that *B. hebetor* is a natural enemy of *H. nebulellum* and can be employed to control the pest.

In the present study, parasitoids of the European sunflower moth were identified. These species were identified as; *Bracon hebetor*, *Bracon trucidator*, *Bracon pectoralis* (Braconidae), and *Exeristes roborator* (Ichneumonidae) (Hymenoptera). *Bracon pectoralis* was determined for the first time on the European sunflower moth in the world. This moth is the new host for *B. pectoralis*. Parasitoid increased its activity around the end of June and suppresses the population of the pest through August both of the growing seasons of 2013 and 2014. Thus, a natural support of *Bracon hebetor* should be sustained in sunflower fields. Especially, releasing the parasitoid species is recommended for the purpose of the biological control for the first offspring of the European sunflower moth on sunflower fields.

## ACKNOWLEDGEMENTS

The author wish to thanks Prof. Dr. Ahmet BEYARSLAN (Bitlis Eren University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Biology) who identified the Braconidae species and Dr. Yasemin ÖZDEMİR [Plant Protection Central Research Institute (retired)] who identified the species of Ichneumonidae. Some of the data used in this manuscript was taken from Doctorate Thesis.

## ÖZET

Avrupa ayçiçeği güvesi [*Homoeosoma nebulellum* (Denis&Schiffermüller)] (Lepidoptera: Pyralidae) ülkemizde önemli bir ayçiçeği zararlısıdır. Ülkemizde zararlının parazitoitleri ile ilgili az sayıda çalışma bulunmaktadır. Çalışmamız ile zararlının Ankara ilindeki ayçiçeği

alanlarındaki parazitoitleri belirlenmiştir. *Bracon hebetor* (Say.), *B. trucidator*, (Marshall), *B. pectoralis* (Wesmael) (Hymenoptera: Braconidae) ve *Exeristes roborator* F. (Hymenoptera: Ichneumonidae)'un zararlının doğal düşmanı olduğu belirlenmiştir. *Bracon pectoralis*'in zararlıyı parazitlediği dünyada ilk kez tespit edilmiştir. Parazitlenme oranını belirleme çalışmalarında *B. hebetor*'un diğer parazitler arasında daha yaygın ve parazitlenme oranının yüksek olduğu tespit edilmiştir. Parazitoitlerin zararlı larvalarını 2013 yılında %9-30 ve 2014 yılında %0-6.6 oranında parazitlediği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: *Homoeosoma nebulellum*, parazitoit, parazitlenme oranı, Braconidae, Ichneumonidae

## REFERENCES

- Aragon C.A.R., 2011. Propuesta para la lucha biológica contra *Homoeosoma electellum* (Hulst) (Lepidoptera; Pyralidae) sobre girasol. Doctoral thesis, Universidad Central Marta Abreu De Las Villas Facultad De Ciencias Agropecuarias Departamento De Agronomía, 126 p.
- Bei-Bienko G.Ya., Bykhovskii B.E., Medvedev G.S., 1967. Keys to the insects of the European USSR. 3 (4), 538- 797.
- Briggs D., 2007. Analysis of *Macrocentrus ancylivorus* as a natural enemy of the Sunflower moth, *Homoeosoma electellum*. [http://nature.berkeley.edu/classes/es196/projects/2007final/ Briggs.pdf](http://nature.berkeley.edu/classes/es196/projects/2007final/Briggs.pdf) (Erişim tarihi: 01.03.2016).
- Chen Y.H., Welter S.C., 2002. Abundance of a native moth *Homoeosoma electellum* (Lepidoptera: Pyralidae) and activity of indigenous parasitoids in native and agricultural sunflower habitats. *Environmental Entomology*, 31 (4), 626-636.
- Gamundi J.C., Molinari N.A., Alvarez J.A., Lietti M., 1987. Bioecology of the sunflower moth *Homoeosoma heinrichi* Pastr. (Lepidoptera, Pyralidae). *Informativo de Investigaciones Agrícolas*, 23, 441-444.
- Gündüz E.A., Gülel A., Iştan V.Ö., 2008. The effect of two host species on protein, lipid and glycogen levels of the larval ectoparasitoid *Bracon hebetor* (Say, 1836) (Hymenoptera: Braconidae). *Turkish Journal of Entomology*, 32 (1), 33-42.
- Horvath Z., Vecseri C., 2005. A napraforgómoly (*Homoeosoma nebulellum* Hb.) elleni biológiai és genetikai védekezési módszerek. 10. Tiszántúli Növényvédelmi Fórum. Debrecen 417-424.
- Jarvis J.L., Guthrie W.D., 1987. Ecological studies of the European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae) in Boone County, Iowa. *Environmental Entomology*, 16, 50-58.
- Metayer-le M., Thiery D., Pham-Delegue M.H., Masson

C., 1991. Oviposition behavior and locomotor activity of *Homoeosoma nebulellum* (Lepidoptera: Pyralidae) under laboratory conditions. Environmental Entomology, 20 (2), 615-619.

Reymonet C., Falco G.J.V., Moreno M.J., 1993. Survey of the parasitoids of the European sunflower moth, *Homoeosoma nebulella* (Lep.: Pyralidae) in Palearctic region. Entomophaga, 38 (3), 355-358.

Yosmanoğlu M., 2002. Ayçiçeği raporu. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Araştırma Planlama Koordinasyon Kurulu Başkanlığı, Aralık, 2002, Ankara.

Yücel C., Çobanoğlu S., 2017. Investigations on the biology and determination of natural enemies and the control possibilities of the European sunflower moth (*Homoeosoma nebulellum* (Den.&Schiff.) (Lepidoptera: Pyralidae) harmful on sunflowers in Ankara province. Doctoral Thesis, Ankara University (unpublished), Ankara.

Zeki H., Öneş Y., 1993. Faunistic studies on harmful and beneficial insects on sunflower (*Helianthus annuus* L.) in Central Anatolia. Plant Protection Bulletin, 33 (3-4), 119-145.

**Cite this article:** Yücel C., Çobanoğlu S., (2019) Determination of the parasitoids of the European sunflower moth and effectiveness in Ankara province, Plant Protection Bulletin, 59-3. DOI: 10.16955/bitkorb.516476

**Atf için:** Yücel C., Çobanoğlu S., (2019). Ankara ilinde Avrupa ayçiçeği güvesinin parazitoitleri ve etkinliklerinin belirlenmesi, Bitki Koruma Bülteni, 59-3. DOI: 10.16955/bitkorb.516476

# Bitki Koruma Bülteni / Plant Protection Bulletin

<http://dergipark.gov.tr/bitkorb>

Original article

## ***Fusarium* species isolated from wheat samples showing root and crown rot symptoms in Southeast Anatolia**

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde kök ve kök boğazı çürüklüğü belirtileri gösteren buğday örneklerinden izole edilen *Fusarium* türleri

Fatih ÖLMEZ<sup>a\*</sup>, Berna TUNALI<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Şırnak University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, İdil, Şırnak, Turkey

<sup>b</sup> Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Kurupelit Kampüsü, Atakum, Samsun, Turkey

### ARTICLE INFO

Article history:

DOI: [10.16955/bitkorb.515066](https://doi.org/10.16955/bitkorb.515066)

Received : 19.01.2019

Accepted : 14.05.2019

Keywords:

wheat, root and crown rot, *Fusarium*, PCR

\* Corresponding author: Fatih ÖLMEZ

✉ [fatiholmez@sirnak.edu.tr](mailto:fatiholmez@sirnak.edu.tr)

### ABSTRACT

Wheat is one of the most largely grown cereals in Turkey and it is very important for meet calorie requirements of humans and animals. However, due to numerous fungal diseases suffered, the wheat supply is threatened. *Fusarium* spp., known as the big portion of plant parasitic fungi, causes some quality and quantity problems on wheat production. This large genus has over one hundred sub-species, therefore, it is so difficult to diagnose in species level. Using certain molecular and microscopic approaches, this study aimed at determining the *Fusarium* spp., causing root and crown rot on wheat in Southeast Anatolia. Molecularly, using polymerase chain reaction (PCR) experiment with some species-specific primers and sequencing of some part of ribosomal RNA region after amplification by PCR were used to differentiate the species. Additionally, colony and different spore characteristics of cultures were used to diagnose some *Fusarium* species microscopically. At the end of the study, 143 *Fusarium* isolates including 19 species were obtained from wheat producing areas in Diyarbakır, Şanlıurfa, Mardin, and Adıyaman provinces. Although the most frequently isolated species was *F. proliferatum* at the rate of 17.4%, *F. pseudograminearum* and *F. culmorum*, which were the most important crown rot pathogens, were isolated at 13% of the total isolated *Fusarium* isolates.

### INTRODUCTION

Wheat is one of the most important foods in diary diet not only in the world but also in Turkey. It is produced on one third of cultivable fields of Turkey and about 19 million tons in 2014 (TUİK 2015). Southeast Anatolia is the first place in which wheat was cultivated (Heun et al. 1997, Özkan et al. 2002). In this area, wheat is produced at 1 M ha and this

amount is equivalent to one eighth of Turkey's total wheat production.

Monoculture is very common for some reasons like farmers' behaviors and land characteristics in wheat producing areas of Turkey. This monoculture system, in which the same crops

grow repeatedly, caused an increase in inoculum density and gradual yield losses. The motive behind these yield losses might be the accumulation of both biotic stress factors like fungi and abiotic stress factors like salinity.

*Fusarium* genus is one of the biggest groups of plant pathogenic fungi and some species with this large genus might cause some plant protection problems at different stages of wheat growth. *F. culmorum* and *F. graminearum* may cause seedling rot at the earlier stage, and root & crown rot and head blight at the following stages of wheat (Mitter et al. 2006). Root and crown rot diseases of wheat may decrease the yield due to the decrease in plant number per unit, growth failure and grain filling abnormalities (Goswami and Kistler 2004, McMullen et al. 1997). *Fusarium* infections at flowering stage produce weak grains and quality problems due to the emerging mycotoxins that are toxic for humans and animals (D'mello et al. 1999, Klein et al. 1991, Peraica et al. 1999).

*Fusarium* genus has over one hundred species and their microscopic diagnosis is too difficult and needs high level of experience. Morphological discrimination of some species is difficult either; additionally, it was not possible for some close species like *F. graminearum* and *F. pseudograminearum* until molecular techniques brought a solution for this problem (Aoki and O'Donnell 1999). Because molecular techniques are repeatable, accurate, fast, and easy, they have been commonly used for molecular diagnosis in mycology recently.

Southeast Anatolia hosts a huge irrigation project, by which millions of acres' field will be suitable for irrigation in the near future. Therefore, it is expected that monoculture wheat production will be ended and new crops will be introduced to the cropping system. Determination of current *Fusarium* flora in this region will affect the selection of new crops suitable for new rotation system. This study aimed to find out the *Fusarium* species using molecular techniques in wheat producing areas of Southeast Anatolia where wheat was firstly cultivated in the world.

## MATERIALS AND METHODS

### *Sample collection and obtaining single spore isolates of Fusarium spp.*

Surveys were conducted in 2009-2010 years at Diyarbakır, Şanlıurfa, Mardin, and Adıyaman provinces, which are the biggest wheat production areas of Southeast Anatolia within Zadoks scale 30-58 (Zadoks et al. 1974). Each field was selected considering having 3-5 km distance from each other. Totally 408 samples were collected during the survey in Southeast

Anatolia (Figure 1). Five samples showing root and crown rot symptoms from each field were brought to laboratory within paper bags and kept at +4 °C until the execution of surface sterilization and isolation. For surface sterilization, each sample was chopped into 1 cm-length particles and dropped in 1% sodium hypochlorite dilution for three minutes, then they were rinsed with sterile distilled water for 3 times. Surface sterilized samples were kept between sterile drying papers at -20 °C until isolation. Agar plate technique with PPA (Peptone PCNB Agar) (Nash and Snyder 1962) growth medium was used to obtain *Fusarium* isolates from samples. *Fusarium*-like colonies were transferred to SNA (synthetic nutrient agar) medium and incubated at 24±1 °C for 1 week under black light 15/9 h day/night regime for sporulation. Using water agar and microscope, single spore isolation was made. After isolation activities, more than 140 *Fusarium*-like isolates were obtained from the collected samples showing crown and root rot symptoms.



**Figure 1.** Research area of the study (four provinces) in Southeast Anatolia

### *Microscopic and molecular diagnosis of Fusarium spp.*

Microscopic diagnosis of some isolates was made using their colony morphology on PDA (potato dextrose agar), macroconidia, microconidia and chlamydsore characteristics (Leslie and Summerell 2006). The rest of unidentified isolates were subjected to molecular diagnosis using species-specific PCR and sequence analysis. To obtain mycelia to be used in DNA isolation, cultures were grown on PDA for 7 days at 24 °C, and mycelia was harvested using sterile scalpel. Mycelia was lyophilized using freeze dryer (Roche) for 12 h within 2 mL sterile tubes and grinded using micro pestle just before starting the DNA isolation. DNA extraction was conducted as described at Motteram et al. (2009), and stock DNA was prepared as 40 ng/µl and kept at -20 °C until PCR amplification. Species-specific PCR experiments were conducted using primer sets (Table 1). PCR reaction mixture was prepared as 25 µl final volume containing 40 ng of fungal genomic DNA, 10 µM each primer,



**Table 1.** Information about primers used for genus and species-specific diagnosis of *Fusarium* spp. by PCR

<i>Fusarium</i> sp.	Primer Pairs	Primer Sequence	Band Size	References
<i>Fusarium</i> spp.	Fps-F Fus-R	5- CGCACGTATAGATGGACAAG-3 5- GGCGAAGGACGGCTTAC- 3		Jurado et al. (2006)
<i>F. proliferatum</i>	PRO2 PRO1	5 - TGTCAGTAACTCGACGTTGTTG -3 5 - CTTTCCGCCAAGTTTCTTC -3	≈585bp	Jurado et al. (2006)
<i>F. verticilloides</i>	VER2 VER1	5 - AATTGGCCATTGGTATTATATATCTA - 3 5 - CTCCTGCGATGTTTCTCC - 3	≈578bp	Mulè et al. (2004)
<i>F. oxysporum</i>	PFO2 PFO3	5 - CCCAGGGTATTACACGGT -3 5 - CGGGGGATAAATGCGG - 3	≈70bp	Edel et al. (2000)
<i>F. culmorum</i>	C51 R C51 F	5 - CCCTTCTTACGCCAATCTCG - 3 5 - ATGGTGAACCTCGTCGTGGC - 3	≈570bp	Nicholson et al. (1998)
<i>F. equiseti</i>	FE-F FE-R	5- CATACTATACGTTGCCTCG - 3 5- TTACCAGTAACGAGGTGTATG - 3	≈400bp	Mishra et al. (2004)
<i>F. semitectum</i>	SmibolFM SemiIRM	5 - GCAAAAAGCCTCTCGCCAC - 3 5 - AGGTGTAGAGATATCGCGG - 3	≈424bp	Hong et al. (2010)
<i>F. acuminatum</i>	FAC-R FAC-F	5 - GGGATATCGGCAAGATCG - 3 5 - GGGATATCGGGCCTCA - 3	≈602bp	Williams et al. (2002)
ITS	ITS1 ITS4	5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3' 5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3'	≈570bp	White et al. (1990)

15 mM MgCl<sub>2</sub> and 5 mM dNTPs, 0.125 units Taq DNA Polymerase (Thermo, USA). PCR cycling conditions were fixed for the first denaturation to 85 s at 94 °C; denaturation for 35 s at 95 °C; annealing 30 s at 67 °C; extension 60 s at 72 °C for 25 cycle, and final extension for 5 min at 72 °C. PCR products were loaded on 2.5% agarose gels containing ethidium bromide with a concentration of 0.1 µg/ml and electrophoresed in 0.5× Tris-borate-EDTA (TBE) for 1.5 h at 115 V. Gels were photographed under UV light (Quantum ST4, Montreal Biotech). The sizes of the fragments in a gel were compared with GeneRuler 100 bp DNA ladder Plus (MBI).

For undiagnosed isolates with species-specific primer sets, ITS regions were amplified with ITS1 and ITS4 primers and sequenced. Sequencing data obtained from ITS region was analyzed using Geneious genetic analysis tool (Biomatters Ltd, New Zealand). Data was used to make BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) analysis and species were determined according to BLAST results.

## RESULTS

*Fusarium* spp. collection obtained from samples showing crown and root rot symptoms were subjected to genus specific PCR experiments and totally 143 isolates were determined as *Fusarium* spp. (Figure 2). Then, all isolates were used to

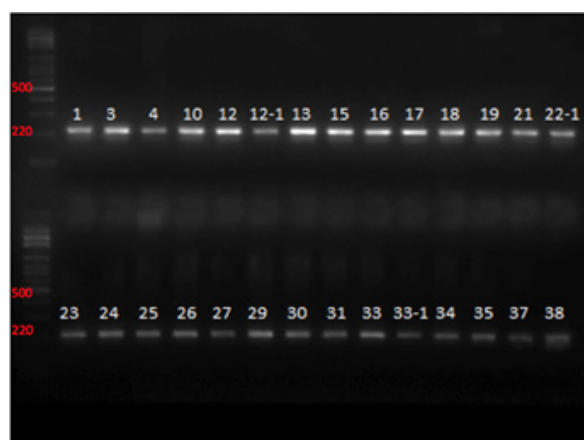
determine their species using some species-specific primer sets (Figure 3). ITS amplification and sequencing studies were made for unidentified isolates. The rest of isolates not yielding any reliable results with molecular techniques were microscopically diagnosed by Prof. Dr. Berna TUNALI.

At the end of study conducted through classical and molecular techniques, 130 of 143 isolates were diagnosed at species level. Results demonstrated that collection included 19 different *Fusarium* species. 11 of these 19 species were identified by molecular techniques. While *F. culmorum*, *F. pseudograminearum*, *F. proliferatum*, *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. semitectum*, *F. equiseti*, *F. acuminatum*, *F. verticilloides*, *F. chlamydosporum* and *F. tricinctum* were diagnosed molecularly, *F. crookwellence*, *M. nivale*, *F. subglutinans*, *F. avenaceum*, *F. redolens*, *F. inflexum*, *F. concolor*, *F. heterosporoides*, and *F. dimerum* were diagnosed microscopically (Table 2).

**Table 2.** Species distribution of *Fusarium* spp. examined in Southeast Anatolia

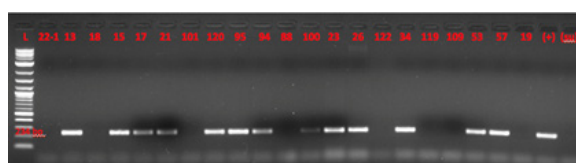
Species	Provinces Diagnosis Method	Diyarbakır		Şanlıurfa		Mardin		Adıyaman		Isolate Number	%
		Mol.*	Mic.**	Mol.	Mic.	Mol.	Mic.	Mol.	Mic.		
<i>F. culmorum</i>		2		1				2	1	6	4.1
<i>F. pseudograminearum</i>		4		6		2		1		13	9.0
<i>F. crookwellence</i>				1	1					2	1.3
<i>F. tricinctum</i>		4		9		4		4		21	14.6
<i>F. equiseti</i>		1		1						2	1.3
<i>F. semitectum</i>		4		6				4		14	9.7
<i>F. proliferatum</i>		4		10		4		7		25	17.4
<i>M. nivale</i>			4						3	7	4.8
<i>F. acuminatum</i>			3		2		1		2	8	5.5
<i>F. subglutinans</i>			1							1	0.6
<i>F. oxysporum</i>		3		2		3		5		13	9.0
<i>F. verticilloides</i>		1				1				1	0.6
<i>F. chlamyosporum</i>				1						1	0.6
<i>F. avenaceum</i>		2		2				1		5	3.4
<i>F. redolens</i>					2	1			1	3	2.0
<i>F. inflexum</i>					1					1	0.6
<i>F. concolor</i>					1					1	0.6
<i>F. heterosporoides</i>			3							3	2.0
<i>F. dimerum</i>					1		2			3	2.0
<i>Fusarium</i> spp.		3		5		1		4		13	9.0
Total										143	≈100

\*Molecularly; \*\*Microscopically

**Figure 2.** Isolates determined as *Fusarium* spp. after genus specific PCR experiments

## DISCUSSION

Our results have been consistent with the species found at earlier studies (Aktaş et al. 2000, Arıcı et al. 2013, Aydan et al. 2009, Aydan et al. 2010, Kınacı 1984, Nirenberg 1981, Özer and Soran 1991, Soran and Damgaci 1980, Tunali et al. 2006a,

**Figure 3.** PCR detection of *Fusarium proliferatum*

Tunali et al. 2006b, Uçkun and Yıldız 2004, Yılmazdemir 1976) conducted on wheat microflora in Turkey. Within these species, *F. tricinctum* was determined by Uçkun and Yıldız (2004) in wheat growing fields of Aegean Region, but it was determined molecularly at the rate of 13% of total numbers of identified species and firstly reported in this study in Southeast Anatolia. *F. tricinctum* was shown in the weak virulence species of *Fusarium* (Uçkun and Yıldız 2004). This species is known as a part of *F. avenaceum* / *F. acuminatum* / *F. tricinctum* species complex and it is difficult to discriminate. In our study, rate of this complex is about 24%. Although they are not important as root rot pathogens in Europe, they are encountered as serious species causing head blight due to anniatin and moniliformin mycotoxin

produced by these species complex (Kulik 2008). This complex may be important concerning the rising humidity based on increasing irrigable fields with Southeast Anatolian Project.

In this study, *F. acuminatum* isolates were able to be diagnosed through PCR, while *F. avenaceum* and *F. tricinctum* samples were distinguished by sequence analysis only. Similarly, Harrow et al. (2010), could not diagnose these species using PCR based techniques targeting mitochondrial SSU region; but using  $\beta$ -tubulin ( $\beta$ TUB) and translation elongation factor 1 $\alpha$  (EF1 $\alpha$ ) regions could distinguish these three species. Also, Kulik (2008), found out that it was not possible to diagnose using IGS region of rDNA of *F. acuminatum*, *F. nuragi* and *F. tricinctum*.

It was seen that 13% of species determined in this study were *F. pseudograminearum* or *F. culmorum* although in a previous study conducted by Tunali et al. (2008) in Southeast Anatolia demonstrated that this rate reached up to 23%. It is thought that this rational decrease might arise from sample size differences between two studies. However, the number of samples evaluated in this study was higher than that of the above-mentioned study. While the most important species was *F. culmorum* in Tunali's study, *F. pseudograminearum* was the most important one in current study. This species difference between two studies might be arising from the differences in temperature and humidity due to the increasing irrigable fields in the last two decades in Southeast Anatolia. Likewise, some studies demonstrated different climatic requirements for *F. culmorum* and *F. pseudograminearum* (Poole et al. 2013). According to this study conducted in the USA, *F. pseudograminearum* was observed at low altitudes, under low moisture levels, and warmer conditions, while *F. culmorum* was seen in places with moderate and high moisture, high altitude and under colder conditions. In the same study, it was mentioned that dispersion of species might vary according to years, and incidence of these species could vary across the years as a response to short term climatic changes.

One of the important species determined in Diyarbakır and Adıyaman was *Microdochium nivale* known as "snow mold" and observed in cold seasons on the winter wheat (Cockerell 1997, Parry et al. 1995, Smiley and Patterson 1996). Finding *M. nivale* in these provinces coincided with the known climatic requirements of these species. Although it has been known that this species was sometimes problematic and was firstly recorded in East Anatolia in Turkey (Demirci and Dane 2003), and isolation rate could reach up to 15%; in current study, it was isolated firstly in Southeast Anatolia and its isolation rate was found as 5%.

*F. proliferatum*, *F. acuminatum*, *F. verticillioides*, *F. oxysporum*, and *F. equiseti* isolated during the survey have been known as natural members of wheat microflora and they show weak pathogenicity on wheat (Aktas et al. 1996, Aktas et al. 1997, Bentley et al. 2006, Demirci and Dane 2003, Tunali et al. 2006a). It has been thought that the other *Fusarium* species isolated from Southeast Anatolia are natural members of soil microflora. Increasing amounts of irrigable fields through the Southeast Anatolian Project may affect the *Fusarium* flora in the wheat production areas and may change the crop pattern grown in the region. Introducing new crops together with irrigation may raise the new soil pathogens particular to these new crops and cause a decrease in the importance of wheat *Fusarium* microflora causing problems on the wheat production in Southeast Anatolia.

## ACKNOWLEDGMENTS

This project was supported by Turkish Ministry of Agriculture and Forestry with project number TAGEM-BS-10/07-01/02-01 under National Integrated Wheat Disease Management Program.

## ÖZET

Türkiye'de insan ve hayvan beslenmesinde kalori ihtiyacının çok önemli bir bölümünü karşılayan buğday ülkemizde en geniş alanda yetiştirilen tahıldır. Buğday arzını tehdit eden birçok fungal hastalık olmasına rağmen, *Fusarium* türleri buğdayda kalite ve kantite problemlerine neden olan önemli bir patojenik gruptur. *Fusarium* cinsine ait 100'den fazla tür vardır ve bu yüzden tür düzeyinde ayrımları kolay değildir. Bu çalışma Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde buğdayda kök ve kök boğazı çürüklüğüne neden olan *Fusarium* türlerinin belirlenmesini amaçlamıştır. Tür düzeyinde moleküler teşhisler için bazı tür-spesifik primerler ve bazı ribozomal RNA bölgelerinin dizilenmesi ile gerçekleştirilmiştir. Bunlara ek olarak bazı türlerin teşhisleri, koloni ve spor karakterleri kullanılarak, mikroskopik olarak yapılmıştır. Çalışma sonunda Diyarbakır, Şanlıurfa, Mardin ve Adıyaman illeri buğday üretim alanlarında 19 farklı türe ait 143 *Fusarium* türü belirlenmiştir. En yaygın tür %17.4 ile *F. proliferatum* olmasına rağmen, en önemli buğday kök boğazı çürüklüğü patojenlerinden olan *F. pseudograminearum* ve *F. culmorum* izole edilen *Fusarium* türlerinin %13'ünü oluşturmuştur.

Anahtar kelimeler: buğday, kök ve kök boğazı çürüklüğü, *Fusarium*, PCR

## REFERENCES

Aktaş H., Bostancıoğlu H., Tunali B., Bayram E., 1996. Sakarya yöresinde buğday kök ve kökboğazı çürüklüğüne neden olan

- hastalık etmenlerinin belirlenmesi ve bu etmenlerin buğday yetiştirme teknikleri ile ilişkileri üzerinde araştırmalar. Bitki Koruma Bülteni, 36, (3-4), 151-167.
- Aktas H., Tunali B., Bostancıoğlu H., Bayram E., 1997. Reaction of some wheat varieties and lines against to root and foot-rot disease agents in the field and laboratory conditions. Journal of Turkish Phytopathology, 26, 61-68.
- Aktas H., Bolat N., Keser M., İnce T., 2000. Eskişehir ili hububat ekim alanlarında hububat kök ve kökboğazı çürüklüğü hastalık etmenlerinin saptanması, buğday ve arpada *Drechslera sorokiniana* (Sacc.) Subram. and Jain'ya karşı genitör çeşit ve hatların belirlenmesi. Bitki Koruma Bülteni, 40, (1-2), 71-83.
- Aoki T., O'donnell K., 1999. Morphological and molecular characterization of *Fusarium pseudograminearum* sp. nov., formerly recognized as the Group 1 population of *F. graminearum*. Mycologia, 597-609.
- Arıcı Ş.E., Ümran A., Yatağan F.B., 2013. Isparta ve Burdur illeri buğday ekim alanlarındaki kök ve kök boğazı fungal hastalık etmenlerinin belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 17 (2), 26-30.
- Aydan A., Bayram M.E., Babaroğlu E.N., 2009. Sakarya ilinde bazı buğday çeşitlerinde kök ve kök boğazı hastalıklarına neden olan etmenlerin belirlenmesi. Bitki Koruma Bülteni, 49, (1), 31-43.
- Aydan A., Neslihan U., Güler P., 2010. *Fusarium* türlerinin izolasyonu ve patojenitelerinin belirlenmesi. Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi, 3 (1), 1-5.
- Bentley A., Tunali B., Nicol J., Burgess L., Summerell B., 2006. A survey of *Fusarium* species associated with wheat and grass stem bases in northern Turkey. Sydowia, 58 (2), 163-177.
- Cockerell V., 1997. New and priority seedborne diseases in Western Europe. Seed health testing: Progress towards the 21st century, 1-10.
- D'mello J., Placinta C., Macdonald A., 1999. *Fusarium* mycotoxins: a review of global implications for animal health, welfare and productivity. Animal Feed Science and Technology, 80, 183-205.
- Demirci E., Dane E., 2003. Identification and pathogenicity of *Fusarium* spp. from stem bases of winter wheat in Erzurum, Turkey. Phytoparasitica, 31 (2), 170-173.
- Edel V., Steinberg C., Gautheron N., Alabouvette C., 2000. Ribosomal DNA-targeted oligonucleotide probe and PCR assay specific for *Fusarium oxysporum*. Mycological Research, 104 (5), 518-526.
- Goswami R.S., Kistler H.C., 2004. Heading for disaster: *Fusarium graminearum* on cereal crops. Molecular Plant Pathology, 5 (6), 515-525.
- Harrow S.A., Farrokhi-Nejad R., Pitman A.R., 2010. Characterisation of New Zealand *Fusarium* populations using a polyphasic approach differentiates the *F. avenaceum* / *F. acuminatum* / *F. tricinctum* species complex in cereal and grassland systems. Fungal Biology, 114 (4), 293-311.
- Heun M., Schäfer-Pregl R., Klawan D., et al., 1997. Site of einkorn wheat domestication identified by DNA fingerprinting. Science, 278, 1312-1314.
- Hong S.Y., Kang M.R., Cho E.J., Kim H.K., Yun S.H., 2010. Specific PCR detection of four quarantine *Fusarium* species in Korea. The Plant Pathology Journal, 26 (4), 409-416.
- Jurado M., Vázquez C., Marín S., Sanchis V., González-Jaén M.T., 2006. PCR-based strategy to detect contamination with mycotoxigenic *Fusarium* species in maize. Systematic and Applied Microbiology, 29 (8), 681-689.
- Kınacı E., 1984. Monitoring wheat root and foot rots in Central Anatolian Region of Turkey. The Journal of Turkish Phytopathology, 13 (2-3), 71-74.
- Klein T., Burgess L., Ellison F., 1991. The incidence and spatial patterns of wheat plants infected by *Fusarium graminearum* Group 1 and the effect of crown rot on yield. Australian Journal of Agricultural Research, 42 (3), 399-407.
- Kulik T., 2008. Detection of *Fusarium tricinctum* from cereal grain using PCR assay. Journal of Applied Genetics, 49 (3), 305-311.
- Leslie J., Summerell B., 2006. *Fusarium* laboratory workshops—A recent history. Mycotoxin Research, 22 (2), 73-4.
- Mcmullen M., Jones R., Gallenberg D., 1997. Scab of wheat and barley: a re-emerging disease of devastating impact. Plant Disease, 81 (12), 1340-1348.
- Mishra P., Mukhopadhyay A., Singh U., 2004. Suppression of *Fusarium oxysporum* f. sp. *gladioli* populations in soil by application of *Trichoderma virens* and *in vitro* approaches for understanding biological control mechanisms. Indian Phytopathology, 57, 44-7.
- Mitter V., Zhang M., Liu C., Ghosh R., Ghosh M., Chakraborty S., 2006. A high-throughput glasshouse bioassay to detect crown rot resistance in wheat germplasm. Plant Pathology, 55 (3), 433-441.
- Motteram J., Kufner I., Deller S., 2009. Molecular characterization and functional analysis of MgNLP, the sole

- NPP1 domain-containing protein, from the fungal wheat leaf pathogen *Mycosphaerella graminicola*. Molecular Plant-Microbe Interactions, 22 (7), 790-799.
- Mulè G., Susca A., Stea G., Moretti A., 2004. Specific detection of the toxigenic species *Fusarium proliferatum* and *F. oxysporum* from asparagus plants using primers based on calmodulin gene sequences. FEMS Microbiology Letters, 230 (2), 235-240.
- Nash S.M., Snyder W.C., 1962. Quantitative estimations by plate counts of propagules of the bean root rot *Fusarium* in field soils. Phytopathology, 52 (6), 567-572.
- Nicholson P., Simpson D.R, Weston G., Rezanoor H.R., Lees A.K., Parry D.W., Joyce D., 1998. Detection and quantification of *Fusarium culmorum* and *Fusarium graminearum* in cereals using PCR assays. Physiological and Molecular Plant Pathology, 53 (1), 17-37.
- Nirenberg H.I., 1981. A simplified method for identifying *Fusarium* spp. occurring on wheat. Canadian Journal of Botany, 59 (9), 1599-1609.
- Özer N., Soran H., 1991. *Fusarium* genus and *Fusarium* species isolated from the cultivated plants in Turkey. The Journal of Turkish Phytopathology, 20 (2-3), 69-80.
- Özkan H., Brandolini A., Schäfer-Pregl R., Salamini F., 2002. AFLP analysis of a collection of tetraploid wheats indicates the origin of emmer and hard wheat domestication in southeast Turkey. Molecular Biology and Evolution, 19, 1797-1801.
- Parry D.W., Rezanoor H.N., Pettitt T.R., Hare M.C., Nicholson P., 1995. Analysis of *Microdochium nivale* isolates from wheat in the UK during 1993. Annals of Applied Biology, 126 (3), 449-55.
- Peraica M., Radic B., Lucic A., Pavlovic M., 1999. Toxic effects of mycotoxins in humans. Bulletin of the World Health Organization, 77 (9), 754-766.
- Poole G.J., Smiley R.W., Walker C., Huggins D., Rupp R., Abatzoglou J., Garland-Campbell K., Paulitz T.C., 2013. Effect of climate on the distribution of *Fusarium* spp. causing crown rot of wheat in the Pacific Northwest of the United States. Phytopathology, 103 (11), 1130-1140.
- Smiley R.W., Patterson L.M., 1996. Pathogenic fungi associated with *Fusarium* foot rot of winter wheat in the semiarid Pacific Northwest. Plant Disease, 80, 944-949.
- Soran H., Damgaci E., 1980. Ankara ili buğday ekim alanlarında kök ve kökboğazı hastalığına neden olan fungal etmenlerin saptanması üzerinde araştırmalar. TÜBİTAK VII. Bilim Kongresi Bildirileri, 6-10 Ekim 1980, Adana, 119-128.
- TUİK, 2015. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=kategorist> (Erişim tarihi: 01.01.2019)
- Tunali B., Nicol J., Erol F.Y., Altıparmak G., 2006a. Pathogenicity of Turkish crown and head scab isolates on stem bases on winter wheat under greenhouse conditions. Plant Pathology Journal, 5 (2), 143-149.
- Tunali B., Ozseven I., Buyuk O., Erdurmus D., Demirci A., 2006b. Fusarium head blight and deoxynivalenol accumulation of wheat in Marmara region and reactions of wheat cultivars and lines to *F. graminearum* and *F. culmorum*. Plant Pathology Journal, 5 (2), 150-156.
- Tunali B., Nicol J.M., Hodson D., 2008. Root and crown rot fungi associated with spring, facultative, and winter wheat in Turkey. Plant Disease, 92 (9), 1299-1306.
- Uçkun Z., Yıldız M., 2004. İzmir, Aydın ve Denizli illeri buğday alanlarındaki kök ve kökboğazı hastalıklarının yoğunluğunun ve etmenlerinin belirlenmesi. Bitki Koruma Bülteni, 44, (1-4), 79-92.
- White T.J., Bruns T., Lee S., Taylor J., 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: PCR protocols: a guide to methods and applications. Innis M.A., Gelfand D.H., Shinsky J.J., White T.J. (Eds.). Academic Press, Inc., New York, 315-322.
- Williams K., Dennis J., Smyl C., Wallwork H., 2002. The application of species-specific assays based on the polymerase chain reaction to analyse *Fusarium* crown rot of durum wheat. Australasian Plant Pathology, 31 (2), 119-27.
- Yılmazdemir F., 1976. Edirne, Tekirdağ ve Kırklareli illerinde buğday kök hastalıklarının fungal etmenleri ve bu hastalıkların dağılımına toprak pH ve neminin etkisi üzerinde araştırmalar. Uzmanlık Tezi, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 107s, Bornova, İzmir.
- Zadoks J.C., Chang T.T., Konzak C.F., 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Research, 14, 415-421.
- Cite this article:** Ölmez E, Tunali B., (2019) *Fusarium* species isolated from wheat samples showing root and crown rot symptoms in Southeast Anatolia, Plant Protection Bulletin, 59-3. DOI: 10.16955/bitkorb.515066
- Atf için:** Kaptan S., Akşit T., Spodek M., (2019). Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde kök ve kök boğazı çürüklüğü belirtileri gösteren buğday örneklerinden izole edilen *Fusarium* türleri, Bitki Koruma Bülteni, 59-3. DOI: 10.16955/bitkorb.515066



# Bitki Koruma Bülteni / Plant Protection Bulletin

<http://dergipark.gov.tr/bitkorb>

## Original article

## Determination of fungal diseases of leafy vegetables in Middle Anatolia Region

Orta Anadolu Bölgesi'nde yaprağı yenen sebzelerde görülen fungal hastalıkların belirlenmesi

Sirel CANPOLAT<sup>a\*</sup>, Senem TÜLEK<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Plant Protection Central Research Institute, Gayret Mab. Fatih Sultan Mehmet Bulvarı, 06172 Yenimahalle, Ankara, Turkey

### ARTICLE INFO

#### Article history:

DOI: [10.16955/bitkorb.527754](https://doi.org/10.16955/bitkorb.527754)

Received : 21.02.2019

Accepted : 15.04.2019

#### Keywords:

lettuce, parsley, arugula, mint, purslane, prevalence

\* Corresponding author: Sirel CANPOLAT

[✉ sirelozan\\_18@hotmail.com](mailto:sirelozan_18@hotmail.com)

### ABSTRACT

Vegetables, sources of macro and micronutrients such as carbohydrate, fat, protein, vitamin and minerals are important for human nutrition. In vegetable production, fungal diseases can cause significant economic losses and plant protection studies are of great importance to prevent these losses. The aim of this project is to detect the fungal diseases and prevalence that mainly damage the production of lettuce, parsley, dill, arugula, and cress. This study conducted in Central Anatolia Region was carried out in the provinces of Eskişehir, Ankara, and Konya between 2015-2017. Morphological and molecular diagnosis of fungal diseases and prevalence rates were determined in the region. Isolations were made from the diseased plants and the isolates were stored at -20 °C and -80 °C. As a result of the studies *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Fusarium oxysporum*, and *Alternaria alternata* in lettuce; *Septoria petroselini*, *Fusarium oxysporum*, and *Rhizoctonia solani* in parsley; *Erysiphe heraclei* in dill; *Albugo candida* in both arugula and cress were detected.

## GİRİŞ

Zengin mineral ve vitamin kaynağı olan yaprağı yenen sebzeler antioksidan bileşikler içermekte olup, bu bitkilerin ekstraktları yiyecek endüstrisi, kozmetik ve tıpta da kullanılmaktadır. Türkiye'de 2017 yılında 8.041.439 da ekiliş alanında 28.512.118 ton sebze üretilmiştir. Yaprağı yenen sebzelerin Eskişehir, Ankara ve Konya illerinde toplam ekiliş alanı 38.000 da ve toplam üretim miktarı 93.000 tondur. Bunların arasında yer alan marul, maydanoz, dereotu, roka, tere, semizotu ve nanenin yıldan yıla artan tüketimi ile birlikte üretimi de artmaktadır. Yaprağı yenen bu sebzelerin son yıllarda açık alanda ve örtü altında da üretimi ile Türkiye'nin farklı bölgelerinde birçok çeşit

ve türü yetiştirilebilmektedir. Kıvrıkcık, aysberg, göbekli ve lolorosso gibi farklı marul türleri yetiştirilen Türkiye, FAO'nun istatistiki verilerine göre 419.066 tonluk üretimi ile dünyada en fazla marul üreten ülkeler arasında sekizinci sırada yer almaktadır (Anonymous 2014). Bu sebzelerin üretimini sınırlayan en önemli faktörler hastalık, zararlı ve yabancı otlardır. Bu ürünlerde yapılan çalışmaların oldukça az olmasından dolayı bitki koruma sorunlarının çoğu ile ilgili çözüm bulunamamaktadır. Üreticilerin bilinçsiz olarak yaptıkları ilaçlamalarda kullandıkları bitki koruma ürünleri, vejetasyon dönemi kısa olan bu ürünlerde kalıntı sorunlarına yol açabilmektedir.

Bölgemizde Eskişehir başta olmak üzere Ankara ve Konya illeri bu ürünlerin yetiştiriciliğinin yaygın olarak yapıldığı illerdir. Bu illerde marul (29.672 da), brokoli (865 da), dereotu (525 da), roka (2.257 da), maydanoz (3.027 da), tere (939 da) ve nane (157 da) alanda yetiştirilmektedir. Yaprağı yenen sebzelerde ürün çeşitliliğinin fazla olması nedeniyle çalışma alanı olarak Eskişehir, Ankara ve Konya illeri seçilmiştir (Anonim 2017).

Dünyada yaprağı yenen bu ürünlerin yetiştirilmesinde yaşanan sorunlar ve mücadelesi literatür bilgileriyle ortaya konulurken, Türkiye’de bu konuda yapılan çalışmalar oldukça sınırlıdır. Türkiye’de bu ürünlerde yapılan çalışmalarda marulda *Bremia lactucae* Regel, *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary, maydanozda *Septoria petroselini* Desm. ve *Plasmopara petroselini* Sävul.& O.Sävul, *Alternaria* spp., dereotunda *Erysiphe heraclei* D. C., tere ve rokada *Albugo candida* (Pers.) Roussel, nanede *Puccinia menthae* Pers., semizotunda *Albugo portulacae* (D.C.) Kuntze ve *Dichotomophthora portulacae* Mehrl.& Fitzp. ex M.B. Ellis saptanmıştır (Ellialtıoğlu et al. 2007, Kurt 2003, Onaran ve Yanar 2009, Soylu and Soylu 2003, Soylu et al. 2010, Ünlü ve Boyraz 2010).

Türkiye’de yaprağı yenen sebzelerde fungal hastalıklar konusunda yapılan ilk çalışmada Orta Anadolu Bölgesi’nde tüketime sunulan tere ve rokalarda *Albugo candida* (Pers.) Roussel saptanmıştır (Ünlü ve Boyraz 2010). Akdeniz Bölgesi’nde dereotunda *Erysiphe heraclei* D.C., maydanozda *Septoria petroselini* Desm. ve *Plasmopara petroselini* Sävul.&O.Sävul. tespit edilmiştir (Kurt 2003, Soylu and Soylu 2003, Soylu et al. 2010). Mücadeleye yönelik ise Orta Akdeniz Bölgesi’nde maydanozda *Septoria* yaprak lekeli hastalığına karşı farklı fungusitlerin etkinliği araştırılmıştır (Tok 2008). Maydanozda *Septoria* yaprak lekeli hastalığına ve marulda kurşuni küf hastalığına (*Botrytis cinerea* Pers.) karşı fungusit uygulamaları yer almaktadır (Polat ve Coşkuntuna 2014, Tok 2008).

Bu projede 2015-2017 yılları arasında Orta Anadolu Bölgesi’nin Eskişehir, Ankara ve Konya illerinde marul, maydanoz, dereotu, roka, tere, nane, semizotunda sürvey çalışmaları yapılmıştır. Yürütülen sürvey çalışmaları sonucunda Orta Anadolu Bölgesi’nde Eskişehir, Ankara ve Konya illerinde marul, maydanoz, dereotu, roka, tere, nane ve semizotunda zarar oluşturan hastalıklar ve yaygınlık oranları belirlenmiştir.

## MATERYAL VE METOT

### Sürvey çalışmaları

Sürvey çalışmaları 2015-2016 yılları arasında marul,

maydanoz, dereotu, nane, tere ve roka bitkilerinin en fazla üretildiği Ankara ilinin Yenimahalle, Ayaş ve Beypazarı ilçelerinde, Konya ilinin Meram, Ereğli ve Çumra ilçelerinde, Eskişehir ilinin Tepebaşı ve Sarıcakaya ilçelerinde yapılmıştır. Sürveylerde Bora ve Karaca (1970)’ya göre basit tesadüf örnekleme yöntemi ile sayımlar yapılmıştır. Sürvey çalışmaları tesadüfen seçilen ve büyüklüğü 1 m<sup>2</sup> ve üzeri büyüklükte değişen tarlalarda yürütülmüş, bitkilerde her bir hastalık için sayımlar (hasta-sağlam) yapılmıştır. Tarla büyüklüğü 1-5 da ise 5 noktada, 6-10 da ise 10 noktada, 10 da’dan büyük tarlalarda ise 15 noktada bitkilerde sayım yapılmıştır. Üretim alanında hastalık oranı (%) hastalıklı bitki üzerinden hesaplanmıştır. Üretim alanında hastalık oranları belirlendikten sonra bölge (ilçe ve il) düzeyinde yaygınlık oranı tartılı ortalamaya göre bulunmuştur (Bora ve Karaca 1970).

Tarla kontrolleri sırasında gözlenen her belirti tipi için örnekler alınmış, etiketlenmiş ve kese kağıdı içine konduktan sonra polietilen poşet içinde laboratuvara getirilmiştir. Örnekleme yetiştirme dönemi boyunca bitkilerin farklı gelişim dönemlerinde, hastalığın ortaya çıkma ve yayılma durumlarına göre 2 kez yapılmıştır.

### İzolasyon çalışmaları

Laboratuvara getirilen hastalıklı bitki örnekleri hastalıklı ve sağlam dokuyu birlikte içerecek şekilde kesilip %1’lik sodyum hipokloritte 1 dk. süre ile tutulduktan sonra saf sudan geçirilerek steril kurutma kağıdında kurutulmuş ve su agar besi ortamı bulunan petrilere ekilmiştir. Ekimi yapılan petrilere 24±2 °C’ye ayarlı inkubatörde 3-7 günlük inkubasyon sonunda gelişen koloniler PDA, SNA ve MEA besi ortamı bulunan petrilere aktarılmış ve tanıda kullanılmak üzere saf kültürleri elde edilmiştir. Diğer taraftan, obligat parazit fungal etmenler için hastalık belirtileri olan yaprakların bir kısmı, içinde nemli kurutma kağıdı bulunan petrilere yerleştirilmiştir. Sporlanmayı teşvik için 25±2 °C’de inkube edilmiş ve fungal gelişmenin görüldüğü yapraklardaki misel veya sporlar stereo mikroskop altında incelenmiştir. Ayrıca elde edilen izolatların tümü, fungus diskleri halinde eğik agarda +4 °C’de, %15’lik gliserol bulunan Ependorf tüplerde -20 °C’de ve mısır unu kum ortamında saklanmıştır (Arslan 2000).

### Fungusların tanı çalışmaları

Saflaştırılan kültürlerin, cins düzeyinde ayrımı yapıldıktan sonra tür tanıları, morfolojik özellikleri (koloni gelişmesi, rengi, spor şekli ve büyüklüğü) stereo mikroskopta ve mikroskopta incelenerek, literatürde verilen teşhis anahtarlarından yararlanmak suretiyle yapılmıştır.

*Fusarium* türlerinin teşhisi için, *Fusarium* izolatları, hem



morfolojik yapılarının en iyi olduğu SNA ortamına, hem de kültür renginin görüldüğü PSA ortamına aşılınmış ve Booth (1971)'a göre teşhisleri yapılmıştır. İzolasyonlardan elde edilen, *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler Ellis (1971)'e, *Rhizoctonia solani* Sneh et al. (1991)'e göre tanılanmıştır.

Külleme ve beyaz pas hastalıklarının tanıları ise yapraklardan yapılan kazıma preparatın, mikroskopta incelenerek etmenin spor özellikleri ile ölçümlerine göre yapılmıştır (Bulajic et al. 2009, Koike et al. 2001, Larsson and Gerhardson 1992, Marraiki et al. 2012, Nawrocki 2004, Nawrocki and Mazur 2007, Omranpour et al. 2011, Sherf and Alan 1986, Soylu and Soylu 2003, Vakalounakis 2013).

#### Patojenisite testleri

Patojenisite denemesinde kullanılacak izolatları belirlemek amacıyla ilk olarak, ön patojenisite (*Fusarium*, *Alternaria* ve *Rhizoctonia* türleri için) denemesi yapılmıştır. Bu amaçla elde edilen her bir *Fusarium* izolatı SNA ortamına, *A. alternata* izolatı da PDA ortamına aşılınmış, 25±1 °C'de inkübasyona bırakılmıştır. Daha sonra %1'lik NaOCl'de 3 dk. yüzeysel dezenfeksiyondan geçirilen marul ve maydanoz tohumları su agarına ekilmiş ve ön çimlenme için inkübasyona bırakılmıştır. Besi yerinde 3-4 cm gelişen funguslardan 10 mm'lik diskler alınıp su agarı (WA) besine yerleştirilmiş ve her bir disk parçasının yanına da sağlıklı gelişme gösteren marul ve maydanoz tohumu yerleştirilip inkübasyona bırakılmıştır. 10 gün sonra fidelerde gelişen belirtiler gözlenmiş, kökler veya hipokotil üzerinde belirtilere veya yumuşamalara sebep olan izolatlar patojen türler olarak düşünülmüştür (Auster and Shen 1998'e göre modifiye edilmiş).

Çimlenmiş marul ve maydanoz tohumları üzerinde *Rhizoctonia* izolatlarının patojenisitelerini testlemek için YDA (yeast extract dextrose agar) üzerinde geliştirilmiş 3-4 günlük kültürlerden alınan agar parçaları kullanılmıştır. 10 mm çaplı agar parçaları 250 µg/ml chloramphenicol bulunan su agarı (WA) içeren petrilere yerleştirilmiş ve 24 saat 25 °C'de inkübe edilmiştir. Tohumlar %2'lik sodyum hipokloritte 5 dk. yüzeysel sterilizasyona tabi tutulmuş, iki kez steril destile suyla yıkandıktan sonra steril kurutma kağıtları üzerinde kurutulmuş ve su agarı üzerine 25 °C'de ön çimlenme için yerleştirilmiştir. Agarda sağlıklı çimlenmiş tohumlar *Rhizoctonia* izolatlarının gelişen hiflerinin etrafına yerleştirilmiştir (8 tohum/petri, 2 petri/izolat). Petrilere 25 °C'de 12 saat fotoperiyotta floresan ışık altında 6 gün büyüme çemberinde inkübe edilmiştir. Fidelerde gelişen belirtiler gözlenmiş ve kökler veya hipokotil üzerinde belirtilere veya yumuşamalara sebep olan izolatlar patojen *Rhizoctonia* olarak düşünülmüştür (Auster and Shen 1998).

Ön patojenisite testinde patojenisitesi yüksek bulunan izolatlarla saksılarda patojenisite denemeleri yapılmıştır. *R. solani*, *S. sclerotiorum* ve *F. oxysporum*'un inokulum hazırlığı ve patojenisitesi için bu funguslara ait izolatlar, Kunwar et al. (1989) ile Ahmad and Sharma (1990)'nın toprak inokulasyonu metoduyla spesifik ortamlarında belirli bir süre geliştirilip buğday tohumuna inokule edilmiş ve saksı toprağına karıştırılmışlardır. Buğday kültürü için; suda ıslatılan buğday tohumları 10 dk. haşlanmıştır. Uygun cam şişelerde otoklav edildikten sonra fungusların gelişen kolonilerinden alınan diskler ile aşılınmıştır. Şişeler 15 gün süreyle 24-25 °C'de karanlıkta inkubatorde bekletilmiş, ara ara silkelenerek fungal gelişimin tüm şişeye ulaşması sağlanmıştır. Fungal inokulum tohum ekiminden bir hafta önce saksı toprağına karıştırılmıştır. Daha sonra %1'lik sodyum hipokloritte 3 dk. yüzeysel sterilizasyonu yapılan maydanoz tohumları her saksıya 10 tohum, marul fideleri de her saksıya 3 fide olacak şekilde ekilmiştir. Kontrol saksılarına ise içinde sadece buğday bulunan inokulum karıştırılıp, yüzeysel dezenfeksiyonu yapılan tohumlar ekilmiş ve bir saksı bir tekerrür olacak şekilde 4 tekerrürlü olarak denemeler yapılmıştır. İnokulasyondan sonra bitkiler 4 hafta süreyle gözlenerek solgunluk ve gelişme geriliği gösteren bitkiler kaydedilmiştir. Bu süre sonunda bitkiler sökülerek toprak altı aksamı yıkanıp incelenmiştir. Yapılan reizolasyonlar ile etmenlerin inokule edilenler ile aynı olup olmadığına bakılarak bitkiler hasta-sağlam olarak değerlendirilmiş ve % hastalık oranı belirlenmiştir (Arslan 2000).

#### SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Ankara, Konya ve Eskişehir illerinde 2015 ve 2016 yıllarında yapıldığı yenen sebze alanlarında survey çalışmaları yürütülmüş olup incelenen tarla sayıları ve survey alanları Çizelge 1 ve 2'de verilmiştir.

Marul örneklerinde *Sclerotinia sclerotiorum*, *Rhizoctonia solani*, *Alternaria alternata*, *Fusarium oxysporum*; maydanozda *Septoria petroselini*, *Alternaria alternata*, *Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani*; dereotunda *Erysiphe heraclei*; rokada ve terede ise *Albugo candida* tespit edilmiştir (Çizelge 3).

2015 ve 2016 yılları survey çalışmaları sonucunda marul örneklerinde 10 adet *R. solani*, 14 adet *S. sclerotiorum*, 12 adet *F. oxysporum*, 9 adet *A. alternata*; maydanozda ise 5 adet *F. oxysporum*, 4 adet *F. solani*, 4 adet *S. petroselini*, 4 adet *R. solani* izolatı elde edilmiştir.

Elde edilen izolatların ön patojenisite testlerinde yüksek patojenisite gösteren izolatlarla saksılarda patojenisite testleri yürütülmüştür. Patojenisite testleri sonucunda marul örneklerinde *R. solani*, *F. oxysporum* ve *S. sclerotiorum*,

maydanozda *F. oxysporum* ve *R. solani* patojen olarak tespit edilmiştir. Çizelge 4'de yaprağı yenen sebzelerde kök ve

kökboğazında patojen olarak tespit edilen fungal etmenler ve hastalık oranları verilmiştir.

**Çizelge 1.** Ankara, Konya ve Eskişehir illerinde 2015 yılında yaprağı yenen sebze alanlarında yapılan survey çalışmalarında incelenen tarla sayısı ve survey alanları (da)

Ankara/İlçeler	Marul		Maydanoz		Dereotu		Roka		Tere		Nane	
	İ.T.S. <sup>1</sup>	İ.T.S. <sup>2</sup>	İ.T.S. <sup>1</sup>	İ.T.S. <sup>2</sup>	İ.T.S. <sup>1</sup>	İ.T.S. <sup>2</sup>	İ.T.S. <sup>1</sup>	İ.T.S. <sup>2</sup>	İ.T.S. <sup>1</sup>	İ.T.S. <sup>2</sup>	İ.T.S. <sup>1</sup>	İ.T.S. <sup>2</sup>
Yenimahalle	-	-	20	0.15	20	0.12	20	0.17	20	0.16	20	0.1
Beypazarı	35	73	5	2	5	0.05	5	2	5	0.08	-	-
Ayaş	21	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam	56	105	25	2,15	25	0.17	25	2,17	25	0.24	20	0.1
Konya/İlçeler	Marul		Maydanoz		Dereotu		Roka		Tere		Nane	
	İ.T.S. <sup>1</sup>	İ.T.S. <sup>2</sup>	İ.T.S. <sup>1</sup>	İ.T.S. <sup>2</sup>	İ.T.S. <sup>1</sup>	İ.T.S. <sup>2</sup>	İ.T.S. <sup>1</sup>	İ.T.S. <sup>2</sup>	İ.T.S. <sup>1</sup>	İ.T.S. <sup>2</sup>	İ.T.S. <sup>1</sup>	İ.T.S. <sup>2</sup>
Çumra	28	140	10	20	-	-	-	-	-	-	-	-
Meram	17	93	4	8	-	-	-	-	-	-	-	-
Ereğli	-	-	1	94	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam	45	233	15	122								
Eskişehir/İlçeler	Marul		Maydanoz		Dereotu		Roka		Tere		Nane	
	İ.T.S. <sup>1</sup>	İ.T.S. <sup>2</sup>	İ.T.S. <sup>1</sup>	İ.T.S. <sup>2</sup>	İ.T.S. <sup>1</sup>	İ.T.S. <sup>2</sup>	İ.T.S. <sup>1</sup>	İ.T.S. <sup>2</sup>	İ.T.S. <sup>1</sup>	İ.T.S. <sup>2</sup>	İ.T.S. <sup>1</sup>	İ.T.S. <sup>2</sup>
Tepebaşı	35	65	12	76	15	110	34	120	28	60	10	50
Sarıcakaya	15	90	21	123	45	130	60	140	41	55	6	15
Toplam	50	155	33	199	60	240	94	260	69	115	16	65

<sup>1</sup> İncelenen tarla sayısı

<sup>2</sup> İncelenen tarlaların alanı (da)

**Çizelge 2.** Ankara, Konya ve Eskişehir illerinde 2016 yılında yapılan survey çalışmalarında incelenen tarla sayısı ve survey alanları (da)

Ankara/İlçeler	Marul		Maydanoz		Dereotu		Roka		Tere		Nane	
	İ.T.S. <sup>1</sup>	İ.T.S. <sup>2</sup>	İ.T.S. <sup>1</sup>	İ.T.S. <sup>2</sup>	İ.T.S. <sup>1</sup>	İ.T.S. <sup>2</sup>	İ.T.S. <sup>1</sup>	İ.T.S. <sup>2</sup>	İ.T.S. <sup>1</sup>	İ.T.S. <sup>2</sup>	İ.T.S. <sup>1</sup>	İ.T.S. <sup>2</sup>
Yenimahalle	10	5	7	3.5	8	4.5	11	3.7	10	3	6	1.2
Beypazarı	15	75	5	10	5	2	4	2	11	3.3	-	-
Ayaş	11	32	11	30	5	15	7	14	7	21	7	21
Toplam	36	112	23	43.5	18	21.5	22	19.7	28	27.3	13	22.2
Konya/İlçeler	Marul		Maydanoz		Dereotu		Roka		Tere		Nane	
	İ.T.S. <sup>1</sup>	İ.T.S. <sup>2</sup>	İ.T.S. <sup>1</sup>	İ.T.S. <sup>2</sup>	İ.T.S. <sup>1</sup>	İ.T.S. <sup>2</sup>	İ.T.S. <sup>1</sup>	İ.T.S. <sup>2</sup>	İ.T.S. <sup>1</sup>	İ.T.S. <sup>2</sup>	İ.T.S. <sup>1</sup>	İ.T.S. <sup>2</sup>
Çumra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Meram	19	129	4	20	-	-	-	-	-	-	-	-
Ereğli	-	-	6	110	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam	19	129	10	130								
Eskişehir/İlçeler	Marul		Maydanoz		Dereotu		Roka		Tere		Nane	
	İ.T.S. <sup>1</sup>	İ.T.S. <sup>2</sup>	İ.T.S. <sup>1</sup>	İ.T.S. <sup>2</sup>	İ.T.S. <sup>1</sup>	İ.T.S. <sup>2</sup>	İ.T.S. <sup>1</sup>	İ.T.S. <sup>2</sup>	İ.T.S. <sup>1</sup>	İ.T.S. <sup>2</sup>	İ.T.S. <sup>1</sup>	İ.T.S. <sup>2</sup>
Tepebaşı	15	75	16	32	8	24	9	27	10	8	9	18
Sarıcakaya	6	12	-	-	-	-	6	9	-	-	-	-
Toplam	21	87	16	32	8	24	15	36	10	8	9	18

<sup>1</sup> İncelenen tarla sayısı

<sup>2</sup> İncelenen tarlaların alanı (da)

**Çizelge 3.** Ankara, Konya ve Eskişehir illerinde 2015 ve 2016 yıllarında belirlenen fungal etmenler, konukçu bitkiler, izolat sayısı ve izole edildiği yer

Fungus türü	Marul			Maydanoz			Dereotu			Roka			Tere			Nane		
	A <sup>1</sup>	E	K	A	E	K	A	E	K	A	E	K	A	E	K	A	E	K
Yapraktan izole edilen	<i>S. sclerotiorum</i>	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>S. petroselini</i>	-	-	-	1	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>E. heraclei</i>	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>A. alternata</i>	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>A. candida</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	-	-	-	-	-
Kökten izole edilen	<i>F. oxysporum</i>	3	6	3	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>F. solani</i>	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>R. solani</i>	4	2	4	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOPLAM	21	11	17	1		12	2			2		2						

<sup>1</sup>Ankara(A), Konya(K) ve Eskişehir(E)**Çizelge 4.** Yaprığı yenen sebzelerin kök ve kök boğazından izole edilen fungal etmenlerin patojenite testlerinde kullanılan izolat sayısı ve patojen olduğu belirlenen izolatlar ve hastalık oranları

Bitki çeşidi	Hastalık ve fungal etmen adı	Patojen olduğu belirlenen izolat sayısı	Hastalık oranı (%)
Marul	Solgunluk ( <i>Fusarium oxysporum</i> )	6	88
	Kök çürüklüğü ( <i>Rhizoctonia solani</i> )	4	89
	Beyaz çürüklük ( <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> )	14	92
Maydanoz	Solgunluk ( <i>F. oxysporum</i> )	3	86
	Kök çürüklüğü ( <i>R. solani</i> )	2	85

Kök ve kök boğazından izole edilen fungal etmenlerin patojenite testlerinde Çizelge 4'de görüldüğü üzere marulda *S. sclerotiorum* %92, marul ve maydanozda *R. solani*'nin hastalık oranı sırasıyla %89 ve %85 olarak tespit edilirken, marul ve maydanozda *F. oxysporum* %88 ve %86'lık hastalık oranına sahip olmuştur.

Yaprığı yenen sebzelerden marulda belirlenen fungal hastalıkların il düzeyinde yaygınlıkları Çizelge 5'de yer almaktadır.

Ankara ili Beypazarı ilçesinde beyaz çürüklük hastalığı (*S. sclerotiorum*) %32.14 oranıyla en yaygın hastalık olarak belirlenmiştir (Çizelge 5).

Yaprığı yenen sebzelerden maydanozda belirlenen fungal hastalıkların il düzeyinde yaygınlıkları Çizelge 6'da yer almaktadır. Konya ili Ereğli ilçesinde *R. solani* %2.35 ile en yaygın hastalık olarak belirlenmiştir (Çizelge 6). Yaprığı yenen sebzelerden dereotunda belirlenen fungal hastalıkların il düzeyinde yaygınlıkları Çizelge 7'de yer almaktadır.

**Çizelge 5.** Ankara, Konya ve Eskişehir'de marul ekiliş alanlarında incelenen tarla sayısı, hastalık saptanan tarla sayısı, belirlenen fungal hastalıklar ve yaygınlık oranları (%)

İller	İncelenen tarla sayısı	Hastalık saptanan tarla sayısı	Hastalık yaygınlık oranı (%)			
			Solgunluk ( <i>Fusarium oxysporum</i> )	Kök çürüklüğü ( <i>Rhizoctonia solani</i> )	Kök çürüklüğü ( <i>Alternaria alternata</i> )	Beyaz çürüklük ( <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> )
Ankara/Beypazarı	92	23	1,16	1,36	-	32,14
Konya	64	16	1,82	3,12	0,94	-
Eskişehir	39	15	3,25	2,63	-	-

**Çizelge 6.** Ankara, Konya ve Eskişehir'de maydanoz ekiliş alanlarında incelenen tarla sayısı, hastalık saptanan tarla sayısı, belirlenen fungal hastalıklar ve yaygınlık oranları (%)

İller	İncelenen tarla sayısı	Hastalık saptanan tarla sayısı	Hastalık yaygınlık oranı (%)			
			Yaprak lekeli ( <i>Septoria petroselini</i> )	Kök çürüklüğü ( <i>Rhizoctonia solani</i> )	Solgunluk ( <i>Fusarium oxysporum</i> )	Kök çürüklüğü ( <i>Fusarium solani</i> )
Ankara	48	3	0,32	-	0,28	0,09
Konya/Merem	25	4	0,68	2,35	1,21	1,02
Eskişehir	28	-	-	-	-	-

**Çizelge 7.** Ankara, Konya ve Eskişehir’de dereotu ekiliş alanlarında incelenen tarla sayısı, hastalık saptanan tarla sayısı, belirlenen fungal hastalıklar ve yaygınlık oranları (%)

İller	İncelenen tarla sayısı	Hastalık saptanan tarla sayısı	Hastalık yaygınlık oranı (%)
			Külleme ( <i>Erysiphe heraclei</i> )
Ankara	43	3	2.23
Konya	-	-	-
Eskişehir	13	1	1.87

**Çizelge 8.** Ankara, Konya ve Eskişehir’de roka ekiliş alanlarında incelenen tarla sayısı, hastalık saptanan tarla sayısı, belirlenen fungal hastalıklar ve yaygınlık oranları (%)

İller	İncelenen tarla sayısı	Hastalık saptanan tarla sayısı	Hastalık yaygınlık oranı (%)
			Beyaz pas ( <i>Albugo candida</i> )
Ankara	47	5	3.26
Konya	-	-	-
Eskişehir	38	2	1.06

Çizelge 7’de verildiği gibi dereotunda külleme hastalığı (*Erysiphe heraclei*) Ankarada %2.23, Eskişehir’de %1.87 ile en yaygın hastalık olarak belirlenmiştir.

Yaprağı yenen sebzelerden rokada belirlenen fungal hastalıkların il düzeyinde yaygınlıkları Çizelge 8’de yer almaktadır.

Çizelge 8’de verildiği gibi Ankarada rokada beyaz pas (*Albugo candida*) hastalığı %3.26, Eskişehir’de ise %1.06 olarak tespit edilmiştir.

Yaprağı yenen sebzelerden terede belirlenen fungal hastalıkların il düzeyinde yaygınlıkları Çizelge 9’da yer almaktadır.

**Çizelge 9.** Ankara, Konya ve Eskişehir’de tere ekiliş alanlarında incelenen tarla sayısı, hastalık saptanan tarla sayısı, belirlenen fungal hastalıklar ve yaygınlık oranları (%)

İller	İncelenen tarla sayısı	Hastalık saptanan tarla sayısı	Hastalık yaygınlık oranı (%)
			Beyaz pas ( <i>Albugo candida</i> )
Ankara	53	6	2.83
Konya	-	-	-
Eskişehir	15	-	-

Çizelge 9’da verildiği gibi Ankarada terede Beyaz pas (*Albugo candida*) hastalığı %2.83 oranında tespit edilirken Eskişehir’de Beyaz pas hastalığına rastlanmamıştır.

Yaprağı yenen sebzelerde 2015 ve 2016 yıllarında Ankara, Eskişehir ve Konya illerinde sürvey çalışmaları yürütülmüştür. Alınan bitki örneklerinde külleme, beyaz pas hastalığı, yaprak lekeli, beyaz çürüklük, yaprak yanıklığı, kök çürüklüğü ve solgunluk hastalıkları saptanmıştır.

Ege Bölgesi’nde (İzmir, Manisa ve Aydın) marulda fungal hastalıklar konusunda yapılan çalışmalarda *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary’nin yoğun şekilde zarar yaptığını Onaran ve Yanar (2009)’da bildirmişlerdir. Ayrıca Marmara Bölgesi’nde Mert-Türk ve Mermer (2011) tarafından yapılan çalışmada da örtü altında yetiştirilen marullarda *S. sclerotiorum* belirlenmiştir. Hatay ili marul ekim alanlarında Soylu et al. (2017) yaptıkları çalışmada *S. sclerotiorum*, *Botrytis cinerea*, *Golovinomyces cichoracearum* ve *Bremia lactucae*’nin en sık karşılaşılan fungal hastalık etmenleri olduğunu belirlemişlerdir.

Akdeniz Bölgesi’nde Hatay ilinde Soylu and Soylu (2003) tarafından dereotu bitkilerinde yapraklarda kıvrılma ve bitkide kurumalara neden olan fungal etmenin *Erysiphe heraclei* olduğu bildirilmiştir. Yürütülen bu çalışmada da dereotunda *E. heraclei* tespit edilmiştir.

Selçuk et al. (2009) ise içinde maydanozun da bulunduğu 72 konukçu bitkide yaptıkları çalışmada, 79 *Septoria* türü tespit etmiş, yine Hatay’ın Arsuz ilçesinde yapılan bir çalışma sonucunda maydanoz ekili alanlarda %42-80 arasında değişen oranlarda *Septoria* yaprak yanıklığı (*Septoria petroselinii*) belirlenmiş (Kurt 2003) olup, yürütülen bu çalışmada da maydanozda *S. petroselinii* tespit edilmiştir. Orta Anadolu Bölgesi’nde (Konya) tüketime sunulan meyve ve sebzelerde patojen fungal florayı ve bulunış oranlarını tespit etmek amacıyla yapılan bir çalışmada, tere ve rokada *Albugo candida* (Pers.) Roussel, maydanozda *Alternaria* spp. belirlenmiştir (Ünlü ve Boyraz 2010).

Maydanoz fideliklerinde etkili olan çökerten hastalığı, Güney New Jersey’de 1981-1982 üretim sezonunda büyük kayıplara yol açmıştır. Hastalık belirtisi görülen fidelerden *Fusarium oxysporum* Schltdl., *Fusarium solani* (Mart.) Appel Wollenw., *Pythium ultimum* Trow, *Pythium irregulare* Buisman ve *Rhizoctonia solani* J.G. Kühn izole edilmiştir (Hershman 1986). Maydanoz fideliklerinde yapılan bir çalışmada sera ve tarla koşullarında, fidelerde en fazla *Alternaria radicina* Meier, Drechsler & E.D.Eddy ve *Fusarium* spp. saptanmıştır. Ayrıca tarla koşullarında bazı maydanoz fidelilerinde *Cylindrocarpon destructans* (Zinssm.) Scholten, *Rhizoctonia solani* ve *Stemphylium botryosum* tespit edilmiştir (Nawrocki 2004). Orta Anadolu Bölgesi’nde yürütülen bu çalışmada da maydanozda *R. solani*, *F. solani* ve *F. oxysporum* tespit edilmiştir.

Çalışmaların yürütüldüğü bölgemizde yaprağı yenen sebzelerde fungal hastalık etmenleri arasında en önemli zararı marulda beyaz çürüklüğe neden olan *S. sclerotiorum* yapmıştır. Bu hastalık etmeninin bir toprak patojeni olması ve toprakta uzun yıllar canlılığını sürdürmesi nedeniyle mücadelede önemli sorunlar yaşanmaktadır. Beyaz çürüklük hastalığında bölgemiz çiftçileri aynı üretim alanlarına her yıl yeniden marul ekimine devam ettiklerinden dolayı bu hastalığa karşı marulda ruhsatlı bitki koruma ürünü olmasına rağmen kimyasal mücadele tek başına yeterli ve etkili olamamaktadır. Bölge üreticilerimizin bu hastalıkla mücadelede önerilen kültürel önlemleri uygulamadıkları bu nedenle de kimyasal mücadelenin tek başına yeterli etkiyi gösteremediği yaptığımız çalışmalar sırasında tespit edilmiştir. Bölgemizde marul ve maydanoz üretim alanlarında görülen bir diğer hastalık kök ve kökboğazı çürüklüğü ve solgunluk hastalıklarıdır. Bu hastalık etmenleri de toprak patojenleri olup kimyasal mücadeleyi gerektirecek düzeyde yaygınlık göstermemektedirler. Bölgemizde tere ve rokada tespit edilen Beyaz pas hastalığı ve dereotunda tespit edilen Külleme hastalığı da kimyasal mücadeleyi gerektirecek oranda yaygınlık göstermemektedir. Ülkemizin yaprağı yenen sebzelerinin yetiştirdiği diğer alanlarında yaygın olarak görülen ve ekonomik anlamda zarara neden olan rokada Beyaz pas (*Albugo candida*), dereotunda Külleme (*Erysiphe heraclei*) ve maydanozda Yaprak lekeli (*Septoria petroselinii*) hastalıkları ile ilgili olarak Bornova Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü koordinatörlüğünde Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü'ne geçici tavsiye önerileri yapılmıştır.

Yapılan çalışmaların sonuçlarına göre Zirai Mücadele Teknik Talimatları ve Standart İlaç Deneme Metotları bulunmayan hastalıklar için talimat ve metotlar oluşturulabilecek, mevcut olanları ise güncelleyebilecek veriler elde edilmiştir. Ayrıca yaprağı yenen sebzelerden izole edilen fungal izolatlar ile Enstitümüz mikroorganizma kültür koleksiyonuna da materyal sağlanmıştır.

## ÖZET

Sebzeler içerdikleri karbonhidrat, yağ, protein, vitamin ve mineraller gibi makro ve mikro besinler açısından insan beslenmesi için önemlidir. Sebze üretiminde fungal hastalıklar büyük ekonomik kayıplara yol açabilmektedir, bu kayıpları engellemek için bitki koruma çalışmaları büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada marul, nane, maydanoz, dereotu, roka ve tere üretimini kısıtlayan faktörlerin başında gelen fungal hastalıkların ve yaygınlıklarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Orta Anadolu Bölgesi'nde yapılan bu çalışmada, Eskişehir, Ankara ve Konya illerinde 2015-2017 yılları arasında çalışmalar yürütülmüş, saptanan

fungal hastalık etmenlerinin morfolojik teşhisleri yapılmış, patojenisite denemeleri yürütülmüş ve bölgedeki yaygınlık oranları belirlenmiştir. Hastalık belirtisi gösteren bitkilerden izolasyonlar yapılmış, elde edilen izolatlar eğik agar, -20 °C ve -80 °C'de saklanmıştır. Çalışmalar sonucunda marul örneklerinde *Sclerotinia sclerotiorum*, *Rhizoctonia solani*, *Alternaria alternata*, *Fusarium oxysporum*; maydanozda *Septoria petroselinii*, *Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani*; dereotunda *Erysiphe heraclei*; rokada ve terede ise *Albugo candida* tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: marul, nane, maydanoz, roka, yaygınlık,

## KAYNAKLAR

Ahmad Q., Sharma R.N., 1990. Sources of resistance to *Fusarium* wilt of chickpea in Bihar. International Chickpea Newsletter, 23, 20-21.

Anonim 2017. Türkiye İstatistik Kurumu verileri, www.tuik.gov.tr (Erişim tarihi: 02.01.2019)

Anonymous 2014. FAOSTAT, Crops data. www.fao.org (Erişim tarihi: 01.02.2019)

Arslan A., 2000. Orta Anadolu Bölgesinde ticari olarak ıspanak üretilen alanlardaki fungal hastalıklar ile etmenlerinin tanınması, bu hastalıkların yaygınlık ve yoğunluklarının belirlenmesi, mildiyö etmeni *Peronospora farinosa* f.sp. *spinaciae* ırkları ve oluşturduğu hastalığa karşı etkili ilaçların saptanması, (Doktora tezi), Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın, 138 s.

Auster I.M., Sneh B., 1998. Induced resistance of cucumber seedlings caused by some non-pathogenic *Rhizoctonia* (np-R) isolates. Phytoparasitica, 26, 1.

Booth C., 1971. The genus *Fusarium*. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England, 237 p.

Bora T., Karaca İ., 1970. Kültür bitkilerinde hastalığın ve zararın ölçülmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yardımcı Ders Kitabı, No:167, Ege Üniversitesi Matbaası, Bornova, 43 s.

Bulajic A., Djekic I., Lakic N., Krstic B., 2009. The presence of *Alternaria* spp. on the seed of apiaceae plants and their influence on seed emergence. Archives Biological. Science, Belgrade, 61 (4), 871-881.

Ellis M.B., 1971. Dematiaceous Hyphomycetes. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England.

Ellialtıoğlu Ş., Sevengör Ş., Sezik E., 2007. Şanlıurfa'da nane tarımının geliştirilmesi üzerinde çalışmalar. Şanlıurfa GAP GİDEM Bilgilendirme Toplantısı, 30 Mart 2007, Seminer Notları (Yayımlanmamış) <http://iller.gidem.org/Sanlıurfa/TibbiAromatikBitkiler.aspx> (Erişim tarihi: 15.01.2019)

- Hershman D.E., 1986. Etiology of parsley damping-off and influence of temperature on disease development. *Plant Disease*, 70, 927-930
- Koike S.T., Henderson D.M., Butler E.E., 2001. Leaf spot disease of spinach in California caused by *Stemphylium botryosum*. *Plant Disease*, 85,126-130.
- Kunwar I.K., Satyaprasad K., Ramarao P., 1989. Histopathology of chickpea plants infected with *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceri*. *International Chickpea Newsletter*, 20,17-18.
- Kurt S., 2003. First report of Septoria blight of parsley caused by *Septoria petroselini* in the Mediterranean Region of Turkey. *Plant Disease*, 87 (1), 99.
- Larsson M., Gerhardson B., 1992. Disease progression and yield losses from root diseases caused by soilborne pathogens of spinach. *Phytopathology*, 82, 403-406.
- Marraiki N., Siddiqui I., Rizwana H., Javaid A., 2012. First report of *Alternaria alternata* leaf spots on spinach in Saudi Arabia. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 22 (1), 247-248.
- Mert-Türk F., Mermer D., 2004. Çanak kale örtüaltı Sclerotinia yaygınlığının ve miselyal uyum gruplarının saptanması. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9 (1-2), 1-8.
- Nawrocki J., 2004. Occurrence of fungal diseases on parsley seedlings (*Petroselinum sativum* Hoffm.). *Acta fytotechnica et zootechnica*, Vol. 7, 2004, Special Number, Proceedings of the XVI. Slovak and Czech Plant Protection Conference organised at Slovak Agricultural University in Nitra, Slovakia.
- Nawrocki J., Mazur S., 2007. Effectiveness of Biochikol 020 Pc in the control of carrot and parsley pathogens. *Polish Chitin Society, Monograph XII*, 2007, 211-215 p.
- Onaran A., Yanar Y., 2009. Türkiye'de *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) De Bary üzerinde yapılan çalışmalar. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 2 (2), 7.
- Omranpour M., Abbasi S., Bahraminejad S., 2011. Evaluation of the inhibitory effect of some plant crude extracts against *Albugo candida*, the causal agent of white rust. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 58, 362-364.
- Polat Z., Coşkuntuna A., 2014. Örtüaltında yetiştirilen marulda kurşuni küf (*Botrytis cinerea* Pers.) hastalığına karşı mücadele imkânlarının araştırılması. *Bitki Koruma Bülteni*, 54 (4), 371-380.
- Selçuk F., Erdoğan M., Akgül H., Hüseyin E., 2009. The genus *Septoria* Sacc. in Turkey, *Mycopathology*, 781, 21-28.
- Sherf A.F., MacNab, A.A., 1986. *Vegetable diseases and their control-spinach downy mildew (blue mold)*. John Wiley & Sons. Inc., 728 p.
- Sneh B., Burpee L., Ogoshi A., 1991. Identification of *Rhizoctonia* species. *The American Phytopathological Society*. St. Paul. Minnesota, USA.
- Soylu E.M., Soylu S., 2003. First report of powdery mildew caused by *Erysiphe heraclei* on dill (*Anethum graveolens*) in Turkey. *Plant Pathology*, 52, 423.
- Soylu S., Soylu E.M., Kurt Ş., 2010. Downy mildew outbreak on parsley caused by *Plasmopara petroselini* in Turkey, 59 (4), 799.
- Soylu S., Sertkaya E., Üremiş İ., Bozkurt A., Kurt Ş., 2017. Hatay ili marul (*Lactuca sativa* L.) ekim alanlarında görülen önemli hastalık etmenleri, zararlı ve yabancı ot türleri ve yaygınlık durumları, *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, ISSN:1300-9362 22 (1), 23-33.
- Tok F.M., 2008. Chemical control of Septoria blight of parsley caused by *Septoria petroselini*. *Türk Journal Agriculture Forestry*, 32, 487-494.
- Ünlü M.H., Boyraz N., 2010. Konya ilinde tüketime sunulan meyve ve sebzelerde patojen fungal flora ve bulunuş oranlarının belirlenmesi. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 24 (1), 70-79.
- Vakalounakis D.J., 2013. First record of white rust, caused by *Albugo occidentalis*, on spinach in Greece. *Plant Disease*, 97 (9), 1253 p.
- Cite this article:** Canpolat S., Tülek S., (2019) Determination of fungal diseases of leafy vegetables in Middle Anatolia Region, *Plant Protection Bulletin*, 59-3. DOI: 10.16955/bitkorb.527754
- Atf için:** Canpolat S., Tülek S., (2019). Orta Anadolu Bölgesi'nde yaprağı yenen sebzelerde görülen fungal hastalıkların belirlenmesi, *Bitki Koruma Bülteni*, 59-3. DOI: 10.16955/bitkorb.527754

# Bitki Koruma Bülteni / Plant Protection Bulletin

<http://dergipark.gov.tr/bitkorb>

Original article

## Determination of population density of *Stephanitis pyri* (F.) (Hemiptera: Tingidae) on apple trees in Adana (Balcalı)

*Stephanitis pyri* (F.) (Hemiptera: Tingidae)'nin Adana (Balcalı)'da elma ağaçlarında popülasyon yoğunluğunun belirlenmesi

Gül SATAR<sup>a\*</sup>, GülsevİM TİRİNG<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Çukurova University, Biotechnology Research and Application Center, Balcalı, Adana, Turkey

<sup>b</sup> Çukurova University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Balcalı, Adana, Turkey

### ARTICLE INFO

Article history:

DOI: [10.16955/bitkorb.571363](https://doi.org/10.16955/bitkorb.571363)

Received : 29.05.2019

Accepted : 15.07.2019

Keywords:

Pear lace bug, Çukurova, generation, overwintering, population

\* Corresponding author: Gül SATAR

✉ [satarg@cu.edu.tr](mailto:satarg@cu.edu.tr)

### ABSTRACT

Pear lace bug, *Stephanitis pyri* (F.) (Hemiptera: Tingidae) is one of the important pests of pome and stone fruit trees, especially apple in the Palearctic Region including Mediterranean countries. In this study, the population density of *S. pyri* was inspected on an apple orchard at Çukurova University (Balcalı-Adana) between 2013 and 2015. Nymph and adults were counted under laboratory conditions by collecting 10 leaves from 10 randomly selected trees. Additionally, overwintering place and stage of *S. pyri* were investigated and the number of *S. pyri* generation was calculated. As a result of these studies, the first individuals were observed in april and the highest population of *S. pyri* was observed in August for both years. The last individuals were seen in november in the first year and in December in the second year. According to the available data, both the population fluctuation and thermal constant calculations showed that the pest gave 6-7 offspring in the region. Moreover, the results showed that *S. pyri* overwintered on fallen apple leaves as an adult in the region.

## GİRİŞ

Tingidae, dantel böcekler olarak bilinen Hemiptera takımına bağlı küçük bir böcek (2–10 mm) familyasıdır. Dünyada bu familyanın bilinen yaklaşık 2500 türü ve 300 cinsi mevcuttur (Du and Yao 2018). Erginlerin kanatları dantele benzediği için dantel böcekleri olarak adlandırılmaktadır. Bu familyada bulunan türlerin birçoğu yılda bir veya iki döl vermekte olup, bazıları yıl içerisinde çok döl verebilmektedir. Tingidae familyasındaki türlerin çoğu ergin olarak kışlamaktadır

(Guidoti et al. 2015). *Stephanitis pyri* (F.) (Hemiptera: Tingidae) Akdeniz ülkelerinin de içinde bulunduğu Palearktik bölgede süs bitkileri, sert ve yumuşak çekirdekli meyvelerde zarar yapmaktadır (Önder ve Lodos 1983). Armut kaplanı, Asya'da Afganistan, Kıbrıs, İran, Irak, İsrail, Japonya, Lübnan, Ürdün, Suriye, Türkiye, Rusya; Avrupa'da Arnavutluk, Bulgaristan, Fransa, Çekoslovakya, Almanya, Fransa, Yunanistan, İtalya, Macaristan, Hollanda, Polonya,

Portekiz, İspanya, Romanya, İsveç, Sırbistan, Bosna-Hersek; Afrikada Fas ve Tunus'ta saptanmıştır (Aysal 2015, Drake and Ruhoff 1965, Gülperçin ve Önder 1999, Lodos 1982, Önder ve Lodos 1983, Önder et al. 2006, Péricart 1983, Samin and Linnavuori 2011).

*S. pyri*'nin hem erginleri hem de nimfleri yaprağın alt kısmında beslenmektedirler. Armut kaplanı'nın dışkısından dolayı yaprağın alt kısmında siyah veya kahverengi parlak lekeler görülmekte, bu durum bitkide fotosentez ve solunumun azalmasına sebep olmaktadır (Aysal ve Kıvan 2008, Göksu 1964, Lodos 1982).

Zararlı kışı ağaç kabuklarının altında, kurumuş yapraklar arasında geçirmektedir. Havalarda ısınmaya başlayınca erginler kışaklardan çıkmaya başlamaktadırlar. Zararlı mayıs ayından sonra yumurtalarını yaprağın alt yüzündeki palizat parankima dokusuna bırakır. Haziran ayında yumurtadan nimf çıkışları görülür. Nimfler beş gömlek değiştirir ve üç haftada ergin olabilirler. İkinci döl nimflerinin 15 günde, üçüncü döl nimflerinin ise 14 günde ergin oldukları ve Sakarya ile Kocaeli illerinde yaklaşık 3 döl verdiği bilinmektedir (Göksu 1964, Maral 2012).

Aysal ve Kıvan (2008) tarafından laboratuvar şartlarında yürütülen çalışmada, Armut kaplanı'nın yumurta döneminden ergin oluncaya kadar geçirdiği sürenin 20 °C'de 46.9 gün, 32 °C'de 19.1 gün olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, optimum gelişme sıcaklığı olarak belirlenen 26 °C'de gelişimini 22.2 günde tamamladığını ve bu sıcaklıkta ortalama bir dişinin 186.9 adet yumurta bırakabildiğini tespit etmişlerdir. Bunun yanında, sıcaklık 32 °C olduğunda ortalama her dişinin 40 adet yumurta bırakabildiğini belirlemişlerdir. Ortalama döl süresinin (yumurtadan-yumurta) ise 26 °C'de 26.9 gün olduğunu bildirmişlerdir. Yine aynı çalışmada Armut kaplanı'nın gelişme eşiğinin 9.7 °C, termal konstantının 517.3 gün-derece olduğunu ve Tekirdağ koşullarında 3.8 döl verdiğini hesaplamışlardır (Aysal ve Kıvan 2008).

Ülkemizde *S. pyri*'nin popülasyonu, döl sayısı, farklı sıcaklıklarda gelişme süresi üzerine Çanakkale, İzmir, Kocaeli, Sakarya, Tekirdağ illerinde yürütülmüş çalışmalar mevcut olup, genellikle bu çalışmalar Marmara Bölgesi'nde yoğunlaşmaktadır (Aysal ve Kıvan 2008, Göksu 1964, Gülperçin ve Önder 1999, Şahin et al. 2009). Doğu Akdeniz Bölgesi'nde ise *S. pyri*'nin biyolojisi üzerine yapılmış bir çalışma mevcut değildir. Bu nedenle yapılan çalışmayla Adana ili ekolojik koşullarında *S. pyri*'nin popülasyon dalgalanması, döl sayısı ve kışlaması üzerine bilgiler elde edilmiştir.

## MATERYAL VE METOT

### *Stephanitis pyri*'nin popülasyon takibi

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Döner Sermaye İşletmesi'nde bulunan 20 da'lık elma (*Pyrus malus* L.) parselinde yürütülmüştür. Çalışmanın yürütüldüğü elma bahçesi 7 yaşındaki Galaxy Gala ve Red Star çeşitlerinden oluşmuştur. *S. pyri*'nin popülasyonu 2013-2015 yılları arasında takip edilmiştir. Çalışmaya 2013 yılının temmuz ayında başlanmış olup, 2015 yılının mayıs ayına kadar popülasyon takibine devam edilmiştir. Armut kaplanı'nın popülasyonu nisan-aralık ayları arasında haftalık olarak, aralık-nisan ayları arasında ise iki haftada bir düzenli olarak takip edilmiştir. Popülasyon takibi yapılırken, rastgele belirlenen 10 ağaçtan 10'ar yaprak örnek alınmıştır. Alınan yaprak örnekleri kese kâğıdının içerisine konularak, buz kutuları içerisinde laboratuvara getirilmiştir. Araziden alınan yaprak örneklerinin alt yüzeylerindeki nimf ve erginleri stereo mikroskop altında sayılarak kaydı tutulmuştur. Hem laboratuvara getirilen yaprak örnekleri üzerinde hem de elma bahçesinden örnek alımı sırasında zararlı popülasyonu gözle kontrol yöntemi ile kontrol edilerek doğal düşman varlığı tespit edilmeye çalışılmıştır. Çalışma boyunca iklim verileri Hobo marka cihazla düzenli bir şekilde kaydedilmiştir.

### *Stephanitis pyri*'nin Adana (Balcalı) koşullarında döl sayısının belirlenmesi

*S. pyri*'nin döl sayısının belirlenmesinde iki farklı yöntem uygulanmıştır. Birinci yöntemde yapraklarda bulunan *S. pyri* erginleri yukarıda belirtilen aralıklarla sayılmış ve sayılan ergin birey popülasyonlarının vejetasyon boyunca oluşturdukları pik değerleri göz önüne alınarak döl sayısı saptanmıştır. İkinci yöntemde ise zararlı'nın termal konstantı ve gelişme eşiğinden yararlanılarak döl sayısı hesaplanmıştır. Aysal ve Kıvan (2008)'in yaptıkları çalışmada Armut kaplanı'nın gelişme eşiğinin 9.7 °C olduğu ve termal konstantının 517.3 gün-derece olduğu belirtilmiştir. Belirtilen bu değerler kullanılarak Armut kaplanı'nın döl sayısı hesaplanmıştır. Zararlı'nın döl sayısı hesaplanırken Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün istasyon veri tabanından Adana'nın 89 yıllık (1929-2018) ortalama sıcaklığı elde edilmiştir. Ortalama sıcaklık değerleri arasında Armut kaplanı'nın gelişme eşiğinden (9.7 °C) büyük olan değerler belirlenmiştir. Belirlenen sıcaklık değerlerinden gelişme eşiği çıkartıldıktan sonra gün sayısı ile çarpılmış ve çıkan aylık etkili sıcaklık değerleri toplanarak yıllık etkili sıcaklık toplamı elde edilmiştir. Daha sonra yıllık etkili sıcaklık toplamı, *S. pyri*'nin termal konstantına (517.3 gün-derece) bölünerek döl sayısı hesaplanmıştır.

### *Stephanitis pyri*'nin Adana (Balcalı) koşullarında kışlama dönemlerinin ve yerlerinin belirlenmesi

*S. pyri*'nin Adana (Balcalı) koşullarında kışlama dönemlerinin



ve yerlerinin belirlenmesi amacıyla, çalışmanın yürütüldüğü yılların ocak ve mart ayları arasında çalışmanın yürütüldüğü arazide gözlemler yapılmıştır. Yapılan gözlemlerde özellikle ağacın dal ve gövde kısmı, yere dökülen yapraklar ve toprağın yaklaşık 5 cm derinliği incelenmiştir. Kışlayan bireyler belirlendikten sonra, örnekler kese kâğıdının içerisine konulup buz kabı içerisinde laboratuvara getirilmiştir. Araziden alınan örnekler incelenerek stereo mikroskop altında *S. pyri*'nin kışlayan dönemi belirlenmiştir.

## SONUÇLAR VE TARTIŞMA

### Popülasyon çalışmaları

Çalışmanın ilk yılında *S. pyri*'nin popülasyon takibine temmuz ayında başladığı için zararının ilk çıkış dönemi belirlenememiştir. Ancak ikinci yıl ve onu takip eden 2015 yılında da zararının nisan ayında ortaya çıkmış olması, zararının bölgede bu ayda zararına başladığı sonucunu doğurmuştur. Bu dönem, elma ağaçlarında fenolojik gelişme dönemi olarak yaprakların sürdüğü ve çiçeklerin yeni açılmaya başladığı döneme denk gelmektedir.

Çalışmanın yürütüldüğü elma parselinden alınan yaprak

örneklerinde ilk hafta (16.07.2013) ortalama 5.63 adet/yaprak nimf ve 0.96 adet/yaprak ergin birey sayılmıştır. En yüksek ergin sayısı 20.08.2013 tarihinde gözlemlenmiştir. Bu tarihte yaprak başına ortalama ergin sayısı 1.72 iken, ortalama nimf sayısı 6.05 adet/yapraktır. En yüksek nimf sayısı ise 03.09.2013 tarihinde ortalama 6.63 adet/yaprak olarak belirlenmiştir. Denemenin yürütüldüğü ilk yıl son bireyler kasım ayının üçüncü haftasında saptanmıştır.

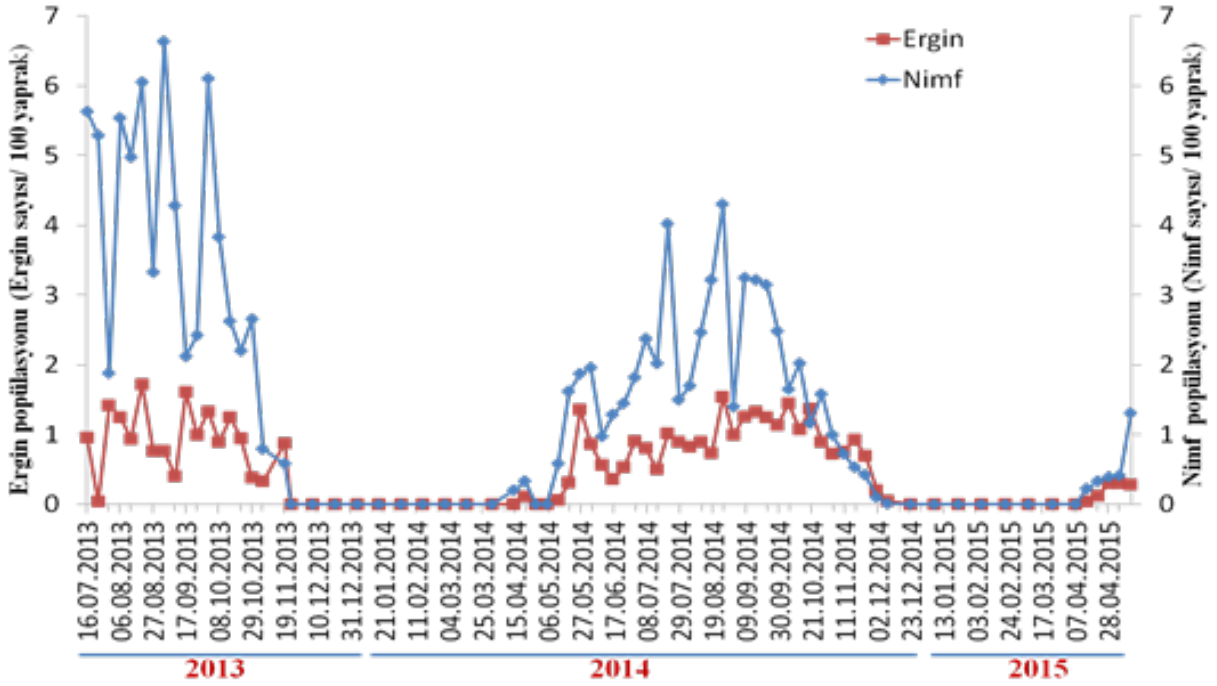
Yapılan çalışmada 2014 yılının ilk erginleri nisan ayının ikinci haftasında gözlemlenmiştir. Çalışmanın ikinci yılında popülasyon miktarının ilk yıla göre daha düşük miktarda olduğu belirlenmiştir. Bunun sebebinin çalışmanın ilk yılına göre sıcaklığın daha düşük ve yağış miktarının daha fazla olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Çizelge 1,2). Çalışmanın ikinci yılında en yüksek popülasyon denemenin ilk yılında olduğu gibi ağustos ayının ikinci yarısında gözlemlenmiştir. Bu tarih aynı zamanda bölgede elma hasadının olduğu zaman aralığıdır. Denemenin yürütüldüğü ikinci yıl son erginler aralık ayının ilk yarısında gözlemlenmiştir (Şekil 1). Gözle yapılan doğal düşman kontrollerinde hiçbir doğal düşmana her üç yılda da rastlanmamıştır.

**Çizelge 1.** 2013 ve 2014 yılları arasındaki iklim verileri

Meteorolojik Veriler	Aylar											
	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
Maksimum sıcaklık (°C)	33.5	34.5	35.2	30.3	28.9	25.9	16.3	17.4	21.3	21.9	25.2	29
Minimum sıcaklık (°C)	18.6	21.9	21	17.2	10.3	9.7	2.9	4.9	4.3	7.4	10.5	13.5
Ortalama sıcaklık (°C)	26.0	28.2	28.1	23.7	19.6	17.8	9.6	11.1	12.8	14.6	17.8	21.2
Ortalama bağıl nem (%)	49.0	56.3	53.1	43.4	54.4	55.9	56.1	29.0	45.5	53.5	59.6	59.3
Yağış (mm)	0	0	0.9	1.7	2.9	0.8	0.6	2.3	2.1	2.1	1.4	1.9
Toprak sıcaklığı (°C)	24.5	27.6	28.1	25.4	19.8	16.9	10.7	10.7	11.3	14.8	17.4	21.1

**Çizelge 2.** 2014 ve 2015 yılları arasındaki iklim verileri

Meteorolojik Veriler	Aylar											
	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
Maksimum sıcaklık (°C)	31.5	33.8	35.5	33.4	27.9	22	18.7	13.3	14.5	21.7	24.1	29.5
Minimum sıcaklık (°C)	17.4	22.9	23.2	19.6	13.2	7.5	8.4	3.2	7.2	8.4	8.6	13.5
Ortalama sıcaklık (°C)	24.4	28.3	29.3	26.5	20.5	14.7	13.5	8.2	10.8	15.0	16.3	21.5
Ortalama bağıl nem (%)	56.6	47.7	52.6	57.6	44.7	37.1	68.5	45.8	62.8	69.6	44.2	50.0
Yağış (mm)	2.4	0.3	0	0	2.8	2	4.8	4.8	5.7	7.0	1.2	7.1
Toprak sıcaklığı (°C)	23.7	27.7	28.7	27.8	20.7	15.3	12.8	8.6	10.7	13.6	16.3	19.6



Şekil 1. *Stephanitis pyri*'nin nimf ve erginlerinin Adana (Balcalı) ilinde 2013-2015 yıllarında popülasyon dalgalanması

Şahin et al. (2009)'nın Çanakkale'de ve Akbarzadeh Shoukat (2006)'ın Urmiye (İran)'da yapmış oldukları çalışmalarda *S. pyri*'nin ilk bireylerine haziran ayında rastlandığını vurgulamışlardır. Yürütülen çalışmada ise ilk erginler nisan ayında saptanmıştır. Hem Çanakkale'de hem Urmiye'de çalışma yapılan bölge Adana iklimine göre daha serin bir iklime sahip bölgelerdir. Sonuçlar arasındaki farklılıklarında bu iklim farklılığından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

#### Döl sayısı çalışmaları

Popülasyon takibinin yapıldığı her iki yılda Armut kaplanı'nın popülasyonu belirli dönemlerde tepe noktasına ulaşmıştır. Bu dönemlerde popülasyonun döl verdiği düşünülmüş ve *S. pyri* popülasyonunun her iki yılda da 6-7 tepe noktası oluşturduğu belirlenmiştir. Zararlının ilk çıkışı nisan ayında olduğu için bu dönemdeki popülasyon artışının kışlaklardan çıkan erginlerden kaynaklandığı düşünülerek bir döl olarak kabul edilmemiştir. Popülasyon takibine 2013 yılında sezon ortası yani temmuz ayında başladığı için döl sayısının tespitinde 1 Ocak-31 Aralık aralığını değerlendirebilmek için sadece 2014 yılı verileri kullanılmıştır. Bu yıl içinde *S. pyri*'nin ilk tepe noktasını 02.06.2014'te, 2. tepe noktasını 07.07.2014'te, 3. tepe noktasını ise 21.07.2014'te, 4., 5., 6. ve 7. tepe noktalarını ise sırası ile 25.08.2014, 08.09.2014, 13.10.2014 ve 27.10.2014 tarihlerinde oluşturduğu belirlenmiştir (Şekil 1). Dolayısıyla Armut kaplanı'nın Adana ili (Balcalı) koşullarında birinci yonteme göre 6-7 döl verdiği saptanmıştır. İlk yılda denemeye geç başlanılmasına rağmen

zararlının 2013 yılında da haziran ayından itibaren 6 döl verdiği görülmektedir. Göksu (1964), Çanakkale'de yaptığı çalışmada *S. pyri*'nin yaklaşık 3 döl verdiğini saptamıştır. Şahin et al. (2009) Çanakkale'de yaptıkları çalışmada *S. pyri*'nin yaklaşık 2-3 döl verdiğini belirlemişlerdir.

*S. pyri*'nin döl sayısını belirlemek amacıyla kullanılan ikinci yöntemde zararlının termal konstant ve gelişme eşiğinden yararlanılmıştır. Döl sayısının hesaplanmasında kullanılan Adana'nın 89 yıllık (1929-2018) sıcaklık ortalaması ocak ayı içerisinde zararlının gelişme eşiğinin altına düşmüştür. Meteoroloji istasyonu veri tabanından elde edilen aylık ortalama sıcaklık verilerine göre zararlının Adana ili (Balcalı) ekolojik koşullarında aralık ayı hariç diğer tüm aylarda gelişiminin aktif olduğu ve yıllık etkili sıcaklık toplamının 3473 gün-dereceye ulaştığı anlaşılmıştır. Bulunan yıllık etkili sıcaklık toplamının termal konstanta bölünmesiyle de yılda verdiği döl sayısı 6.71 olarak belirlenmiştir. Yani *S. pyri*'nin Adana ili (Balcalı) ekolojik koşullarında teorik olarak 6-7 döl verebileceği saptanmıştır.

Çalışma sonucunda kullanılan her iki yöntemde de *S. pyri*'nin Adana ili (Balcalı) koşullarında 6-7 döl verdiği ve kullanılan yöntemlerin birbiriyle örtüştüğü ortaya konmuştur. Aysal ve Kıvanç (2008) *S. pyri*'nin Tekirdağ ili koşullarında 3.8 döl verdiğini belirtmiştir. Bu farklılığın çalışmanın farklı bölgelerde ve iklim koşullarında gerçekleştirilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

## TEŞEKKÜR

Denemelerde popülasyon takibi sırasında verdiği desteklerden dolayı Salih AYKURT (Çukurova Üniversitesi, Bitki Koruma Bölümü)'a teşekkür ederiz.

## ÖZET

Armut kaplanı, *Stephanitis pyri* (F.) (Hemiptera: Tingidae) Akdeniz ülkelerinin de içinde bulunduğu Palearktik bölgede elma başta olmak üzere sert ve yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarının önemli bir zararlısıdır. Bu çalışmada *S. pyri*'nin popülasyon yoğunluğu 2013-2015 yılları arasında Çukurova Üniversitesi'nde (Balcalı-Adana) bir elma bahçesinde takip edilmiştir. Rastgele seçilen 10 ağaçtan 10 yaprak örneği toplanarak laboratuvarında nimf ve ergin sayımı yapılmıştır. Bu çalışmada, *S. pyri*'nin kışlama yeri ve dönemi incelenmiş, ayrıca döl sayısı da hesaplanmıştır. Bu çalışmalar sonucunda, ilk bireyler her iki yılda da nisan ayında gözlemlenmeye başlanmış ve en yüksek popülasyona ağustos ayında ulaşmıştır. Son bireyler ise ilk yıl kasım ayında, ikinci yıl aralık ayında gözlemlenmiştir. Eldeki verilere göre hem popülasyon takibi hem de termal konstant hesaplamalarına göre zararlının bölgede 6-7 döl verdiği saptanmıştır. Ayrıca *S. pyri*'nin ergin dönemde yere düşen yapraklarda kışladığı belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Armut kaplanı, Çukurova, döl, kışlama, popülasyon

## KAYNAKLAR

Akbarzadeh Shoukat G., 2006. Seasonal changes in population of the pear lace bug, *Stephanitis pyri* F. (Heteroptera: Tingidae), and identification of its natural enemies in West Azarbaijan apple orchards. Journal of Agricultural Science (University of Tabriz), 15 (4), 91-100.

Aysal T., 2015. Tekirdağ ilinde bulunan Tingidae türleri, yayılışları, doğal düşmanları ve *Stephanitis pyri* (F.) ile *Stethoconus pyri* (Mella) arasındaki ilişkiler üzerinde çalışmalar. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 180 s., Tekirdağ.

Aysal T., Kıvanç M., 2008. Development and population growth of *Stephanitis pyri* (F.) (Heteroptera: Tingidae) at five temperatures. Journal of Pest Science, 81 (3), 135.

Drake C.J., Ruhoff F.A., 1965. Lacebugs of the world, a catalog (Hemiptera: Tingidae). Smithsonian Institution, Washington, 710 p.

Du S., Yao Y., 2018. A new genus and species of Tingidae (Heteroptera: Cimicomorpha) from Myanmar, with the analysis of the evolution of hood, carinae and paranota. Zoological Systematics, 43 (3), 283-293.

Göksu E.M., 1964. Sakarya ve Kocaeli bölgeleri meyve ağaçlarında zarar yapan Armut kaplanı (*Stephanitis pyri* Fabr.)'nin biyolojisi ve mücadelesi üzerinde araştırmalar. T.C. Tarım Bakanlığı Göztepe Zirai Mücadele Enstitüsü Yayınları, 59 s., İstanbul.

Guidoti M., Montemayor S.I., Guilbert É., 2015. Lace bugs (Tingidae). In: True bugs (Heteroptera) of the neotropics. Panizzi A.R. and Grazia J. (Eds.). Springer, Dordrecht, 395-419 p.

Gülperçin N., Önder F., 1999. Bornova koşullarında *Stephanitis pyri* (F.)'nin biyolojisi ve doğal düşmanları üzerinde çalışmalar. Türkiye Entomoloji Dergisi, 23 (1), 51-56.

Lodos N., 1982. Türkiye entomolojisi II, genel uygulamalı ve faunistik. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, İzmir, 591 s.

Maral H., 2012. Diyarbakır, Mardin ve Elazığ illerinde tarım ve tarım dışı alanlardaki ağaçlarda bulunan Tingidae (Hemiptera) türleri ile bunların parazitoit ve predatörlerinin saptanması ve zararı önemli görülen türlerin biyolojisi ve popülasyon gelişiminin belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 151 s., Adana.

Önder F., Lodos N., 1983. Preliminary list of Tingidae with notes on distribution and importance of species in Turkey. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 449, İzmir, 51 s.

Önder F., Karsavuran Y., Tezcan S., Fent M., 2006. Türkiye Heteroptera (Insecta) kataloğu. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, İzmir, 170 s.

Péricart J., 1983. Hémiptères Tingidae euro-méditerranéens. Faune de France. Vol. 69, Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles, Paris, 626 p.

Samin N., Linnavuori R.E., 2011. A contribution to the Tingidae (Heteroptera) from North and Northwestern Iran. Entomofauna, 32 (25), 373-380.

Şahin A.K., Özpınar A., Polat B., Sakaldaş M., 2009. Çanakkale ilinde farklı elma çeşitlerinde Armut kaplanı (*Stephanitis pyri* (F.), Heteroptera: Tingidae)'nin popülasyon yoğunluğu. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, (2), 119-122.

**Cite this article:** Satar G., Tiring G., (2019) Determination of population density of *Stephanitis pyri* (F.) (Hemiptera: Tingidae) on apple trees in Adana (Balcalı), Plant Protection Bulletin, 59-3. DOI: 10.16955/bitkorb.571363

**Atf için:** Kaptan S., Akşit T., Spodek M., (2019). *Stephanitis pyri* (F.) (Hemiptera: Tingidae)'nin Adana (Balcalı)'da elma ağaçlarında popülasyon yoğunluğunun belirlenmesi, Bitki Koruma Bülteni, 59-3. DOI: 10.16955/bitkorb.571363



# Bitki Koruma Bülteni / Plant Protection Bulletin

<http://dergipark.gov.tr/bitkorb>

Original article

## Distribution and infestation rates of the olive psyllid species (*Euphyllura* spp., Hemiptera: Psyllidae) in İzmir and Aydın provinces

Zeytin pamuklubiti (*Euphyllura* spp., Hemiptera: Psyllidae) türlerinin İzmir ve Aydın illerinde yayılışı ve bulaşıklık oranları

Serkan KAPTAN<sup>a\*</sup>, Tülin AKŞİT<sup>b</sup>, Malkie SPODEK<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Olive Research Institute, University St. 43 Bornova, İzmir, Turkey

<sup>b</sup> Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Aydın, Turkey

<sup>c</sup> The Steinhardt Museum of Natural History, Israel National Center for Biodiversity Studies and Department of Zoology, Tel Aviv University-Southern Arava R&D, Israel

### ARTICLE INFO

Article history:

DOI: [10.16955/bitkorb.499955](https://doi.org/10.16955/bitkorb.499955)

Received : 20.12.2018

Accepted : 26.03.2019

Keywords:

*Euphyllura phillyreae*, *Euphyllura straminea*, olive, olive psyllid, İzmir, Aydın

\* Corresponding author: Serkan KAPTAN

✉ [serkan.kaptan@tarimorman.gov.tr](mailto:serkan.kaptan@tarimorman.gov.tr)

### ABSTRACT

Distribution and infestation rates of the olive psyllid species (*Euphyllura* spp., Hemiptera: Psyllidae) determined in Aydın and İzmir provinces, which are the most important olive production regions in Turkey between 2015 and 2016. *Euphyllura phillyreae* Foerster was only founded in İzmir, but both *E. phillyreae* and *E. straminea* Loginova were determined in Aydın. *E. phillyreae* was determined to be the dominant species. The infestation rates in olive groves in two cities between 2015 and 2016 years were 98.5% and 100% in İzmir; 100% and 94.5% in Aydın, respectively. Also infestation rates of the trees in olive groves were 89.4% and 83.4% in İzmir; 93.5% and 75.4% in Aydın, respectively.

## GİRİŞ

Dünyada üretilen zeytinin %10'u Türkiye'de üretilmekte ve yaklaşık 846 bin hektar alanda zeytincilik yapılmaktadır (Anonymous 2017). Yıllık ortalama üretim miktarı 2014-2017 yılları arasında 1.8 milyon tondur (Anonim 2017). Türkiye'deki zeytin ağacı sayısı son yıllarda önemli oranda artmış ve artmaya devam etmektedir. Bazı kültürel işlemlerin doğru uygulanmaması, hiç yapılmaması veya pestisitlerin doğal dengeyi olumsuz etkilemesi, iklim değişiklikleri vb. nedenler bazı zararlı türlerin popülasyonlarının artmasına neden olmaktadır. Bu zararlılardan birisi de *Euphyllura* spp. (Hemiptera: Psyllidae)'dir. Kaya (1979) tarafından tali

zeytin zararlısı olarak bildirilmiş olan Zeytin pamuklubitinin popülasyonu son yıllarda artmış ve önemli zararlılar arasına girmiştir (Güçlü 1995, Kovancı et al. 2005). Zeytin pamuklubitinin nimfleri zeytinin sürgün uçlarında, çiçek ve tomurcuk demetlerinde bitki öz suyunu emerek çiçek ve çiçek tomurcuklarının dökülmesine, sürgünlerin kurummasına neden olabilmektedir (Anonim 2011, Jardak 1984, Stavraki 1980). Ayrıca, nimflerin çıkardığı şekerli maddeler fumajin oluşumuna neden olmakta, pamuğumsu maddeler ise çiçeklerin üzerini örterek döllenmelerini engellemekte, böylece kalite ve verim kayıplarına yol açmaktadır (Mustafa

1984). *Euphyllura* spp. oligofag (Lauterer et al. 1986) olup, yabani ve kültür zeytini (*Olea europaea* L., Oleaceae), kuş iğdesi (=Rus zeytini) (*Elaeagnus angustifolia* L.), akçakesme (*Phillyrea latifolia* L.), *Osmanthus fragrans* Lour ve *O. ilicifolius* Hauck. konukçularıdır (Halperin et al. 1982, İyriboz 1968, Jardak et al. 2007, Kovancı et al. 2005, Lauterer et al. 1986, Prophetou-Athanasiadou 1997).

Dünyada zeytin üretimi yapılan ülkelerde Hemiptera takımının Psyllidae (=Liviidae) familyasına ait dört Zeytin pamuklubiti türünün bulunduğu bilinmektedir. Bunlar; Akdeniz ülkelerinde *Euphyllura olivina* Costa (Hem.: Psyllidae), *E. phillyreae* Foerster (Hem.: Psyllidae) ve *E. straminea* Loginova (Hem.: Psyllidae) (Jardak et al. 2007); Kuzey Afrika ülkelerinde *E. straminea* ve *E. olivina* (Jardak 1984, Ksantini et al. 2002, Sharaf-El-Din and Hashem 1999); Ortadoğu ülkelerinde *E. phillyreae*, *E. olivina* ve *E. straminea* (Abou-Kaf and Hamoudi 1999, Mustafa 1984); Karadeniz kıyıları ve Kafkasya'da *E. phillyreae*; İran ve Hindistan'da *E. pakistanica* ve *E. straminea*'dır (Asadi et al. 2009, Halperin et al. 1982, Lauterer et al. 1986, Virender et al. 2007).

Çeşitli yazarlar tarafından Türkiye'de *E. phillyreae*, *E. olivina*, *E. straminea* ve *E. pakistanica* türlerinin bulunduğu bildirilmiştir (Başar 2016, Drohojowska and Burckhardt 2014, Güçlü et al. 1995, Kaplan et al. 2011, Kovancı et al. 2005, Pala et al. 2001, Tüfekli ve Ulusoy 2011). Halperin et al. (1982), *E. olivina* ile *E. straminea* türlerinin çok benzediğini, genellikle birbiriyle karıştırıldıklarını bildirmişlerdir.

Yukarıda belirtildiği üzere Türkiye'de mevcut Zeytin pamuklubiti türleri konusunda farklı bildirimler söz konusudur. Bu nedenle ele alınan bu çalışmada, Ege Bölgesi'nin önemli zeytin üreticisi illeri olan İzmir ve Aydın'da, 2015 ve 2016 yıllarında zeytinliklerdeki Zeytin pamuklubiti türlerinin tespiti, yayılış ve bulaşıklık oranları belirlenmiştir.

## MATERYAL VE METOT

Çalışmanın ana materyalini İzmir ve Aydın illerindeki zeytin ağaçları ile Zeytin pamuklubiti türleri oluşturmuştur.

*İzmir ve Aydın'da zeytin bahçelerinde bulunan Euphyllura spp.'nin belirlenmesi, yayılışları ve bulaşıklık oranları*

Sürvey çalışması İzmir ve Aydın illerindeki toplam ağaç sayısının %0.01'ini oluşturacak şekilde yapılmıştır. Zeytin üretimi yapılan ilçelerde coğrafik özellikleri dikkate alınarak seçilen bahçelerde örnekleme yapılmıştır (Bora ve Karaca 1970). Belirlenen bahçelerin içerisinde Lazarov and Grigorov'un (1961) önerdiği sayılarda ağaç incelenerek bulaşık/temiz olarak kaydedilmiştir (Çizelge 1). Böylece il, ilçe, bahçe ve bahçelerdeki ağaç bulaşıklık oranları

saptanmıştır. Bu kapsamda İzmir'in Aliğa, Bayındır, Bergama, Dikili, Foça, Karaburun, Kemalpaşa, Mendere, Menemen, Ödemiş, Seferihisar, Selçuk, Tire, Torbalı ve Urla ilçelerinde 2015 ve 2016 yıllarında sırasıyla toplam 37 ve 35 bahçeden Zeytin pamuklubiti erginleri toplanmıştır. Aydın'ın Bozdoğan, Çine, Efeler, Germencik, İncirliova, Karacasu, Karpuzlu, Koçarlı, Köşk, Kuyucak, Nazilli, Söke, Sultanhisar ve Yenipazar ilçelerinden ise yıllara göre sırasıyla toplam 40 ve 37 bahçe olmak üzere her iki ilde toplam 149 bahçeden darbe yöntemiyle Zeytin pamuklubiti erginleri toplanmıştır.

**Çizelge 1.** Zeytin bahçeleri içerisinde incelenen ağaç sayıları (Lazarov and Grigorov 1961)

Bahçelerdeki toplam ağaç sayısı (adet)	Kontrol edilen ağaç sayısı (adet)
1-20	Tüm ağaçlar
21-70	10-30
71-150	31-40
151-500	41-80
501-1000	Toplam ağaçların %15'i
1000'den fazla	Toplam ağaçların %5'i

Sürvey çalışmaları, iki yılda da nisan-mayıs aylarında, düzensiz yapılan arazi çıkışlarıyla darbe yöntemi uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü iki yılda da aynı ilçelerde, fakat farklı bahçelerde örnekleme yapılmıştır. Darbe yönteminde, bahçelerde rastgele seçilen 20'şer ağacın, herbirinin farklı yönlerinden 5 dalına sopa ile vurulmuş (toplam 100 darbe) ve Zeytin pamuklubiti erginleri 1x1 m<sup>2</sup> beyaz kumaş üzerine düşürülmüştür. Ağaçlar temiz/bulaşık olarak kaydedilmiş, böylece bulaşıklık oranları saptanmıştır. Darbe yöntemiyle toplanan ergin bireyler %70'lik alkol içerisine alınmış, etiketlenmiş ve teşhis edilmek üzere saklanmıştır. Elde edilen her iki tür Dr. Malkie Spodek (Israel National Center for Biodiversity Studies and Department of Zoology, Tel Aviv University) tarafından teşhis edilmiş ve Dr. Daniel Burckhardt (Naturhistorisches Müzesi, Augustinergasse 2, Basel-İsviçre) tarafından teşhis sonuçları doğrulanmıştır.

## SONUÇLAR VE TARTIŞMA

*İzmir ve Aydın'daki zeytin bahçelerinde belirlenen Zeytin pamuklubiti türleri*

Çalışmanın yürütüldüğü İzmir ve Aydın illerinde Zeytin pamuklubitinin çok yaygın ve popülasyonunun yüksek olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen Zeytin pamuklubiti erginlerinin *Euphyllura phillyreae* ve *E. straminea* olduğu saptanmıştır.

*E. phillyreae*, *E. straminea*, *E. pakistanica* ve *E. olivina* türlerinin ayırıcı taksonomik karakterleri Lauterer et al. (1986) ve Asadi et al. (2009)'a göre verilmiştir. *E. phillyreae*'nin ön kanadında belirgin olmayan, çapraz bir damar vardır ve diğer türlerden daha kısa pterostigmaya sahiptir. Pterostigmada çok sayıda damar bulunur. Vücut kahverengi, ön kanatlar çok farklı renkte olup, tipik formda ön kanat beyazdan açık kahverengiyeye kadar değişen, küçük, yoğun, koyu lekelerle sahiptir. Diğer formlarında ise kanatların bazı kısımları kahverengiden siyahımsı kahverengiyeye kadar değişen, çeşitli büyüklükte lekelerle sahiptir. Bazen bu lekeler kanadın her tarafına yayılmıştır. Paramer dar, uzun, uca doğru genişlemez. *E. phillyreae*'nin parameri *E. straminea*'dan kısadır. *E. straminea* ve *E. olivina*'da ön kanattaki çapraz damar *E. phillyreae*'den daha belirgin, pterostigma daha uzundur. *E. straminea*'da vücut açık yeşil, ön kanat damarları saydam, beyazımsı, çok küçük koyu lekeli. Büyük kahverengi lekeler bulunmaz. Bu iki türde paramer *E. phillyreae*'den kısa, küt, dış bükey, uca doğru daha geniştir. *E. olivina*'nın parameri ise *E. straminea*'dan dar, ucu sivridir. *E. straminea*'da paramer küt, geniş, dış bükeydir. *E. olivina* dışısında proctiger hafif yukarı kıvrılmış, *E. straminea*'da ise ucu düz olup, hafif aşağı eğiktir. *E. pakistanica*'da pterostigma kısa, damar sayısı çok az veya hiç yoktur. Paramerin yanları düz, ucu kütür.

Aydın'ın Efeler ilçesindeki iki bahçede sadece *E. straminea*, Çine, Koçarlı ve Efeler ilçelerindeki birer bahçede ise *E. straminea* ile *E. phillyreae* türlerinin birlikte buldukları tespit edilmiştir. Aydın'da örnekleme yapılan söz konusu beş bahçenin dışındaki bahçelerde ve İzmir'deki tüm bahçelerde sadece *E. phillyreae* türü saptanmıştır. Daha önce İzmir'de bulunduğu bildirilmiş olan *E. straminea* türüne (Önuçar ve Ulu 1991) bu çalışma sırasında rastlanmamıştır. Bunun *E. straminea* popülasyonunun çok düşük olmasından veya elde edilen çok sayıda ergin bireyin tamamının teşhis için tek tek incelenememiş olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Burckhardt and Önuçar (1993), *E. olivina* türünün Türkiye'de bulunma ihtimalinin zayıf olduğunu ifade etmişlerdir. Bu konuda Halperin et al. (1982) *E. olivina* ile *E. straminea* türlerinin genellikle karıştırıldığını bildirmiştir. Benzer durumla Yunanistan ve İran'da da karşılaşıldığı anlaşılmaktadır. İran'da 2009 yılına kadar dört *Euphyllura* türünün bulunduğu kayıtlı olmasına karşın, Asadi et al. (2009) tarafından güney bölgelerde *E. pakistanica*'nın, kuzey bölgelerde *E. straminea*'nın bulunduğu, *E. olivina* ile *E. phillyreae* türlerinin İran'da bulunmadığı belirtilmiştir. Yunanistan'da ise Stavrakı (1980) zeytinlerde daha önce *E. olivina* olarak tanımlanan Zeytin pamuklubiti türünün aslında *E. phillyreae* olduğunu, var olan diğer türün ise *E.*

*straminea* olduğunu bildirmiştir.

Türkiye'de de ilk olarak İyriboz (1968) tarafından *E. phillyreae*'nin bulunduğu bildirilmiş olmasına karşın uzun yıllar Türkiye'deki türün *E. olivina* olduğu kabul görmüştür. Daha sonra yapılan düzeltmelerle, Burckhardt and Önuçar (1993) İzmir'de, Güçlü et al. (1995) Artvin'de ve Yayla et al. (1995) Antalya'da *E. olivina* olarak bilinen türün *E. phillyreae* olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan son çalışmalarla; *E. phillyreae*'nin İzmir (Burckhardt and Önuçar 1993, Klimaszewski and Lodos 1977, 1979, Önuçar 1983); Artvin (Güçlü et al. 1995); Antalya (Başar 2016, Keçecioglu 1984, Yayla et al. 1995); Erzurum (Güçlü and Burckhardt 1996); Bursa (Kovancı et al. 2005); Mersin (Mut) (Çetin ve Alaoğlu 2005); Balıkesir'de (Drohojowska and Burckhardt 2014) bulunduğu kaydedilmiştir. *E. straminea* türünün ise İzmir'de ilk kayıt (Önuçar ve Ulu 1991); Adana, Mersin (Tüfekli ve Ulusoy 2011); Güneydoğu Anadolu Bölgesi (Özgen et al. 2012); Adıyaman (Drohojowska and Burckhardt 2014); Antalya (Başar 2016) ve Mardin'de (Kaplan et al. 2016) bulunduğu saptanmıştır. *E. pakistanica*'nın ise Antalya'da (Drohojowska and Burckhardt 2014) bulunduğu bildirilmiştir.

*Euphyllura phillyreae* Foerster ve *Euphyllura straminea* Loginova'nın İzmir ve Aydın'da yayılışı ve bulaşıklık oranları

Türlerin İzmir ve Aydın illerinde, 2015 ve 2016 yıllarında bahçe ve ağaç bulaşıklık oranları Çizelge 2'de verilmiştir. İzmir'de 2015 yılında yapılan sürvey çalışmasında Aliağa ilçesindeki bir bahçe dışındaki diğer bahçelerin Zeytin pamuklubiti ile bulaşık olduğu (%98.5), Aydın'da ise örnekleme yapılan tüm bahçelerin bulaşık olduğu (%100) tespit edilmiştir (Çizelge 2). İzmir'de 2016 yılında örnekleme yapılan tüm bahçelerin zararlıyla bulaşık olduğu (%100), Aydın'da ise, Çine ve Karacasu ilçelerindeki birer bahçe dışındaki bahçelerin tümünün bulaşık olduğu (%94.5) tespit edilmiştir (Çizelge 2). Zeytin pamuklubitinin bulunduğu bahçelerdeki ağaçların bulaşma oranları ise 2015 yılında İzmir'de %89.4, Aydın'da %93.5; 2016 yılında İzmir'de %83.4, Aydın'da %75.4 olarak belirlenmiştir. İzmir'de iki yılın ortalaması olarak bulaşık bahçe oranı %91.4, Aydın'da %79.4 olarak saptanmıştır. Çalışma sonucunda zararlının iki ilde de geniş alanlara yayıldığı ve popülasyonunun yüksek olduğu belirlenmiştir. Elde edilen iki yıllık verilere göre Aydın'da Zeytin pamuklubiti ile bulaşık bahçelerin %2.6'sında *E. straminea*, %4'ünde *E. straminea* ve *E. phillyreae* türlerinin birlikte, geriye kalan %93.3'ünde ise sadece *E. phillyreae* türünün bulunduğu tespit edilmiştir. İzmir'de örnekleme yapılan tüm bahçelerin ise sadece *E. phillyreae* türü ile bulaşık olduğu saptanmıştır.

**Çizelge 2.** İzmir ve Aydın'da 2015 ve 2016 yıllarında *Euphyllura phillyreae* Foerster ve *Euphyllura straminea* Loginova ile bulaşık bahçe ve bahçelerdeki bulaşık ağaç oranları (%)

İl	2015			2016		
	Bahçe sayısı (adet)	Bulaşık bahçe oranı(%)	Bahçede bulaşık ağaç oranı(%)	Bahçe sayısı (adet)	Bulaşık bahçe oranı (%)	Bahçede bulaşık ağaç oranı (%)
İzmir	37	98.5	89.4	35	100	83.4
Aydın	40	100	93.5	37	94.5	75.4
Toplam	77	-	-	72	-	-

Akdeniz çevresinde zeytin üretimi yapılan tüm ülkelerde olduğu gibi Türkiye'de de Zeytin pamuklubiti türlerinin bulunduğu ve zararlı oldukları yıllardır bilinmektedir (İyriboz 1968, Tzanakakis 2003). Zeytinde pamuklubiti nimflerinin doğrudan zararı sürgün, tomurcuk, çiçek, çiçek sapı ve taze yapraklardan bitki öz suyunun emilmesiyle meydana gelmektedir. Yoğun beslenme sonucunda tomurcuklar açılmadığı gibi, yapraklar erken dökülmekte, sürgün ve ağaçlar zayıflamakta, çiçek ve çiçek tomurcukları dökülmektedir. Ayrıca, bu türlerin beslenerek doğrudan yaptıkları zarardan başka, nimflerin salgıladıkları beyaz mumsu maddeyle sürgün uçları ile tomurcuk ve çiçek somaklarını örterek de zararlı oldukları bilinmektedir (Jardak 1984, Stavrakı 1980). En çok mum salgısı son nimf dönemi olan beşinci dönem tarafından salgılanmaktadır. Nimfler bu pamuğumsu salgının altına gizlenerek beslenmekte, zarar gören yaprakçıklarda açık yeşil, küçük lekeler oluşmaktadır. Nimflerin beslenmediği çok sayıda çiçeğin de yoğun mum salgısı nedeniyle döllenmediği ve bu nedenle döküldüğü bilinmektedir (Virender et al. 2007). Dolaylı zararın bir başka şekli ise nimflerin çıkardığı şekerli maddelerin yaprak, sürgün, çiçek, meyve ve tomurcukların üzerine kaplayarak fumajin oluşumuna neden olmasıdır. Oluşan fumajinin ağaçların zayıflamasına, verimin azalmasına neden olduğu bildirilmiştir (Lodos 1986, Mustafa 1984, Prophetou-Athanasiadou 1997).

Bu çalışma ile; Ege Bölgesi'nde İzmir ve Aydın illerindeki zeytin alanlarında görülen Zeytin pamuklubiti türleri tespit edilmiş ve öne çıkan türün *E. phillyreae* olduğu, *E. straminea*'nın ise lokal olarak küçük popülasyonlar oluşturduğu belirlenmiştir. Zeytin pamuklubiti türlerinin tespit edilmiş olmasıyla tür karmaşası da önlenmiştir. İzmir'in Aliağa ilçesinde bir bahçe, Aydın'ın Çine ve Karacasu ilçelerindeki birer bahçenin dışındaki tüm bahçelerin bulaşık olduğu tespit edilmiştir.

Bundan sonra yapılacak çalışmalarda öncelikle zararlının ekonomik zarar eşliğinin belirlenmesinin ve mücadelesine

yönelik çalışmaların yapılmasının, özellikle de doğal düşmanlarıyla ilişkisinin araştırılmasının yararlı olacağı düşünülmektedir.

## TEŞEKKÜR

Elde edilen pamuklubiti türlerinin teşhisini doğrulayan Dr. Daniel Burckhardt'a (Naturhistorisches Müzesi, Augustinergasse 2, Basel, İsviçre) ve çalışmayı destekleyen Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğüne (TAGEM-BS-14/08-06/01-13) teşekkür ederiz. Bu makale Serkan Kaptan tarafından hazırlanan yüksek lisans tezinin bir bölümü olup Türkiye VII. Bitki Koruma Kongresinde (14-17 Kasım 2018) poster bildiri olarak sunulmuştur.

## ÖZET

Türkiye'deki en önemli zeytin yetiştirilen iller olan İzmir ve Aydın'da bulunan Zeytin pamuklubiti türleri (*Euphyllura* spp., Hemiptera: Psyllidae)'nin yayılış ve bulaşıklık oranları 2015-2016 yıllarında belirlenmiştir. İzmir'de *Euphyllura phillyreae* Foerster, Aydın'da ise iki tür *E. phillyreae* ve *E. straminea* Loginova saptanmıştır. *E. phillyreae* baskın tür olarak belirlenmiştir. İki ildeki zeytin bahçelerinde 2015 ve 2016 yıllarında bulaşıklık oranları, sırasıyla İzmir'de %98.5-%100; Aydın'da %100-%94.5 olmuştur. Ayrıca, zeytin bahçelerindeki ağaçların bulaşıklık oranları ise sırasıyla İzmir'de %89.4-%83.4; Aydın'da %93.5-%75.4 olarak saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: *Euphyllura phillyreae*, *Euphyllura straminea*, zeytin, Zeytin pamuklubiti, İzmir, Aydın

## KAYNAKLAR

Abou-Kaf N., Hamoudi O., 1999. Evaluation of damage caused by olive psylla *Euphyllura straminea* Loginova (Homoptera: Aphalaridae) in Syria. Arab Journal of Plant Protection, 17 (2), 71-76.

Anonim, 2011. Zeytin entegre mücadele teknik talimatı. T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı, Ankara, 107 s.

Anonim, 2017. Türkiye istatistik kurumu (TÜİK), bitkisel üretim istatistikleri. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Erişim tarihi: 21.01.2019).

Anonymous, 2017. Food and agriculture organization (FAO) of the united nations statistics division. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize> (Erişim tarihi: 21.01.2019).

Asadi R., Talebi A.A., Burckhardt D., Kfialgani J., Fathipour Y., Moharrampour Y., 2009. On the identity of the olive psyllids in Iran (Hemiptera: Psylloidea). Mitteilungen Der



Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft Bulletin De La Société Entomologique Suisse, 82, 197-200.

Başar M., 2016. Antalya ilinde zeytinlerde bulunan zararlı ve yararlı böcek türlerinin saptanması ve önemli olanlarının popülasyon dalgalanmasının belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı (Yayınlanmamış Doktora Tezi), Isparta, 128 s.

Bora T., Karaca İ., 1970. Kültür bitkilerinde hastalığın ve zararın ölçülmesi. Ege Üniversitesi Yardımcı Ders Kitabı, Yayın No: 167, E.Ü. Matbaası, Bornova, İzmir, 43 s.

Burckhardt D., Önuçar A., 1993. A review of Turkish jumping plantlice (Homoptera, Psylloidea). Revue Suisse de Zoologie, 100 (3), 547-574.

Çetin H., Alaoğlu Ö., 2005. Mut (Mersin) ilçesinde zeytin ağaçlarında Zeytin pamuklubiti [*Euphyllura phillyrea* Forst. (Hom.: Aphalaridae)]'nin popülasyon değişimi ve zararı üzerinde araştırmalar. Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 19 (37), 61-67.

Drohojowska J., Burckhardt D., 2014. The jumping plantlice (Hemiptera: Psylloidea) of Turkey: a checklist and new records. Turkish Journal of Zoology, 38, 559-568.

Güçlü Ş., Burckhardt D., 1996. New records of jumping plantlice (Hemiptera: Psylloidea) from Turkey. Entomofauna, 17, 381-384.

Güçlü Ş., Hayat R., Ozbek H., 1995. An investigation on phytophagous and predator insect species on olive trees (*Olea europaea* L.) in Artvin province. Türkiye Entomoloji Dergisi, 19 (3), 231-240.

Halperin J., Hodkinson I.D., Russell L.M., Berlinger M.J., 1982. A contribution to the knowledge of the psyllids of Israel (Homoptera: Psylloidea). Israel Journal of Entomology, 16, 27-44.

İyriboz N.Ş., 1968. Zeytin zararlıları ve hastalıkları. T.C. Tarım Bakanlığı, Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü Yayını, İzmir, 112 s.

Jardak T., 1984. Trials on the evaluation of damage caused by the olive psylla (*Euphyllura olivina* Costa) preliminary data on the damage level. Olea, June, 53-59.

Jardak T., Ali Triki M., Rhouma A., Ksantini M., 2007. Plant health protection. In: Production techniques in olive growing. Sbitri, M., and Serafini, F. (Coord.). International Olive Council, Madrid, Spain, 215-313 pp.

Kaplan C., Büyük M., Eren S., 2011. Güneydoğu Anadolu Bölgesi zeytin bahçelerinde saptanan zararlı ve faydalı böcek türleri. Bitki Koruma Bülteni, 51 (3), 267-275.

Kaplan M., Özgen İ., Ayaz T., 2016. Mardin ili zeytin bahçelerinde Zeytin pamuklubiti [*Euphyllura straminea* Loginova (Hemiptera: Psyllidae)]'nin doğal düşmanları ve önemli türlerin popülasyon değişimi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 20 (3), 175-182.

Kaya M., 1979. Ege Bölgesi'nin önemli zeytin zararlıları, tanınmaları, zarar şekilleri ve popülasyon yoğunlukları üzerinde incelemeler. Bölge Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Araştırma Eserleri Serisi, No: 31, İzmir, 45 s.

Keçecioglu E., 1984. Antalya ve çevresinde zeytinlerde zarar yapan Zeytin pamuklubiti *Euphyllura olivina* (Costa) (Homoptera: Aphalaridae)'nin tanınması, kısa biyolojisi ve doğal düşmanları üzerinde araştırmalar. T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü, Antalya Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Araştırma Eserleri Serisi, No: 1, Ankara, 19 s.

Klimaszewski S.M., Lodos N., 1977. New information about jumping plant lice of Turkey (Homoptera: Psylloidea). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 14, 1-9.

Klimaszewski S.M., Lodos N., 1979. Further data about jumping plant lice of Turkey (Homoptera, Psylloidea). Türkiye Bitki Koruma Dergisi, 3, 3-16.

Kovancı B., Kumral N.A., Akbudak B., 2005. Bursa ili zeytin bahçelerinde *Euphyllura phillyreae* Foersters (Hom.: Aphalaridae)'nin popülasyon dalgalanması. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19 (1), 1-12.

Ksantini M., Jardak T., Bouain A., 2002. Temperature effect on the biology of *Euphyllura olivina* Costa. IV. International Symposium on Olive Growing. Acta Horticulturae, 586, 827-829.

Lauterer P., Prophetou-Athanasidou D.A., Tzanakakis M.E., 1986. Occurrence of *Euphyllura phillyreae* Foerster (Homoptera: Aphalaridae) on olives of the Greek Mainland. Annals of the Entomological Society of America, 79 (1), 7-10.

Lazarov A., Grigorov P., 1961. Karantina na Rastenijata. Zemizdat, Sofia, 258 pp.

Lodos N., 1986. Türkiye Entomolojisi II (Genel, Uygulamalı ve Faunistik). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 429, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir, 591 s.

Mustafa T.M., 1984. Factors affecting the distribution of *Euphyllura olivina* Costa (Hom.: Psyllidae) on olive. Zeitschrift für Angewandte Entomologie, 97 (4), 371-375.

Önuçar A., 1983. İzmir ve çevresinde bitkilerde zararlı psyllid (Homoptera: Psyllinea) türlerinin tanınmaları, konukçuları ve taksonomileri üzerinde araştırmalar. Tarım

ve Orman Bakanlığı, Ziraî Mücadele ve Ziraî Karantina Genel Müdürlüğü, İzmir Bölge Ziraî Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Araştırma Eserleri Serisi, No: 44, Ankara, 122 s.

Önuçar A., Ulu O., 1991. Five jumping plant lice species (Homoptera: Psylloidea) new for Turkish fauna. Türkiye Entomoloji Dergisi, 15 (3), 153-155.

Özgen İ., Gözüaçık C., Burckhardt D., 2012. Contribution to the knowledge of Psylloidea (Hemiptera) of Southeastern Anatolia, Turkey. In: Sixth European Hemiptera Congress, Blagoevgrad, Bulgaria (25–29 June 2012), Abstracts, 81–82.

Pala Y., Nogay A., Damgacı E., Altın M., 2001. Zeytin bahçelerinde entegre mücadele teknik talimatı. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı, Ankara, 84 s.

Prophetou-Athanasidou D.A., 1997. Occurrence of immature stages of olive psyllid *Euphyllura phillyreae* (Hom.: Aphalaridae) in *Phillyrea latifolia* and *Olea europaea* in coastal northern Greece. Journal of Applied Entomology, 121 (7), 383-387.

Sharaf El-Din A.A.A., Hashem M.Y., 1999. Occurrence of various stages of olive psylla, *Euphyllura straminea* Loginova (Homoptera: Aphalaridae) on olive trees (*Olea europaea* L.) in Egypt. By Department of Economic Entomology and Pesticides. Bulltein of the Entomological Society of Egypt, 77, 109-124.

Stavraki H.G., 1980. Biology of *Euphyllura* sp. (Homoptera: Psyllidae) in an olive grove in Attiki (Greece). Faculteit van de Landbouwwetenschappen, 45, 603-611.

Tüfekli M., Ulusoy M.R., 2011. Adana ve Mersin illeri zeytin bahçelerinde zararlı Zeytin pamuklubiti [*Euphyllura straminea* Loginova (Hemiptera: Psyllidae)]'nin popülasyon değişimi. Bitki Koruma Bülteni, 51 (3), 215-230.

Tzanakakis E.M., 2003. Seasonal development and dormancy of insects and mites feeding on olive a review. Netherlands Journal of Zoology, 52 (2-4), 87-224.

Virender K., Malik G.H., Uma S., Monobrullah M., 2007. Incidence and management of olive psylla, *Euphyllura pakistanica*. Indian Journal of Entomology, 69, 331-340.

Yayla A., Kelten M., Davarcı T., Salman A., 1995. Antalya ili zeytinliklerindeki zararlılara karşı biyolojik mücadele olanaklarının araştırılması. Bitki Koruma Bülteni, 35 (2), 63-91.

**Cite this article:** Kaptan S., Akşit T., Spodek M., (2019) Distribution and infestation rates of the olive psyllid species (*Euphyllura* spp., Hemiptera: Psyllidae) in İzmir and Aydın provinces, Plant Protection Bulletin, 59-3. DOI: 10.16955/bitkorb.499955

**Atıf için:** Kaptan S., Akşit T., Spodek M., (2019). Zeytin pamuklubiti (*Euphyllura* spp., Hemiptera: Psyllidae) türlerinin İzmir ve Aydın illerinde yayılışı ve bulaşıklık oranları, Bitki Koruma Bülteni, 59-3. DOI: 10.16955/bitkorb.499955

# Bitki Koruma Bülteni / Plant Protection Bulletin

<http://dergipark.gov.tr/bitkorb>

Original article

## Characterization of antagonistic and plant growth-promoting traits of endophytic bacteria isolated from bean plants against *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*

Fasulye bitkilerinden izole edilen endofit bakterilerin antagonistik ve bitki gelişimini teşvik edici özelliklerinin *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* etmenine karşı karakterizasyonu

Kamil DUMAN<sup>a</sup>, Soner SOYLU<sup>b\*</sup>

<sup>a</sup> Plant Protection Central Research Institute, Gayret Mab. Fatih Sultan Mehmet Bulv. 06172 Yenimahalle, Ankara, Turkey

<sup>b</sup> Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Hatay, Turkey

### ARTICLE INFO

Article history:

DOI: [10.16955/bitkorb.597214](https://doi.org/10.16955/bitkorb.597214)

Received : 26.07.2019

Accepted : 02.09.2019

Keywords:

bean, halo blight, endophyte, antagonist, plant growth promoting bacteria, biological control

\* Corresponding author: Soner SOYLU

✉ [soylu@mku.edu.tr](mailto:soylu@mku.edu.tr)

### ABSTRACT

*Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* (*Psp*) is a seed-borne bacterium which causes halo blight disease in common bean. This study aimed the determination of plant growth-promoting traits (such as IAA, phosphate solubilization) and antagonistic potentials (such as siderophore and ammonia productions) of endophytic plant growth-promoting bacteria (PGPB) from healthy bean plants growing in different regions against *Psp* *in vitro* conditions. A total of 131 bacteria were primarily characterized as putative PGPB and tested for antagonist activity against *Psp* in dual culture tests. Seventy-one bacterial isolates demonstrated antagonistic activities against *Psp* isolate in varying ratios. Among these 71 isolates, 30 representative bacterial isolates from the different regions/fields were selected. On the basis of morphological, physiological, biochemical characteristics and confirmation by MALDI-TOF analyses, 30 endophytic antagonist isolates were identified as belonging to 10 genera, 24 different species. According to results obtained, 10 isolates belong to *Bacillus* spp., 6 isolates belong to *Pseudomonas* spp., 4 isolates belong to *Rhizobium radiobacter*, 2 isolates belong to *Arthrobacter* spp., 2 isolates belong to *Achromobacter spanius*, 2 isolates belong to *Serratia liquefaciens*, 1 isolate belongs to *Acinetobacter calcoaceticus*, *Exiguobacterium* sp., *Microbacterium hydrocarbonoxydans*, and *Ochrobactrum anthropi*. The largest and lowest inhibition zone was produced by endophytic bacterial isolates *Pseudomonas gessardii* (4.85) and *Bacillus licheniformis* (1.35). Among the tested antagonist bacterial isolates, 10 isolates were positive for the production of  $\alpha$ -amylase, 7 isolates positive for phosphate solubilization, 29 isolates positive for siderophore production, 11 isolates positive for protease production. All selected bacterial isolates produced IAA and ammonia in relatively varying amounts. *P. gessardii* produced a relatively large amount of extracellular siderophore (5.83), *Exiguobacterium* sp. produced a relatively large amount of extracellular protease (5.25), *P. gessardii* and *O. anthropi* produced a relatively large amount of extracellular IAA (161.39  $\mu$ g/ml) and *Acinetobacter calcoaceticus* produced a relatively large amount of phosphatase (2.63). This is the first study reporting bean plants harbor endophytes having plant growth promoting activities with antagonistic potential against *Psp*.

### INTRODUCTION

*Phaseolus vulgaris* L., known as the common bean, is a herbaceous, self-pollinated, industrially integrated, rich from vitamins

and proteins and globally important leguminous crop which is grown worldwide for its edible dry seeds or unripe fruit. Beans are the staple food for human and animal nutrition, and it is the most important crop after chickpea and lentil among the grain legumes in Turkey. Annual dry bean production is 31.405.912 tonnes, and green bean production is 24.221.252 tonnes worldwide. Turkey is the fourth country in green bean production worldwide with 1.268.879 tons (FAO 2017).

During the cultivation of bean, many pests and diseases occur and cause economical losses. Bacterial diseases come right after the root diseases of common bean caused by the soil-borne pathogens. Halo blight is a bacterial disease of common bean, caused by *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* (*Psp*). Halo blight disease was first discovered in the early 1920s, and rapidly became the primary disease of beans all over the world. Symptoms start with small water-soaked spots on leaves and pods. This infected tissue dies and turns tan-colored and necrotic under arid conditions. Yellow to light green halo surrounds the lesion, distinguishing this disease from the narrow yellow band caused by common bacterial blight disease caused by *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*. This halo symptom is not evident during periods of high temperatures. If infected systemically, young leaflets become curved and chlorotic without the presence of necrotic spots or broad yellow halos. The disease shows up in the places where temperatures are mild and plentiful inoculum is available (Taylor et al. 1979, Webster et al. 1983). Disease agent was reported to occur and caused serious yield losses in different regions of Turkey (Bastas and Sahin 2016, Benlioglu and Ozakman 1993, Bozkurt and Soylu 2001, Donmez 2004).

Even extremely low levels of seed infestation by *Psp* can result in severe epidemics under favorable weather conditions (Webster et al. 1983). Management of bacterial diseases is very hard and sometimes impossible, depending on the severity of the disease on infected plants. Limited success has been recorded following application of copper-based fungicides such as Bordeaux mixture, cupric hydroxide, copper oxychloride, copper sulfate (Saettler et al. 1981, Schwartz and Galvez 1981). Although use of copper-based pesticides are the most common control method preferred by farmer against the disease, frequent uses of fungicides cause the existence of pesticide resistance on pathogens, pesticide residues on the crop, direct and indirect effects of synthetic chemical pesticides on human and nature are the primary limiting reasons for their usage against disease agent. Recently, instead of using chemicals, integrated pest management strategies became an inevitable alternative strategy to manage plant pathogens (Berg and Hallmann

2006, Bozkurt and Soylu 2011, Taylor et al. 1979, Webster et al. 1983).

Leguminous plants, especially beans, are also the host of many beneficial microbiomes which can be helpful for nutrient fixation and plant growth promotion. In accordance, plant-associated bacteria can be classified into beneficial, deleterious, and neutral groups based on their effects on plant growth (Dobbelaere et al. 2003). Endophytic bacteria are one of the promising biocontrol agents because they occupy internal living tissues of plants and maybe close to plant pathogens (Berg and Hallman, 2006, Sülü et al. 2016). Bacteria of diverse genera have been identified as plant growth promoting bacteria (PGPB), of which *Bacillus* and *Pseudomonas* species are predominant (Podile and Kishore 2006). PGPB affect plant growth in two different ways, directly or indirectly. The direct promotion of plant growth by PGPB entails through producing several plant growth regulators/ phytohormones (Glick 1995) and facilitating the uptake of certain nutrients from the environment (Glick 1995, Soylu et al. 2018, Vacheron et al. 2013). They can further keep host healthy through the indirect mechanisms by inhibiting fungal or bacterial pathogens, for instance by producing antimicrobial compounds (Glick et al. 2007), siderophores (Compant et al. 2010, Lodewyckx et al. 2002, Reinhold-Hurek and Hurek 2011) against the phytopathogens (Narula et al. 2013, Santoyo et al. 2016). The indirect promotion of plant growth occurs when PGPB lessen or prevent the deleterious effects of one or more phytopathogenic organisms which can be identified and used as in crop protection.

Crop protection mechanisms can be activated by antagonistic substances produced by PGPB inducing resistance to pathogens (Glick 1995). A particular PGPB may affect plant growth by using one or more of these mechanisms. PGPRs, as biocontrol agents can act through various mechanisms, regardless of their role in direct growth promotion enhancement, such as by known production of phytohormones (Patten and Glick 2002), a decrease of plant ethylene levels (Glick et al. 2007) or nitrogen-fixing associated with roots (Döbereiner 1992).

Purposes of this study were to (i) isolate and identify endophytic bacterial population existing in the inner tissues of the healthy common bean plants growing in different regions of Turkey, (ii) to characterize antagonistic effect to inhibit *Psp*, and (iii) to explore their antagonistic and plant growth promoting traits *in vitro* conditions.

## MATERIALS AND METHODS

### *Isolation of endophytic PGPB isolates from healthy plants*

Plant materials were collected from Ankara, Burdur, Eskişehir, Konya, and Niğde provinces during 2015 and 2016 production seasons. *Psp* strains were isolated from the plants showing typical disease symptoms. PGPB were isolated from healthy plants sampled from infected fields with the halo blight disease.

Putative endophytic PGPB isolates were isolated from the internal tissues of the roots, stem, leaves, and fruits of healthy bean plants. Each plant material's surface was sterilized with 1% sodium hypochlorite, and after the third surface sterilization, wastewater was plated on Nutrient Agar (NA) plates and incubated for 48 h at 28 °C. After incubation, plates were examined to verify the sterilization process is successful. Surface sterilized plant materials were put into extraction bags, and 2 ml of physiological saline added into each extraction bag. Extractions were prepared by the use of plastic extraction bags to homogenize plant tissues. Dilutions of  $10^{-1}$  and  $10^{-2}$  plant extracts, were plated on NA plates and incubated at 28 °C for 48 h. Each colony was used as one isolate in the NA plates and purified into a new NA plate for further study.

#### *Selection of putative endophytic PGPB isolates*

Hypersensitivity reaction test of the endophytic bacterial isolates was carried out by inoculating tobacco leaves, using a highly concentrated bacterial suspension ( $\sim 10^8$  cfu/ml). Effectiveness of the bacterial isolates was evaluated by the absence of disease symptoms and hypersensitivity reaction.

Putative isolates were further checked for potato soft rot test. A loopful bacterial colony was taken from pure fresh culture and spread on surface sterilized potato slices and incubated for the occurrence of any soft rot on potato tissues. Existence of soft rot on potato slices showed the positive effect of pectolytic activities of the tested bacterial isolate.

Incubation of endophytic bacterial isolates on NA media at 37 °C helped us to eliminate human pathogenic isolates.

Finally, all putative endophytic PGPB isolates were tested on bean pods. Bioassays were carried out on healthy bean pods including virulent *Psp* isolate which isolated and identified during the project. A highly susceptible cultivar of *Phaseolus vulgaris* cv. Gina was used for pathogenicity tests. All bean pods were surface sterilized with 1% sodium hypochlorite and dried. Each endophytic bacteria was suspended in sterile distilled water ( $\sim 10^8$  cfu/ml) and inoculated (20  $\mu$ l) on 5 holes opened by sterile toothpicks on each pod, kept in a plastic box for incubation at room temperature for 3 days. After incubation, all inoculation sites were examined for water-soaked, oily appearance.

Putative endophytic PGPB bacterial isolate(s) which were positive for HR, soft rot, pathogenicity tests and grown at 37 °C were eliminated for further studies.

#### *Identification of putative endophytic PGPB isolates*

Putative bacterial endophytes were primarily screened for physiological and biochemical tests such as Gram reaction, oxidase, and production fluorescent pigmentation (Lelliot and Stead 1987). The species identification of PGPB isolates were further confirmed by MALDI-TOF (Bruker Daltonics GmbH, Bremen, Germany) analyses as described by Pavlovic et al. (2012). The bacterial mass taken from the pure colonies of the isolates and obtained from the colonies developed for 24-36 h on Tryptic Soy Agar (TSA) medium was added to Eppendorf tubes with 300  $\mu$ l of sterile distilled water. Tubes were mixed in the vortex, and the bacteria suspension was obtained. After adding 900  $\mu$ l of pure ethanol (Merck, Darmstadt, Germany) into the tubes, the mixture was centrifuged at 13.000 rpm for 2 min. After the disposal of supernatant, the remaining pellet was centrifuged for 1 min at 13.000 rpm again. If ethanol residue was observed, the remaining ethanol was carefully removed with a pipette, and the resulting pellet was allowed to dry at room temperature (about 5 minutes). After drying pellet, 30  $\mu$ l of 70% formic acid (Merck, Darmstadt, Germany) was added and vortexed again at 13.000 rpm for 1 min 30  $\mu$ l of acetonitrile was added, and the mixture was vortexed at 13.000 rpm for 1 min. Finally, 1  $\mu$ l of the supernatant was added to the target plate in two replicates, followed by drying at room temperature (approximately 3-5 min), and addition of 1  $\mu$ l HCCA Matrix on each sample point ( $\alpha$ -Cyano-4-hydroxycinnamic acid) and drying.

Bruker's Bacterial Test Standard (Bruker Daltonics GmbH, Bremen, Germany) was used as Mass calibration standard. Samples were loaded onto the MALDI-TOF MS (Microflex LT; Bruker Daltonics GmbH, Bremen, Germany) with the software Flex Control Software (Bruker Daltonics GmbH, Bremen, Germany). Each spectrum was obtained with 500 laser beams with the minimum laser power required for ionization of samples in automatic mode. The spectrum was analyzed at m/z (mass/charge) ratio in the range 2-20 kDa. Microorganism library was used as BIOTYPERTM 1.1 software (Bruker Daltonics GmbH, Bremen, Germany).

#### *Determination of antagonistic and plant growth promoting traits of PGPB isolates*

##### *Inhibition assays*

Dual culture inhibition assay performed on NA plates with fresh overnight cultures of *Psp* and PGPB isolates. PGPB strains spot inoculated on NA plates and incubated at 26 °C

for 24 h. After colony adaptation and growth of PGPB, *Psp* cell suspension ( $10^8$  cfu/ml) was prepared and pulverized onto the Petri surfaces. Then Petri plates incubated at 26 °C for 24-72 h, bacterial colony diameter and inhibition zones caused by each PGPB isolates were measured. Antagonistic Efficiency Index (Ant-EI) for *Psp* growth inhibition was calculated based on the diameter of inhibition zones around the bacterial colonies by using the method of El-Sayed et al. (2014).

Ant-EI (Antagonistic Efficiency Index): [inhibition zone diameter (mm)/bacteria colony growth diameter (mm)].

#### *Assay for $\alpha$ -amylase enzyme activity*

Starch Agar plates were inoculated with 24 to 48 h old PGPB isolates on the agar surface and incubated at 26 °C for at least 4 days. Following incubation, Petri plates were flooded with iodine solution. The presence of the clear zone around the bacterial colonies indicates hydrolyzation of starch if blue zone surrounds the bacterial colonies that indicate the starch is still present and has not been hydrolyzed (Schaad et al. 2001).

#### *Assay for ammonia utilization*

Endophyte isolates were tested for their ammonia production activity by using peptone water. Freshly grown bacterial cultures were inoculated into sterile 10 ml peptone water solution in test tubes. Incubated at 30 °C with shaking at 120 rpm for 48-72 h. Then, Nessler's reagent (0.5 ml) was added in each tube. When the color changes brown to yellow, that was an indicator of a positive result for ammonia production (Cappuccino and Sherman 1992). The absorbance of suspensions was measured at 530 nm wavelength at spectrophotometer, compared with the standard curve of  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  and added in mg/ml.

#### *Assay for proteolytic enzyme activity*

Skim Milk Agar (SMA) is used to demonstrate the proteolytic activity of organisms capable of hydrolyzing casein (Perneel et al. 2007). 2% skimmed milk powder in Luria Broth (LB) Agar was prepared. LB agar inoculated with endophytic bacteria and then incubated at 26 °C for 48 h. Proteolytic bacteria use the enzyme caseinase to hydrolyze casein and form solvable nitrogen variant compounds that cause a clear zone around bacterial colonies. Colorless radiant zones around bacterial colonies indicator of protease production. Enzyme activity zones caused by each PGPB isolates measured and efficiency indices (Pro-EI) for proteolytic activity were calculated based on the diameter of inhibition zones around the bacterial colonies (El-Sayed et al. 2014).

Pro-EI (Proteolytic Enzyme Efficiency Index)= [inhibition

zone diameter (mm)/colony growth diameter (mm)].

#### *Assay for siderophore production*

Siderophore activity of endophytic bacteria was determined by using the conventional method of Schwyn and Neilands (1987) using blue CAS agar plates containing the chrome azurol S (CAS). Briefly, a loopful of bacterial culture was spot inoculated on blue CAS agar medium and incubated at  $28 \pm 2$  °C for 2 days. The colony with a halo zone of clear to purple-orange color was evaluated as positive for siderophore production. Siderophore production activity showed zones caused by each PGPB isolates measured and efficiency indices (Sid-EI) for siderophore production were calculated based on the diameter of inhibition zones around the bacterial colonies (El-Sayed et al. 2014).

Sid-EI (Siderophore Production Efficiency Index)= [inhibition zone diameter (mm)/colony growth diameter (mm)].

#### *Assay for phosphate solubilizing activity*

Endophytic bacterial isolates were tested for phosphate-solubilizing ability by using PVK media (Kumar et al. 2012). Culture media were prepared by using insoluble phosphate [tri-calcium phosphate  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ] with a concentration of 0.5%. Solubilization zones and colony diameters of the bacterium were incubated at 30 °C, measured after 120 h, and efficiency indices (Phos-EI) for phosphate solubilizing were calculated (El-Sayed et al. 2014).

Phos-Index (Phosphate Solubilization Efficiency Index)= [inhibition zone diameter (mm)/colony growth diameter (mm)].

#### *Assay for indol-3 acetic acid (IAA) activity*

Production of the phytohormone IAA assayed based on a colorimetric method by using Salkowski reagent (Glickman and Dessaux 1995). Bacterial cultures were grown in 5 ml Nutrient Broth (NB) containing 500 mg/l L-tryptophan (0.5%) at 30 °C for 48 h. Fully grown cultures (1.5 ml) were added into Eppendorf tubes and centrifuged at 5500 rpm for 15 min. The supernatant (1 ml) was mixed with 20  $\mu\text{l}$  of orthophosphoric acid. Subsequently mixed with 4 ml of the Salkowski reagent (1 ml 0.5 M  $\text{FeCl}_3$  solution, 50 ml 35% of perchloric acid) and incubated for 25 min in the dark at 30 °C. Production of IAA determined as the development of pink-red color, and the absorbance was measured at 535 nm wavelength (Patten and Glick 2002) using a spectrophotometer and compared with the standard curve. The amount of IAA was prepared in a standard curve as  $\mu\text{g/ml}$ . Three replicates were performed for each bacterial isolates for IAA synthesis measurement.

### Data analysis

Experiments were performed in triplicate Petri dishes for each bacterial isolate and repeated twice. The SPSS statistic program version 17.0 was used for all data involving calculations and the comparison of each isolate for all measurements. The data were statistically analyzed using ANOVA. A Least Significant Difference (LSD) test at a probability level of 0.05 was used to separate the means when the ANOVA F-test indicated a significant effect from the treatments.

## RESULTS

### Isolation and selection of putative endophytic PGPB isolates

During 2016 and 2017 growing seasons, a total of 120 bean fields in Ankara, Burdur, Eskişehir, Konya and Niğde provinces were surveyed for isolation of *Psp* and PGPB isolates. A total of 343 putative PGPB isolates were subsequently isolated from the different inner parts of bean plants collected during the surveys (Table 1). Most of the isolates were collected from Niğde and Eskişehir provinces. All isolated endophytes were subjected to 37 °C, tobacco HR, potato rotting (pectolytic activity) and pathogenicity tests as explained above. Results were given in Table 1. Following these test, 52 isolates grown at 37 °C, 87 isolates were found positive for tobacco HR, 50 isolates for pectolytic activity on potato slices, and 23 isolates were found to be pathogenic on bean pods. Therefore, a total of 212 bacterial isolates were eliminated and 131 putative endophytic bacterial isolates from different locations retained for *in vitro* antagonistic activities against *Psp*.

### Identification of antagonistic bacteria strains

Dual culture assay was used for monitoring the possible inhibitory effect of 131 putative antagonist PGPB isolates against *Psp in vitro* conditions. Seventy-one bacterial isolates, demonstrated antagonistic activities in varying degree

**Table 1.** The total number of endophytic bacterial isolate collected from different provinces

Provinces	Number of Endophytic Isolates	Growth at 37 °C	Tobacco HR+ Test	Pectolytic Activity	Pathogenicity Test on Bean
Ankara	15	1	6	1	1
Burdur	51	9	15	9	3
Eskişehir	96	18	26	12	8
Konya	74	7	15	14	5
Niğde	107	17	25	14	6
TOTAL	343	52	87	50	23

against *Psp* isolate. Among these 71 isolates, 30 representative bacterial isolates from the different regions/fields were selected for identification in species level and tested for characterization of antagonistic and plant growth-promoting traits studies (Table 1).

Morphological, physiological, biochemical characteristics and MALDI-TOF analyses of 30 endophytic antagonist isolates assigned them to 24 bacterial species from 10 genera (Table 2). According to results obtained, 10 isolates belong to *Bacillus* spp., 6 isolates belong to *Pseudomonas* spp., 4 isolates belong to *Rhizobium radiobacter*, 2 isolates belong to *Arthrobacter* spp., 2 isolates belong to *Achromobacter spanius*, 2 isolates belong to *Serratia liquefaciens*, 1 isolate belongs to *Acinetobacter calcoaceticus*, *Exiguobacterium* sp., *Microbacterium hydrocarbonoxydans* and *Ochrobactrum anthropi* (Table 2).

### Determination of antagonistic activities

A clear zone of inhibition was observed around each endophytic bacterium in the dual culture assay (Figure 1). The inhibition zone index ranged from 1.35 to 4.85 after three days of incubation. Among the 30 isolates, 11 isolates showed significantly strong inhibition (inhibition indices >3.0), 7 isolates showed moderate inhibition (inhibition indices between 2.0-3.0), 12 isolates showed weak inhibition (inhibition indices >2) (Table 3). The largest and lowest inhibition zone index was produced by endophytic bacterial isolates *Pseudomonas gessardii* (4.85) and *Bacillus licheniformis* (1.35).

### Determination of antagonistic and PGP traits of bacterial isolates

These antagonist bacterial isolates were further tested for the production of  $\alpha$ -amylase, siderophore, protease, IAA, and phosphate. A well-developed inhibition zone around the bacterial colonies in CAS Agar, SMA, Pikovskaya media confirmed the bacterial ability for productions of siderophore, protease, phosphate solubilization, respectively. An orange-brown color developed in addition to Nessler's reagent to bacterial culture in peptone water which indicated the bacterial ability to produce ammonia. The appearance of pink color in bacterial culture in NB supplemented with tryptophan following the addition of Salkowski reagent indicated the production of IAA by antagonist bacterial isolates.

Among the tested antagonist bacterial isolates, 10 isolates were positive for the production of  $\alpha$ -amylase, 7 isolates positive for phosphatase production, 29 isolates positive for

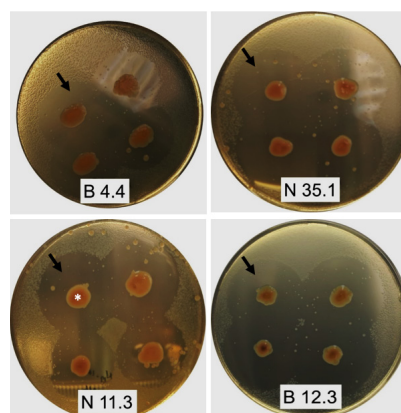
**Table 2.** Identification of representative putative endophytic bacterial isolates

Isolate	Bacterial Species	Plant Part	Gram	Oxidase	Florescent
B1.1	<i>Achromobacter spanius</i>	P	-	+	-
B4.4	<i>Pseudomonas koreensis</i>	L	-	-	+
B6.4	<i>Rhizobium radiobacter</i>	R	-	-	-
B9.2	<i>Rhizobium radiobacter</i>	S	-	-	-
B11.4	<i>Bacillus simplex</i>	S	+	+	-
B12.3	<i>Bacillus simplex</i>	S	+	+	-
E1.4	<i>Acinetobacter calcoaceticus</i>	L	-	-	-
E5.3	<i>Rhizobium radiobacter</i>	R	-	-	-
E6.2	<i>Achromobacter spanius</i>	L	-	+	-
E8.4	<i>Bacillus thuringiensis</i>	S	+	+	-
E13.3	<i>Rhizobium radiobacter</i>	R	-	-	-
E14.6	<i>Bacillus farraginis</i>	R	+	+	-
E15.2	<i>Serratia liquefaciens</i>	L	-	-	-
E20.2	<i>Ochrobactrum anthropi</i>	R	-	+	-
E20.7	<i>Bacillus megaterium</i>	R	+	+	-
E21.2	<i>Exiguobacterium sp</i>	R	+	+	-
K13.2	<i>Pseudomonas extremorientalis</i>	S	-	-	+
K15.1	<i>Pseudomonas putida</i>	S	-	-	+
K18.1	<i>Microbacterium hydrocarbonoxydans</i>	S	+	-	-
N1.1	<i>Bacillus licheniformis</i>	P	+	-	-
N11.3	<i>Arthrobacter ilicis</i>	P	+	+	-
N13.11	<i>Arthrobacter oxydans</i>	P	+	-	-
N16.1	<i>Pseudomonas brassicacearum</i>	S	-	-	+
N17.1	<i>Bacillus cereus</i>	P	+	-	-
N17.2	<i>Bacillus endophyticus</i>	P	+	-	-
N24.3	<i>Pseudomonas rhodesiae</i>	S	-	+	+
N26.2	<i>Bacillus pumilus</i>	R	+	-	-
N29.2	<i>Bacillus siralis</i>	P	+	-	-
N34.1	<i>Serratia liquefaciens</i>	S	-	-	-
N35.1	<i>Pseudomonas gessardii</i>	S	-	+	+

P: pods; L: leaf; S: stem; R: root; +: positive reaction for tests; -: negative reaction for tests

siderophore production, 11 isolates positive for protease

production. All selected bacterial isolates produced IAA and ammonia in a relatively varying amount (Table 3). Among the tested putative bacterial isolates, *Pseudomonas gessardii* had the highest index values for extracellular siderophore (5.83), *Exiguobacterium sp.* for extracellular protease (5.25), *Pseudomonas gessardii* and *Ochrobactrum anthropi* for extracellular IAA concentration (161.39 µg/ml) and *Acinetobacter calcoaceticus* for phosphate solubilisation activities (2.63) (Table 3).



**Figure 1.** Determination of *in vitro* antagonistic efficacies of endophytic bacterial isolates on *Psp* growth in dual culture test. Note clear zones of inhibition (arrows) were produced by the antagonist bacterial isolates (\*) against *Psp* growth in dual culture assay



**Table 3.** Determinations of antagonistic and plant growth promoting traits of endophytic bacterial isolates obtained from inner tissues of healthy bean plants

Isolate	Bacterial Species	Ant-EI	Sid-EI	Pro-EI	Phos-EI	IAA (µg/ml)	Ammonia (µg/ml)
B1.1	<i>Achromobacter spanius</i>	3,57 <sup>BC</sup>	1,77 <sup>D-I</sup>	0,00 <sup>G</sup>	0,00 <sup>F</sup>	67,69 <sup>IJ</sup>	91,82 <sup>J-L</sup>
B4.4	<i>Pseudomonas koreensis</i>	4,25 <sup>AB</sup>	2,25 <sup>C-G</sup>	0,00 <sup>G</sup>	0,00 <sup>F</sup>	110,88 <sup>D-G</sup>	105,76 <sup>F-I</sup>
B6.4	<i>Rhizobium radiobacter</i>	1,97 <sup>F-J</sup>	2,39 <sup>C-F</sup>	1,50 <sup>EF</sup>	0,00 <sup>F</sup>	103,29 <sup>E-H</sup>	63,94 <sup>PQ</sup>
B9.2	<i>Rhizobium radiobacter</i>	1,67 <sup>H-J</sup>	1,22 <sup>HI</sup>	0,00 <sup>G</sup>	1,35 <sup>E</sup>	126,20 <sup>B-F</sup>	172,59 <sup>B</sup>
B11.4	<i>Bacillus simplex</i>	1,90 <sup>F-J</sup>	2,28 <sup>C-G</sup>	1,52 <sup>EF</sup>	0,00 <sup>F</sup>	108,55 <sup>D-G</sup>	108,18 <sup>E-H</sup>
B12.3	<i>Bacillus simplex</i>	4,35 <sup>AB</sup>	3,50 <sup>B</sup>	0,00 <sup>G</sup>	0,00 <sup>F</sup>	112,35 <sup>D-G</sup>	115,15 <sup>C-F</sup>
E1.4	<i>Acinetobacter calcoaceticus</i>	3,08 <sup>C-E</sup>	1,32 <sup>G-I</sup>	0,00 <sup>G</sup>	2,63 <sup>A</sup>	145,04 <sup>A-C</sup>	118,79 <sup>C-E</sup>
E5.3	<i>Rhizobium radiobacter</i>	1,44 <sup>IJ</sup>	1,47 <sup>F-I</sup>	0,00 <sup>G</sup>	0,00 <sup>F</sup>	124,67 <sup>C-F</sup>	174,44 <sup>B</sup>
E6.2	<i>Achromobacter spanius</i>	1,93 <sup>F-J</sup>	2,66 <sup>B-D</sup>	3,94 <sup>C</sup>	0,00 <sup>F</sup>	109,43 <sup>D-G</sup>	93,33 <sup>J-L</sup>
E8.4	<i>Bacillus thuringiensis</i>	3,07 <sup>C-E</sup>	1,78 <sup>D-I</sup>	0,00 <sup>G</sup>	0,00 <sup>F</sup>	138,03 <sup>A-D</sup>	84,24 <sup>K-M</sup>
E13.3	<i>Rhizobium radiobacter</i>	2,17 <sup>F-J</sup>	2,71 <sup>B-D</sup>	0,00 <sup>G</sup>	0,00 <sup>F</sup>	161,39 <sup>A</sup>	89,7 <sup>J-L</sup>
E14.6	<i>Bacillus farraginis</i>	2,24 <sup>E-I</sup>	1,78 <sup>D-I</sup>	4,56 <sup>B</sup>	0,00 <sup>F</sup>	84,65 <sup>G-I</sup>	121,52 <sup>CD</sup>
E15.2	<i>Serratia liquefaciens</i>	2,02 <sup>F-J</sup>	2,08 <sup>C-H</sup>	5,25 <sup>A</sup>	0,00 <sup>F</sup>	41,91 <sup>J</sup>	101,52 <sup>G-J</sup>
E20.2	<i>Ochrobactrum anthropi</i>	3,22 <sup>CD</sup>	1,34 <sup>G-I</sup>	0,00 <sup>G</sup>	0,00 <sup>F</sup>	135,77 <sup>A-D</sup>	187,78 <sup>A</sup>
E20.7	<i>Bacillus megaterium</i>	2,63 <sup>D-F</sup>	2,65 <sup>B-E</sup>	0,00 <sup>G</sup>	0,00 <sup>F</sup>	132,92 <sup>A-E</sup>	119,09 <sup>C-E</sup>
E21.2	<i>Exiguobacterium sp</i>	1,96 <sup>F-J</sup>	1,63 <sup>F-I</sup>	0,00 <sup>G</sup>	0,00 <sup>F</sup>	75,08 <sup>HI</sup>	109,7 <sup>D-G</sup>
K13.2	<i>Pseudomonas extremorientalis</i>	2,45 <sup>D-H</sup>	2,96 <sup>BC</sup>	2,12 <sup>D</sup>	0,00 <sup>F</sup>	61,68 <sup>IJ</sup>	107,88 <sup>E-H</sup>
K15.1	<i>Pseudomonas putida</i>	3,56 <sup>BC</sup>	1,67 <sup>F-I</sup>	0,00 <sup>G</sup>	0,00 <sup>F</sup>	145,4 <sup>A-C</sup>	113,94 <sup>D-F</sup>
K18.1	<i>Microbacterium hydrocarbonoxydans</i>	2,52 <sup>D-G</sup>	1,65 <sup>F-I</sup>	0,00 <sup>G</sup>	0,00 <sup>F</sup>	137,01 <sup>A-D</sup>	126,06 <sup>C</sup>
N1.1	<i>Bacillus licheniformis</i>	1,35 <sup>I</sup>	1,37 <sup>G-I</sup>	1,69 <sup>D-F</sup>	0,00 <sup>F</sup>	155,79 <sup>AB</sup>	95,45 <sup>I-K</sup>
N11.3	<i>Arthrobacter ilicis</i>	4,23 <sup>AB</sup>	1,69 <sup>E-I</sup>	0,00 <sup>G</sup>	0,00 <sup>F</sup>	101,75 <sup>F-H</sup>	126,06 <sup>C</sup>
N13.11	<i>Arthrobacter oxydans</i>	3,07 <sup>C-E</sup>	1,53 <sup>F-I</sup>	1,88 <sup>DE</sup>	2,50 <sup>AB</sup>	92,11 <sup>G-I</sup>	167,41 <sup>B</sup>
N16.1	<i>Pseudomonas brassicacearum</i>	3,05 <sup>C-E</sup>	1,09 <sup>I</sup>	0,00 <sup>G</sup>	2,06 <sup>B-D</sup>	73,04 <sup>HI</sup>	96,36 <sup>H-J</sup>
N17.1	<i>Bacillus cereus</i>	2,28 <sup>E-I</sup>	0,00 <sup>J</sup>	0,00 <sup>G</sup>	0,00 <sup>F</sup>	69,12 <sup>IJ</sup>	81,52 <sup>L-N</sup>
N17.2	<i>Bacillus endophyticus</i>	1,77 <sup>G-J</sup>	1,53 <sup>F-I</sup>	0,00 <sup>G</sup>	0,00 <sup>F</sup>	62,25 <sup>IJ</sup>	68,18 <sup>O-P</sup>
N24.3	<i>Pseudomonas rhodesiae</i>	1,98 <sup>F-J</sup>	1,23 <sup>HI</sup>	1,83 <sup>DE</sup>	0,00 <sup>F</sup>	75,0 <sup>HI</sup>	55,56 <sup>Q</sup>
N26.2	<i>Bacillus pumilus</i>	1,92 <sup>F-J</sup>	1,62 <sup>F-I</sup>	0,00 <sup>G</sup>	1,74 <sup>DE</sup>	74,26 <sup>HI</sup>	70,91 <sup>N-P</sup>
N29.2	<i>Bacillus siralis</i>	1,89 <sup>F-J</sup>	2,25 <sup>C-G</sup>	0,00 <sup>G</sup>	1,88 <sup>CD</sup>	69,61 <sup>IJ</sup>	67,58 <sup>OP</sup>
N34.1	<i>Serratia liquefaciens</i>	1,91 <sup>F-J</sup>	1,35 <sup>G-I</sup>	2,08 <sup>D</sup>	2,25 <sup>A-C</sup>	131,39 <sup>A-F</sup>	77,27 <sup>M-O</sup>
N35.1	<i>Pseudomonas gessardii</i>	4,85 <sup>A</sup>	5,83 <sup>A</sup>	1,32 <sup>F</sup>	0,00 <sup>F</sup>	161,39 <sup>A</sup>	64,55 <sup>PQ</sup>

Ant-EI: Antagonistic Efficiency Index; Sid-EI: Siderophore Production Efficiency Index; Pro-EI: Proteolytic Enzyme Efficiency Index; Phos-EI: Phosphate Solubilisation Efficiency Index. Mean values followed by different letters within each column were significantly different according to Least Significant Difference (LSD) test ( $P \leq 0.05$ )

## DISCUSSION

Recently, several research has focused on the exploration of varied agroecological and biological niches for the existence of beneficial bacterial and fungal microbioms (El-Sayed et al. 2014). Healthy or wild plants, as the greatest potential resource for acquiring novel microorganisms and their products, are likely to harbor unique endophytic bacterial

communities (Gamal-Eldin et al. 2008). These findings agree with the well-known observations that many microbiomes belonging to different genera (Podile and Kishore 2006) are capable of a resident endophytic phase of growth within the healthy host. In the current study, endophytic bacterial isolates with *in vitro* antagonistic and PGP traits were

isolated from apparently healthy bean plants from different agroecological regions in Turkey. These potential PGPR isolates were enumerated and screened *in vitro* for a broad spectrum of plant growth-promoting abilities as well as for antagonistic potential against bacterial halo blight disease agent *Psp*.

On the basis of morphological, physiological, biochemical characteristics and MALDI-TOF analyses, among 30 endophytic antagonist isolates tested *in vitro*, most antagonists belonged to the species of *Bacillus* and *Pseudomonas*. It was reported that *Bacillus* and *Pseudomonas* spp. occurs commonly on rhizosphere and aerial plant parts (Gibbins 1978) as endophytically or epiphytically (Völksch et al. 1992). The different species belonging *Bacillus* and *Pseudomonas* have been reported to inhibit several fungal and bacterial plant pathogens (Beer et al. 1984, El-Goorani and Beer 1991, Völksch et al. 1993) and it is an effective competitor in biological prevention of frost injury (Lindow et al. 1983). Different species of *Pseudomonas* were reported to produce a variety of metabolites (Leisinger and Margaff 1979), some of which were implicated in the biological control of plant pathogenic fungal and bacterial disease agents (Dowling and O'Gara 1994). With this respect, antagonistic bacterial isolates belonging to *Pseudomonas* and *Bacillus* genera will be of interest as PGPR against *Psp* in future biological control experiments in the field.

Ojiambo and Scherm (2006) showed in their research that there was no difference in effectiveness of antagonist bacteria between studies conducted in the greenhouse versus the field between soil-borne versus aerial diseases or among those of low, medium, or high disease infection. Their study also showed that organisms which have short-lived offspring expressed more effective antagonism than those does not show this feature.

Besides that, Scots pine root-associated mycorrhizae-bacteria and wheat associated bacteria against *Fusarium culmorum*, *Rhizoctonia solani*, and *Botrytis cinerea* was tested by Dilfuza (2011). Production of some extracellular lytic enzymes by bacteria screened for their antagonistic activities. Results of the study showed that wheat-associated bacteria possessed more antagonistic activity compared to mycorrhizal hyphae. *Arthrobacter ilicis* KNCL24 isolate was one of the isolates that used during the study.

Another study conducted by Barrows-Broaddus et al. (1985) showed that *Arthrobacter* sp. isolates suppress disease emergence and this helped plants to close their wounds faster and more comfortable during the infection stage, that eliminates the propagation of *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans* on slash pines.

Morrissey et al. (1976) found an *Arthrobacter* sp. which actively lyses *Fusarium roseum* cells by secreting chitinase (E.C. 3.2-1.14, chitin glycanohydrolase), enzyme which is essential for the hydrolysis of chitin. Enzyme production paralleled growth; liberation of enzyme took place during the log phase with the maximum yield being obtained at the stationary phase.

Another study conducted by Kang et al. (2009), tested for certain *Acinetobacter calcoaceticus* isolate that promotes plant growth by producing organic acids such as malic, succinic, and citric acids and lowering the endogenous abscisic acid contents. *A. calcoaceticus* strain has significantly promoted cucumber plants to grow better. The PGPR application had better shoot length, biomass, and chlorophyll contents compared to controls.

In another study, Deinema et al. (1985), showed that *Acinetobacter* strain 210A had accumulated large amounts of phosphate in soils, which can tolerate nutrient uptake deficiencies in poor conditioned soils.

Phylloplane associated bacteria *Microbacterium hydrocarbonoxydans* shows antimicrobial activity against *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* (Wang et al. 2015) besides this bacterium shows plant growth promoting activities on commercial wheat varieties (Batool et al. 2016). Also, soil remediation and weed control properties were investigated by Barghouthi and Salman (2010). Surprisingly *M. hydrocarbonoxydans* bacterium is also carried diamino acid in the cell-wall peptidoglycan of BAS69T is lysine and of BNP48T is ornithine. The significant menaquinones are MK-11 and MK-12 based on their crude oil degrading ability (Schippers et al. 2005).

Matthijs et al. (2014) showed in their study that mupirocin is a broad spectrum antibiotic has polypeptide structure which was isolated from *Pseudomonas fluorescens* NCIMB 10586. Study was based on the phylogenetic distribution of mupirocin producing strains of *Pseudomonas* genus. The *mmpD* gene of showed the mupirocin gene cluster. They all five *mmpD*+ isolates produced mupirocin and were strongly antagonistic against *Staphylococcus aureus*. In their study *Pseudomonas gessardii* was one of the isolates showed large amounts of mupirocin production.

Dilfuza et al. (2015) showed that microbial indole-3-acetic acid (IAA) played an important role in the regulation of root growth and plant biomass and antagonistic activity on controlling root-rot of cotton which is caused by *F. solani*. In their study even very low quantities of IAA such as 0.01 and 0.001 µg/ml can lower the disease incidence and increase

the plant growth. It shows that bacterial secreted IAA plays a significant role in salt stress tolerance and may be involved in induced resistance against root rot disease of cotton.

In conclusion, bean plant hosts several active endophytic bacterial species without any side effect to plant. The data reported here clearly describes the characterization of endophytic bacterial isolates which exhibit excellent abilities to antagonize the halo blight disease agent *Psp* by exhibiting several antagonistic and plant growth-promoting mechanisms including production of siderophore, protease, ammonia, IAA production, and phosphate solubilization activities. Further studies are needed to determine the exact mode of action of each endophytic bacterial isolate, which will help to improve consistency of a commercial biocontrol product in the field conditions.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by TAGEM under the project name TAGEM-BS-15/09-03/02-07.

#### ÖZET

*Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* (*Psp*) fasulye bitkisinde Hale yanıklığı hastalığına sebep olan tohum kökenli bir bakteriyel hastalık etmenidir. Bu çalışmanın amacı, farklı bölgelerde yetişen sağlıklı fasulye bitkilerinden izole edilen endofitik bitki gelişimini teşvik eden bakterilerin (PGPB) *Psp* üzerine antagonistik (siderofor ve amonyak üretimi gibi) ve bitki gelişimini teşvik eden mekanizmalarının (IAA üretimi, fosfatı indirgeme özelliği gibi) *in vitro* koşullarda karakterizasyonudur. Araştırma sonunda elde edilen 131 PGPB arasında 71 izolat *Psp* etmenine karşı değişen oranlarda engelleme zonu oluşturmuş olup, bu izolatları temsilen 30 izolatin teşhisleri, antagonistik ve bitki gelişimini teşvik eden mekanizmaları araştırılmıştır. Morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal ve MALDI-TOF analizler, elde edilen izolatların 10 cins 24 farklı türe ait olduğunu göstermiştir. Bu izolatlar arasında 10 izolat *Bacillus* spp., 6 izolat *Pseudomonas* spp., 4 izolat *Rhizobium radiobacter*, 2 izolat *Arthrobacter* spp., 2 izolat *Achromobacter spanius*, 2 izolat *Serratia liquefaciens*, 1'er izolat *Acinetobacter calcoaceticus*, *Exiguobacterium* sp., *Microbacterium hydrocarbonoxydans* ve *Ochrobactrum anthropi* olarak teşhis edilmiştir. *Psp*'ye karşı en yüksek engelleme zonu *Pseudomonas gessardii* (4.85) izolatı tarafından, en düşük engelleme zonu ise *Bacillus licheniformis* (1.35) tarafından oluşturulmuştur. Test edilen izolatlardan 10 izolat  $\alpha$ -amylase pozitif, 7 izolat fosfat pozitif, 29 izolat siderofor üretmiş, 11 izolat proteaz pozitif bulunmuştur. Tüm izolatlar IAA ve amonyak üretimi açısından değişken değerlerde pozitif bulunmuştur. En yüksek siderofor üretimi *P. gessardii* (5.83 indeks değeri), en yüksek proteaz üretimi

*Exiguobacterium* sp. (5.25 indeks değeri), en yüksek IAA üretimi *P. gessardii* ve *O. anthropi* izolatları (161.39  $\mu$ g/ml), en yüksek fosfor çözme kapasitesi *Acinetobacter calcoaceticus* izolatı (2.63 indeks değeri) tarafından gösterilmiştir. Bu çalışma ile ilk kez fasulye bitkisinde bitki gelişimini teşvik eden ve *Psp*'ye antagonistik etkiye sahip endofit bakteriler elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: fasulye, hale yanıklığı, antagonist, bitki gelişimi teşvik eden bakteriler, endofit, biyolojik mücadele

#### REFERENCES

- Barghouthi S., Salman M., 2010. Bacterial inhibition of *Orobanche aegyptiaca* and *Orobanche cernua* radical elongation. Biocontrol Science and Technology, 20 (4), 423-435.
- Barrows-Broadus J., Dwinell L.D., Kerr T.J., 1985. Evaluation of *Arthrobacter* sp. for biological control of the pitch canker fungus (*Fusarium moniliforme* var. *subglutinans*) on slash pines. Canadian Journal of Microbiology, 31 (10), 888-892.
- Bastas K., Sahin F., 2016. Evaluation of seedborne bacterial pathogens on common bean cultivars grown in central Anatolia region, Turkey. European Journal of Plant Pathology, 147, 239-253.
- Batool F., Rehman Y., Hasnain S., 2016. Phylloplane associated plant bacteria of commercially superior wheat varieties exhibit superior plant growth promoting abilities. Frontiers in Life Science, 9, 313-322.
- Beer S.V., Rundle J.R., Norelli J.L., 1984. Recent progress in the development of biological control of fire blight—a review. Acta Horticulturae, 151, 195-201.
- Benlioglu K., Ozakman M., 1993. Evaluation of two serological methods for the identification of halo blight pathogen (*Pseudomonas savastanoi* pv. *phaseolicola*) of beans. Journal of Turkish Phytopathology, 22, 75-84.
- Berg G., Hallmann J., 2006. Control of plant pathogenic fungi with bacterial endophytes. In: Microbial Root Endophytes. Schulz, B.J.E., Boyle, C.J.C. and Sieber, T.N., (Eds.) . Springer, Berlin, 53-69 p.
- Bozkurt I.A., Soylu S., 2001. Farklı fasulye çeşitlerinin fasulye hale yanıklığı etmeni *P. phaseolicola* ırklarına karşı gösterdiği reaksiyonların belirlenmesi. Türkiye IX. Fitopatoloji Kongresi, 3-8 Eylül, Tekirdağ, 506-514.
- Bozkurt, İ.A., Soylu S., 2011. Determination of responses of different bean cultivars against races of *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*, causal agent of halo blight of bean. Euphytica, 179, 417-425.

- Bozkurt, İ.A., Soylu, S., 2016. Determination of effects of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on seed germination and shoot growth of parsley (*Petroselinum crispum* L.). Turkey 6<sup>th</sup> Plant Protection Congress with International Participation 5-8 September 2016, Konya, TURKEY, p. 149.
- Cappuccino J.C., Sherman N., 1992. Microbiology: a laboratory manual, third ed., Benjamin Cummings Pub. Co, New York, 125-179 p.
- Compant S., Clément C., Sessitsch A., 2010. Plant growth-promoting bacteria in the rhizo- and endosphere of plants: their role, colonization, mechanisms involved and prospects for utilization. *Soil Biology & Biochemistry*, 42, 669–678.
- Deinema M.H., van Loosdrecht M., Scholten A., 1985. Some physiological characteristics of *Acinetobacter* spp. accumulating large amounts of phosphate. *Water Science & Technology*, 17, 119-125.
- Dilfuza E., 2011. Comparative study of antagonistic activity of scots pine root associated mycorrhizal fungus-bacteria and wheat associated bacteria against plant pathogenic fungi. *Iğdır University Journal of Institution Science & Technology*, 1 (2), 57-60.
- Dilfuza E., Dilfuza J., Hashemb A., 2015. *Pseudomonas* induces salinity tolerance in cotton (*Gossypium hirsutum*) and resistance to Fusarium root rot through the modulation of indole-3-acetic acid. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 22, 773–779.
- Dobbelaere S., Vanderleyden J., Okon Y., 2003. Plant growth-promoting effects of diazotrophs in the rhizosphere. *CRC Critical Reviews in Plant Sciences*, 22, 107–149.
- Donmez M.F., 2004. Determination of resistance against bacterial pathogens in various bean genotypes (*Phaseolus vulgaris* L.) grown in the provinces of Erzurum and Erzincan. Ataturk University (Ph.D. Thesis), p 178.
- Dowling D.N., O’Gara F., 1994. Metabolites of *Pseudomonas* involved in the biocontrol of plant disease. *Trends in Biotechnology*, 12, 133–141.
- Döbereiner J., 1992. History and new perspectives of diazotrophs in association with non-leguminous plants. *Symbiosis*, 13, 1–13.
- FAO 2017. <http://www.fao.org> (Erişim tarihi: 01.06.2018).
- El-Goorani M.A., Beer S.V., 1991. Antibiotic production by strains of *Erwinia herbicola* and their interaction with *Erwinia amylovora* in immature pear fruits. *Phytopathology*, 81,121.
- El-Sayed W.S., Akhkha A., El-Naggar M.Y., Elbadry M., 2014. *In vitro* antagonistic activity, plant growth promoting traits and phylogenetic affiliation of rhizobacteria associated with wild plants grown in arid soil. *Frontiers in Microbiology*, 5, 651.
- Gamal-Eldin H., Elbadry M., Mahfouz S., Abdelaziz S., 2008. Screening of fluorescent pseudomonad bacteria isolated from rhizospheres of cultivated and wild plants in vitro for plant growth promoting traits. *Journal of Agricultural Science*, 33, 3365–3383.
- Gibbins L.N., 1978. *Erwinia herbicola*: a review and perspective. *Proceedings International Conference Plant Pathology Bacteriology*, 4th Anger 2, 403–431.
- Glick B.R., 1995. The enhancement of plant growth by free-living bacteria. *Canadian Journal of Microbiology*, 41, 109–117.
- Glick B.R., Cheng Z., Czarny J., Duan J., 2007. Promotion of plant growth by ACC deaminase-producing soil bacteria. *European Journal of Plant Pathology*, 119, 329–339.
- Glickmann E., Dessaux Y., 1995. A critical examination of the specificity of the salkowski reagent for indolic compounds produced by phytopathogenic bacteria. *Applied and Environmental Microbiology*, 61 (2), 793–796.
- Kang S.M., Joo G.J., Hamayun M., Na C.I., Shin D.H., Kim Y.K., Hong J.K., Lee I.J., 2009. Gibberellin production and phosphate solubilization by newly isolated strain of *Acinetobacter calcoaceticus* and its effect on plant growth. *Biotechnology Letters*, 31, 277–281.
- Kara, M., Soylu, E.M., Kurt, Ş., Soylu, S. 2016. Determination of antagonistic efficiency of endophytic bacteria against gray mold disease agent *Botrytis cinerea* in vitro conditions. Turkey 6<sup>th</sup> Plant Protection Congress with International Participation, 5-8 September 2016 Konya, TURKEY, p. 156.
- Kumar P., Dubey R.C., Maheshwari D.K., 2012. *Bacillus* strains isolated from rhizosphere showed plant growth promoting and antagonistic activity against phytopathogens. *Microbiological Research*, 167, 493–499.
- Leisinger T., Margraff R., 1979. Secondary metabolites of the fluorescent pseudomonads. *Microbiological Reviews*, 43, 422–442.
- Lelliott R.A., Stead D.E., 1987. *Methods for the diagnosis of bacterial diseases of plants*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK, 216 p.
- Lindow S.E., Arny D.C., Upper C.D., 1983. Biological control of frost injury: an isolate of *Erwinia herbicola* antagonistic to ice nucleation active bacteria. *Phytopathology*, 73, 1097–1102.

- Lodewyckx C., Vangronsveld J., Porteous F., Moore E.R.B., Taghavi S., Mezgeay M., van der Lelie D., 2002. Endophytic bacteria and their potential applications. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 21, 583–606.
- Matthijs S., Vander Wauven C., Cornu B., Ye L., Cornelis P., Thomas C., Ongena M., 2014. Antimicrobial properties of *Pseudomonas* strains producing the antibiotic mupirocin. *Research in Microbiology*, 165, 695-704.
- Morrissey R.F., Dugan E.P., Koths J.S., 1976. Chitinase production by an *Arthrobacter* sp. lysing cells of *Fusarium roseum*. *Soil Biology and Biochemistry*, 8, 23–28.
- Narula S., Anand R.C., Dudeja S.S., 2013. Beneficial traits of endophytic bacteria from field pea nodules and plant growth promotion of field pea. *Journal of Food Legumes*, 26, 73-79.
- Ojiambo P.S., Scherm H., 2006. Biological and application-oriented factors influencing plant disease suppression by biological control: a meta-analytical review. *Phytopathology*, 96, 1168-1174.
- Patten C.L., Glick B.R., 2002. Role of *Pseudomonas putida* indole acetic acid in development of the host plant root system. *Applied Environmental Microbiology*, 68, 3795–3801.
- Pavlovic M., Konrad R., Iwobi A.N., Sing A., Busch U., Huber I., 2012. A dual approach employing MALDI-TOF MS and real-time PCR for fast species identification within the *Enterobacter cloacae* complex. *FEMS Microbiology Letters*, 328, 46–53.
- Perneel M., Heyrman J., Adiobo A., De Maeyer K., Raaijmakers J.M., De Vos P., Höfte M., 2007. Characterization of CMR5c and CMR12a, novel fluorescent *Pseudomonas* strains from the cocoyam rhizosphere with biocontrol activity. *Journal of Applied Microbiology*, 103 (4), 1007-1020.
- Podile A.R., Kishore G.K., 2006. Plant growth-promoting rhizobacteria. In: *Plant-associated bacteria*. Gnanamanickam S.S., (Ed.). Springer, Netherlands, 195–230 p.
- Reinhold-Hurek B., Hurek T., 2011. Living inside plants: bacterial endophytes. *Current Opinion in Plant Biology*, 14, 435-443
- Saettler A.W., Stadt S.J., Pontius L.T., 1981. Effects of inoculation time and cultivar on internal infection of bean seed by *P. s. pv. phaseolicola*. *Journal of Seed Technology*, 6, 23–30.
- Santoyo G., Moreno-Hagelsieb G., Orozco-Mosqueda Mdel C., Glick B.R., 2016. Plant growth-promoting bacterial endophytes. *Microbiological Research*, 183, 92–99.
- Schaad N.W., Jones J.B., Lacy G.H., 2001. Gram negative bacteria *Xanthomonas*. In: *laboratory guide for identification of plant pathogenic bacteria*. Schaad N.W., Jones J.B., Chun W. (Eds.). APS Press, St. Paul, USA, 175-193 p.
- Schippers A., Bosecker K., Spröer C., Schumann P., 2005. *Microbacterium oleivorans* sp. nov. and *Microbacterium hydrocarbonoxydans* sp. nov., novel crude-oil-degrading Gram-positive bacteria. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 55, 655-660.
- Schwartz H.F., Galvez G.E., 1981. Bean production and pest constrains in Latin America. In H. F. Schwartz & G. E. Galvez (Eds.), *Bean production problems in tropics Cali, Colombia*: International Center for Tropical Agriculture pp. 3–14.
- Schwyn B., Neilands J.B., 1987. Universal chemical assay for detection and determination of siderophores. *Analytical Biochemistry*, 160, 47-56.
- Soylu, S., Kara, M., Üremiş, İ., Kurt, Ş., Soylu, E.M., Uysal, A., 2018. Determination of plant growth promoting traits of bacterial endophytes isolated and identified from invasive plant water *Hyacinth eichhornia* crassipes in Orontes river of Turkey. 1. International Mediterranean Symposium, 01-03 November 2018, Mersin/Turkey. pp 349-350.
- Sülü, S.M., Bozkurt, İ.A., Soylu, S. 2016. Bitki Büyüme Düzenleyici ve Biyolojik Mücadele Etmeni Olarak Bakteriyel Endofitler. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21, 103-111.
- Taylor J.D., Dudley C.L., Presly L., 1979. Studies of halo-blight seed infection and disease transmission in dwarf beans. *Annals of Applied Biology*, 93, 267-277.
- Wang X., Mavrodi D.V., Ke L., Mavrodi O.V., Yang M., Thomashow L.S., Zheng N., Weller D.M., Zhang J., 2015. Biocontrol and plant growth-promoting activity of rhizobacteria from Chinese fields with contaminated soils. *Microbiology & Biotechnology*, 8, 404-418.
- Webster D.M., Atkin J.D., Cross J.E., 1983. Bacterial blights of snap beans and their control. *Plant Disease*, 67, 935-940.
- Vacheron J., Desbrosses G., Bouffaud M.L., Touraine B., Moënne-Loccoz Y., Muller D., Legendre L., Wisniewski-Dyé F., Prigent-Combaret C., 2013. Plant growth-promoting rhizobacteria and root system functioning. *Frontiers in Plant Science*, 4, 356.
- Völtsch B., Ullrich M., Fritsche W., 1992. Identification and population dynamics of bacteria in leaf spots of soybean. *Microbial Ecology*, 24, 305–311.
- Völtsch B., Ullrich M., Fritsche W., 1993. Occurrence of antimicrobial activities of bacteria from soybean leaf spots. *Journal of Basic Microbiology*, 33, 349–355

**Cite this article:** Duman K., Soylu S., (2019) Characterization of antagonistic and plant growth-promoting traits of endophytic bacteria isolated from bean plants against *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*, Plant Protection Bulletin, 59-3. DOI: 10.16955/bitkorb.597214

**Atıf için:** Kaptan S., Akşit T., Spodek M., (2019). Fasulye bitkilerinden izole edilen endofit bakterilerin antagonistik ve bitki gelişimini teşvik edici özelliklerinin *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* etmenine karşı karakterizasyonu, Bitki Koruma Bülteni, 59-3. DOI: 10.16955/bitkorb.597214

# Bitki Koruma Bülteni / Plant Protection Bulletin

<http://dergipark.gov.tr/bitkorb>

Original article

## Chemical composition and allelopathic effect of *Origanum onites* L. essential oil

*Origanum onites* L. uçucu yağının kimyasal bileşenleri ve allelopatik etkisi

Melih YILAR<sup>a\*</sup>, Yusuf BAYAR<sup>a</sup>, Abdurrahman ONARAN<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Kırşehir Abi Evran University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Kırşehir, Turkey,

<sup>b</sup> Tokat Gaziosmanpaşa University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Tokat, Turkey

### ARTICLE INFO

Article history:

DOI: [10.16955/bitkorb.542301](https://doi.org/10.16955/bitkorb.542301)

Received : 20.03.2019

Accepted : 31.05.2019

Keywords:

allelopathic effect, *Origanum onites*, essential oil, seed germination

\* Corresponding author: Melih YILAR

✉ [melih.yilar@ahievran.edu.tr](mailto:melih.yilar@ahievran.edu.tr)

### ABSTRACT

In this study, chemical composition and allelopathic effect of essential oil obtained from ground parts (shoots+leaves+flowers) of *Origanum onites* L. plant on seed germination and seedling growth of different plant species were investigated. Essential oil was obtained with the use of the hydro-distillation method from *O. onites* plant collected from Mersin province. It was identified 24 different compounds by GC/MS analysis in *O. onites* essential oil, while the main compounds were determined as carvacrol (59.87%),  $\gamma$ -terpinene (17.08%) and  $\beta$ -cymene (8.83%). The allelopathic effect of the essential oil, two layers of filter paper were placed bottom of 9 cm diameter disposable Petri dishes then seeds of *Amaranthus retroflexus* L., *Triticum aestivum* L. and *Lepidium sativum* L. were homogeneously distributed on filter paper. Filter papers were thoroughly moistened using distilled water. The filter paper was glued to the center of the lid of each Petri dish. The different concentrations (0, 0.5, 1, 1.5, 5, 15  $\mu$ l/Petri dishes) of the essential oil were applied to the filter paper pieces. Then lid of each Petri dish was closed and sealed with Parafilm. Petri dishes were incubation at 12 h dark-12 h light periods with an average temperature of  $24 \pm 1$  °C for 1-4 weeks. At the end of incubation period, germination rates, root and shoot lengths of the test plants were determined. The 15  $\mu$ l/Petri concentration of *O. onites* essential oil were completely inhibited seed germination, root and shoot growth of *A. retroflexus* L., *T. aestivum* L. and *L. sativum* L. plants. *A. retroflexus* L. was found to be more sensitive to essential oil. The results show that *O. onites* essential oil has potential to be used in the control of *A. retroflexus* L., which has high allelopathic effect on seed germination and seedling development of *L. sativum* L., *T. aestivum* L., *A. retroflexus* L.

### INTRODUCTION

Biotic and abiotic stress factors in the agricultural lands cause significant yield and quality loss in agricultural crops.

Weeds, one of these biotic factors, cause yield and quality losses through allelopathy as well as competing against

cultivated plants for light, food stuffs in the environment and water (Joshi and Joshi 2016, Kong et al. 2007). In allelopathy, a plant shows phytotoxic effects by affecting the growth of other plant/plants positively or negatively due to the compounds called as allelochemicals that it releases (Alam and Islam 2002, Bajalan et al. 2013). The compounds leading to this phytotoxic effect may be present in different parts of plant/plants (Zeng et al. 2008) and they may cause negative effects in other plants in a production areas or environments. The cultivated plant having this property may be used in weed control in the agriculture production systems. However, the weeds with these compounds cause phytotoxic effects in cultivated plants. The plants contain these secondary compounds by producing them throughout their lives. Their amount and composition vary based on plants. Different researchers have conducted studies on potential of using these different compounds in the control of weeds in agriculture. These studies are also conducted on the other family members, especially Lamiaceae and Asteraceae families.

Lamiaceae family with its 250 genus and 7133 species has a wide spreading area in the world (Harley et al. 2004, Kaya et al. 2017). The members of this family spread in plains with high altitude in the tropical and temperate regions (Cantino et al. 1992). Lamiaceae, which is the largest 3<sup>rd</sup> family in the flora of Turkey, are represented by 45 genera, 558 species and 742 taxa and its endemism rate is 42.2% (Belen 2012, Kaya et al. 2017, Koyuncu et al. 2010). As the plants included in this family are rich in essential oils and secondary compounds, they have an important place in many fields such as medicine industry (Kahraman et al. 2009).

The genus *Origanum* included in the Lamiaceae family is represented by 22 species and 32 taxa in Turkey. 21 of these species are endemic and the endemism rate of the genus is 65.2% (Aydın et al. 1998, Dundar et al. 2008). The torrid and temperate southwest Eurasia and Mediterranean regions have the suitable climatic conditions for the *Origanum* species to grow (Kokkini 1996). Thyme has a primary role among the spices used in kitchens in the world trade. It is produced in France, Greece, Spain and Turkey in Europe and Mexico and Chile, and Peru in South America (Barreyro et al. 2005, Olivier 1996). Turkey also exports many thyme species and these species are *O. onites*, *O. minutiflorum*, *O. majorana*, *O. syriacum* var. *bevanii* and *O. vulgare* (Baser et al. 1993, Kirimer et al. 2003, Toncer et al. 2009). Among these species, the most exported species is *O. onites* in the world (Yaldız et al. 2005).

Essential oils are an alternative potential source against the pathogen organisms causing infection due to the

antimicrobial substances. It is accepted throughout the world that the herbal products are less toxic effect for environment and human health in the control of diseases (Lee et al. 2007). It has been reported that especially essential oils show effective antifungal activities against various fungal pathogens under both *in vitro* and *in vivo* conditions (Baruah et al. 1996). It has been reported that the *Origanum* essential oil has anti-bacterial, anti-oxidant, anti-fungal cytotoxic and insecticidal activity (Muller et al. 1995, Tepe et al. 2004, Traboulsi et al. 2002, Wilson et al. 1997, Vagi et al. 2005). Also in a similar study, it has been reported that the members of the Lamiaceae family have antifungal activity on *Verticillium dahliae* pathogen (Rus et al. 2015). It has been reported that *Origanum* species have biological activity (García-Beltrán and Esteban 2015) and *O. onites* has bio-herbicidal activity on five wheat genotypes and weeds (Atak et al. 2016).

The aim of this study was to investigate the chemical composition and herbicidal activity of *Origanum onites* plant essential oil on *Amaranthus retroflexus*, *Triticum aestivum*, and *Lepidium sativum* seed germination and root-shoot growth.

## MATERIALS AND METHODS

### *Plant material and extraction of essential oils*

*O. onites* plants were collected during the flowering stage in vegetation period of 2017 in Mersin province. Essential oils were obtained from the plants dried in shade by using the Neo-Clevenger apparatus and hydro-distillation method. The obtained essential oils were kept in dark bottle at 4 °C until the activity studies.

### *The effect of essential oils on the seed germination and seedling development of the test plants*

The studies investigating the effect of the plant essential oil on the seed germination of the test plants were conducted in the sterile Petri dishes with 9 cm diameter. The seeds were homogeneously placed into the sterile Petri dishes with 2-layer filter paper and the filter papers were humidified properly using distilled water. As the water solubility of the essential oils is low, it was used in the form of gas in the test. For this purpose, a piece of blotting paper was glued from their corners to the lids of the sterile Petri dishes and then the essential oils were dripped on this piece of paper using a micropipette and the lids of the up parts Petri dishes were closed immediately and wrapped tightly by the Parafilm (Önen et al. 2002). In the test, the essential oils were applied in 0 (control), 0.5, 1, 1.5, 5, 15 µl/Petri doses. The Petri dishes were placed to incubation at 24±1 °C under 12 h light and 12 h dark conditions for 1-4 weeks (Kadioglu 2004, Kordali



et al. 2009, Sadeghi et al. 2010). At the end of the period, the germination rate (%) and root and shoot length (cm) were determined. The experiments were carried out as 4 replicates and repeated 2 times.

#### Gas chromatography and gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS)

20 mg of essential oil was dissolved in acetone of 1.2 ml and it was made prepared for the analysis. The analysis was performed with BPX5 (0.25 mm ID, film thickness 0.25 µm) 30 m capillary column and Perkin Elmer Clarus 500 GC-MS. While the injection volume was determined as 2 µl, the injection port temperature was determined as 250 °C. As the carrier gas, helium was used with a 50:1 split rate and 1 ml/minute flow rate. In the oven program, the oven was increased up to 100 °C with a 5 °C/min heating rate, at the starting temperature of 50 °C and it was kept for 2 min at this temperature. Then, it was increased to 220 °C with a 3 °C/min heating rate and was kept for 2 min at this temperature. The total program period was determined as 30 min. MS

parameters; ionizer: EI, ionizing energy: 70 eV; and ion source transfer temperature was set to 250 °C.

The compounds were clarified by comparing the retention times of the current standard compounds in the column with the retention time of the compounds of the samples (co-injection), comparing the Kovats index or retention index (RI) values given in the literature and comparing the specific mass spectra of the compounds with the data (NIST, Willey and Pflieger) in the MS libraries present in the digital environment. And the relative percentages of the compounds in the essential oil were calculated with Turbomass ver 5.4.2 software, by multiplying the ratio of peak areas of each compound to total peak area by 100.

#### Statistical analysis

The analysis of variance (ANOVA) was used to determine the significant of differences between experiment treatments, and averages were compared using the DUNCAN test. Statistical analyses were carried out using the SPSS 15.0 software.

**Table 1.** The chemical composition of the *Origanum onites* essential oil (GC/MS)

Compound number	RT* (min)	RI**	%	Name
1	11.454	896	0.31	2-Thujene
2	11.734	906	0.13	α-Pinene
3	12.914	946	0.20	1-Octen-3-ol
4	13.308	958	0.43	β-Pinene
5	13.918	977	0.08	α-Phellandrene
6	14.309	988	1.22	α-Terpinene
7	14.576	996	8.83	p-Cymene
8	15.212	1016	0.10	3-Carene
9	15.726	1031	17.08	γ-Terpinene
10	16.059	1041	0.37	4-Thujanol
11	17.000	1068	0.56	Linalool
12	17.146	1072	0.20	p-Mentha-2-en-1-ol
13	19.593	1143	0.44	Borneol
14	19.936	1153	0.28	4-Terpineol
15	20.135	1158	0.15	p-Cymene-8-ol
16	20.369	1165	0.10	α-Terpineol
17	23.366	1252	0.15	Phenol, 2,3,5,6-tetramethyl
18	23.593	1259	2.77	Thymol
19	24.072	1272	59.87	Carvacrol
20	28.155	1395	4.98	Caryophyllene
21	29.206	1430	0.22	Humulene
22	30.480	1471	0.43	γ-Elemene
23	32.941	1553	0.20	Spathulenol
24	33.158	1561	0.91	Caryophyllene oxide
<b>Total</b>			<b>100</b>	

\*RT:Retention time,\*\* RI:Retention index

**RESULTS AND DISCUSSION**

Tables 1, 2, 3, and 4 and Figures 1, 2, and 3 show the results concerning chemical composition of *O. onites* essential oil and its effect on seed germination and root-shoot growth of *A. retroflexus*, *T. aestivum*, and *L. sativum*.

According to the results of GC/MS, a total of 24 compounds, including carvacrol (59.87%),  $\gamma$ -terpinene (17.08%), and p-cymene (8.83%) as the main compounds, were identified in *O. onites* essential oil (Table 1). The composition of the essential oil compound of the plants may vary based on the location where they are collected. In the previous studies, it was determined that carvacrol was 77.2% and p-cymene was 10.9% in Balıkesir (Kazdağı) sample of *O. onites* essential oil and linalool was 90.9% and carvacrol was 1.8% in the Antalya (Beycik) sample (Baser et al. 1993). In the other studies conducted on *O. onites* essential oil, 12 compounds, as linalool (50.53%) being the main component, were identified (Özkan and Erdoğan 2011); and 53 components together with carvacrol (79.2%) and thymol (4.4%) were identified

(Altıntaş et al. 2013). Also, it was (Copur et al. 2010) determined carvacrol (57.01%) as the principal component in *O. onites* essential oil. The main components of the seven samples of *O. onites* essential oil collected in Greek island of Ikaria were determined as carvacrol (72.25-89.22), p-cymene (1.43-6.00), and  $\gamma$ -terpinene (1.37-6.51) (Economou et al. 2011). *O. onites* essential oils collected from different locations are different the main components and number of components. The factors such as environmental conditions, development period, harvest season, soil conditions and the obtainment of the essential oil are effective on secondary metabolites in plants (Toncer et al. 2009).

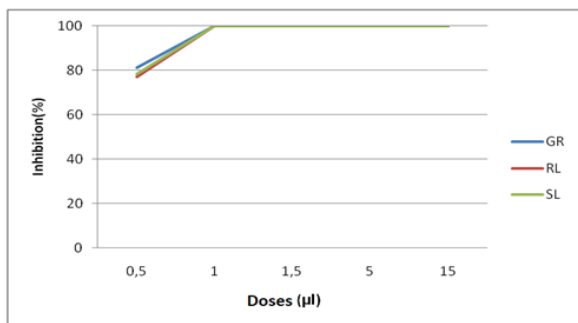
The essential oils have different effects on plant developments such as seed germination (Barney et al. 2005). The *O. onites* essential oil had effects of different levels on the seed germination and the root and shoot growths in the test plants. The essential oil *A. retroflexus* completely inhibited the seed germination, root and shoot development in the doses of 1  $\mu$ l compared to the control (Table 2, Figure 1).

**Table 2.** The effect of *Origanum onites* essential oil on seed germination and growth of *Amaranthus retroflexus*

Doses ( $\mu$ l)	GR* (%)	RL** (mm)	SL*** (mm)
Control	70.66a $\pm$ 5.81	8.99a $\pm$ 0.69	8.81a $\pm$ 0.80
0.5	13.33b $\pm$ 3.52	2.07b $\pm$ 0.24	1.9b $\pm$ 0.08
1	0.00c $\pm$ 0.0	0.00c $\pm$ 0.0	0.00c $\pm$ 0.0
1.5	0.00c $\pm$ 0.0	0.00c $\pm$ 0.0	0.00c $\pm$ 0.0
5	0.00c $\pm$ 0.0	0.00c $\pm$ 0.0	0.00c $\pm$ 0.0
15	0.00c $\pm$ 0.0	0.00c $\pm$ 0.0	0.00c $\pm$ 0.0

\*GR:Germination; \*\*RL:Root length; \*\*\*SL:Shoot length \*The means with different letters in the same column are different at the significance level of p<0.05 according to DUNCAN

**Figure 1.** The inhibition rate of *Origanum onites* essential oil on seed germination and growth of *Amaranthus retroflexus* (GR:Germination; RL:Root length; SL:Shoot length)

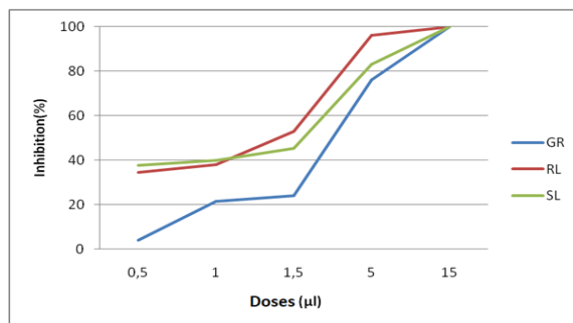


**Table 3.** The effect of *Origanum onites* essential oil on seed germination and growth of *Triticum aestivum*

Doses ( $\mu$ l)	GR (%)	RL (mm)	SL (mm)
Control	100.0a $\pm$ 0.0	86.13a $\pm$ 8.13	60.46a $\pm$ 6.22
0.5	96.0a $\pm$ 2.30	56.57b $\pm$ 0.30	37.75b $\pm$ 0.68
1	78.66b $\pm$ 11.39	53.48b $\pm$ 0.36	36.29b $\pm$ 0.49
1.5	76.00b $\pm$ 2.30	40.51c $\pm$ 0.31	33.13b $\pm$ 0.51
5	24.00c $\pm$ 6.11	3.44d $\pm$ 0.03	10.19c $\pm$ 0.54
15	0.00d $\pm$ 0.0	0.00d $\pm$ 0.0	0.00d $\pm$ 0.0

GR:Germination; RL:Root length; SL:Shoot length \*The means with different letters in the same column are different at the significance level of p<0.05 according to DUNCAN

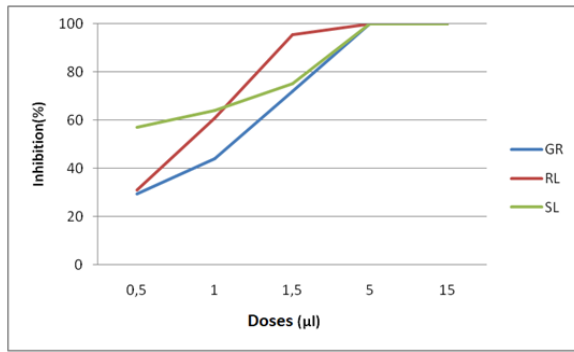
**Figure 2.** The inhibition rate of *Origanum onites* essential oil on seed germination and growth of *Triticum aestivum* (GR:Germination; RL:Root length; SL:Shoot length)



**Table 4.** The effect of *Origanum onites* essential oil on seed germination and growth of *Lepidium sativum*

Doses ( $\mu$ l)	GR (%)	RL (mm)	SL (mm)
Control	100.0a $\pm$ 0.0	97.45a $\pm$ 8.65	14.09a $\pm$ 1.45
0.5	70.66b $\pm$ 10.66	67.03b $\pm$ 0.03	6.06b $\pm$ 0.0
1	56.0b $\pm$ 4.0	38.04c $\pm$ 0.03	5.07b $\pm$ 0.02
1.5	28.0c $\pm$ 8.32	4.44d $\pm$ 0.02	3.49cb $\pm$ 0.0
5	0.0d $\pm$ 0.0	0.0d $\pm$ 0.0	0.0d $\pm$ 0.0
15	0.0d $\pm$ 0.0	0.0d $\pm$ 0.0	0.d $\pm$ 0.0

GR:Germination; RL:Root length; SL:Shoot length \*The means with different letters in the same column are different at the significance level of  $p < 0.05$  according to DUNCAN test

**Figure 3.** The inhibition rate of *Origanum onites* essential oil on seed germination and growth of *Lepidium sativum* (GR:Germination; RL:Root length; SL:Shoot length)

*O. onites* essential oil was more effective against weeds and the phytotoxic effect occurred in cultivated plants in high doses. Essential oils may have effects in different levels on different plants and even on the genotypes of the same species (Atak et al. 2016, Erbaş et al. 2015).

*Origanum* species have a rich biological activity such as antibacterial, antifungal, antioxidant, anti-inflammatory, antitumor, antiviral and antiparasitic activities (García-Beltrán and Esteban 2015). Also, it has been reported that *Origanum onites* essential oil has allelopathic activity on the seed germination, plant height, root length and root number of *Onobrychis viciifolia* under *in vitro* conditions (Altindal and Altindal 2013). *O. onites* essential oil has had a high inhibiting effect on the seed germinations of *A. retroflexus*, *Centaurea solstitialis*, *Sinapis arvensis*, *Sonchus oleraceus*, *Raphanus raphanistrum* and *Rumex nepalensis* (Azirak and Karaman 2008). In the studies conducted on the other plant species, it has been reported that *A. vulgaris* essential oil affects *Lepidium sativum* seed germination and growth negatively (Barney et al. 2005) and monoterpene hydrocarbons and

oxygenated monoterpenes have an allelopathic effect on *A. retroflexus* seed germination and seedling development (Kordali et al. 2007).

It has been reported in the previous applications that different allelochemicals and their different doses show different reactions (Atak et al. 2016). It has been revealed that some essential oils have an inhibiting effect on the wheat seed germination (Dudai et al. 1999) and *Lavandula x hybrida* Rev essential oil has different effects on cereal products (Gitsopoulos et al. 2013). Also in the present study, it was revealed that *O. onites* essential oil had an allelopathic effect depending on dose and test plant. This result is similarly with the ongoing studies.

The present study revealed that *O. onites* essential oil had a phytotoxic effect on seed germination and root and shoot lengths of *A. retroflexus*, *T. aestivum*, and *L. sativum* in Petri dishes conditions. Today, it has been revealed that the herbicides, that have the highest usage rate in pesticides used against the plant diseases and insects in the agricultural productions, have negative effects on the environment, human and the non-targeted plants/other organisms. Therefore, the results of this study and similar studies have become more important. It is important that the results of this study are utilizable in the agricultural field.

## ÖZET

Bu çalışmada, *Origanum onites* L. bitkisinin toprak üstü (sürgün+yaprak+çiçek) aksamından elde edilen uçucu yağın kimyasal bileşenleri ve farklı bitkilerin çimlenme ve fide gelişimine olan allelopatik etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla Mersin ilinden toplanan *O. onites* bitkisinden hidro-distilasyon yöntemi kullanılarak uçucu yağ elde edilmiştir. GC/MS analizi sonucunda *O. onites* uçucu yağında carvacrol (%59.87),  $\gamma$ -terpinene (%17.08) ve  $\beta$ -cymene (%8.83) temel bileşenler olmak üzere 24 bileşen belirlenmiştir. Allelopatik etki 9 cm çaplı Petri kaplarında yürütülmüştür. Petri kaplarına 2 kat halinde kurutma kağıdı yerleştirilmiş ve *Amaranthus retroflexus* L., *Lepidium sativum* L., *Triticum aestivum* L. tohumları homojen olarak dağıtılmıştır. Kurutma kağıtları distile su kullanılarak iyice nemlendirilmiştir. Her bir Petri kabının kapağının merkezine zamkla yapıştırılmış kurutma kağıdına uçucu yağlar farklı konsantrasyonlarda (0, 0.5, 1, 1.5, 5, 15  $\mu$ l/Petri) bir mikropipet yardımı ile damlatılarak, Petri kapları örtülerek Parafilm ile sıkıca sarılmıştır. Petri kapları 12 saat aydınlık-12 saat karanlık ve ortalama  $24 \pm 1$  °C koşullarda 1-4 hafta boyunca inkübasyona bırakılmıştır. Sürenin sonunda çimlenme oranı, kök ve sürgün boyları belirlenmiştir. *O. onites* uçucu yağı *A. retroflexus* L., *L. sativum* L., *T. aestivum* L. bitkilerinin tohum çimlenmesi ile kök ve

sürgün gelişimini 15 µl/Petri dozda tamamen engellemiştir. Uçucu yağa karşı *A. retroflexus* L.'ün daha hassas olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, *O. onites* uçucu yağının yüksek seviyede *L. sativum* L., *T. aestivum* L., *A. retroflexus* L. tohum çimlenmesi ve fide gelişimleri üzerine allelopatik etki gösterdiği ve *A. retroflexus* L. kontrolünde kullanılabilir potansiyele sahip olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: allelopatik etki, *Origanum onites*, uçucu yağ, tohum çimlenmesi

## REFERENCES

Alam S.M., Islam E., 2002. Effects of aqueous extract of leaf, stem and root of nettleleaf goosefoot and NaCl on germination and seedling growth of rice. Pakistan Journal of Seed Technology, 1 (2), 47-52.

Altıntaş A., Tabanca N., Tyihak E., Ott P.G., Móricz Á.M., Mincsovcics E., Wedge D.E., 2013. Characterization of volatile constituents from *Origanum onites* and their antifungal and antibacterial activity. Journal of AOAC International, 96 (3), 1200-1208.

Altındal N., Altındal D., 2013. Allelopathic effect of sage and Turkish oregano volatile oils on *in vitro* sainfoin (*Onobrychis viciifolia*). Journal of Essential Oil Bearing Plants, 16 (3), 328-333.

Atak M., Mavi K., Uremiş I., 2016. Bio-herbicidal effects of oregano and rosemary essential oils on germination and seedling growth of bread wheat cultivars and weeds. Romanian Biotechnological Letters, 21 (1), 11149-11159.

Aydın S., Oztürk Y., Beis R., Baser K.H.C., 1998. Investigation of *Origanum onites*, *Sideritis congesta* and *Satureja cuneifolia* essential oils for analgesic activity. Phytotherapy Research, 10 (4), 342-344.

Azirak S., Karaman S., 2008. Allelopathic effect of some essential oils and components on germination of weed species. Acta Agriculturae Scandinavica Section B - Soil and Plant Science, 58, 88-92.

Bajalan I., Zand M., Rezaee S., 2013. Allelopathic effects of aqueous extract from *Salvia officinalis* L. on seed germination of barley and purslane. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 5 (7), 802-805.

Barney J., Hay A.G., Weston L.A., 2005. Isolation and characterization of allelopathic volatiles from mugwort (*Artemisia vulgaris*). Journal of Chemical Ecology, 31 (2), 247-265.

Barreyro R., Ringuet J., Agrícola S., 2005. Nitrogen fertilization and yield in oregan (*Origanum xapplii*). Ciencia

e Investigación Agraria, 32 (1), 34-38.

Baruah P., Sharma R.K., Singh R.S., Ghosh A.C., 1996. Fungicidal activity of some naturally occurring essential oils against *Fusarium moniliforme*. Journal of Essential Oil Research, 8 (4), 411-412.

Baser K.H.C., Özek T., Tümen G., Sezik E., 1993. Composition of the essential oils of Turkish *Origanum* species with commercial importance. Journal of Essential Oil Research, 5 (6), 619-623.

Belen V., 2012. *Salvia pilifera* Montbret & Aucher ex. Bentham collected from different areas populations variations and analysis of the essential oil components. (Master thesis). Kahramanmaraş Sütçü İmam University. Institute for Graduate Studies in Science and Technology, Department of Biyology, Kahramanmaraş.

Cantino P.D., Harley R.M., Wagstaff S.J., 1992. Genera of Lamiaceae: status and classification. In: Advances in Labiate Science. Harley, R.M. & Reynolds, T. (Eds.). Kew, UK: Royal Botanic Gardens, 511-522 p.

Copur G., Arslan M., Duru M., Baylan M., Canogulları S., Aksan E., 2010. Use of oregano (*Origanum onites* L.) essential oil as hatching egg disinfectant. African Journal of Biotechnology, 8 (17), 2531-2538.

Dudai N., Poljakoff-Mayber A., Mayer A.M., Putievsky E., Lerner H.R., 1999. Essential oils as allelochemicals and their potential use as bioherbicides. Journal of Chemical Ecology, 25, 1079-1089.

Dundar E., Olgun E.G., Isiksoy S., Kurkcuoglu M., Baser K.H.C., Bal C., 2008. The effects of intra-rectal and intra-peritoneal application of *Origanum onites* L. essential oil on 2,4,6-trinitrobenzenesulfonic acid-induced colitis in the rat. Experimental and Toxicologic Pathology, 59, 399-408.

Economou G., Panagopoulos G., Tarantilis P., Kalivas D., Kotoulas V., Travlos I.S., Polysiou M., Karamanos A., 2011. Variability in essential oil content and composition of *Origanum hirtum* L., *Origanum onites* L., *Coridothymus capitatus* (L.) and *Satureja thymbra* L. populations from the Greek island Ikaria. Industrial Crops and Products, 33, 236-241.

Erbaş S., Karaman R., Baydar H., Şanlı A., 2015. Allelopathic effect of oregano (*Origanum onites* L.) on germination and seedling development of some weed and cultivars. Scientific Papers. Series A. Agronomy, Vol. LVIII: 190-194.

García-Beltrán J.M., Esteban M.A., 2015. Properties and application of plants of *Origanum* sp. genus. SM Journal of Biology, 2 (1), 1006.

- Gitsopoulus T., Chatzopoulou P., Georgoulas I., 2013. Effects of essential oils of *Lavandula x hybrida* Rev, *Foeniculum aestivum* Mill and *Thymus capitatus* L. on the germination and radical length of *Triticum aestivum* L., *Hordeum vulgare* L., *Lolium rigidum* L. and *Phalaris brachystachys* L. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 16 (6), 817-825.
- Harley R.M., Atkins S., Budantsev A., Cantino P.D., Conn B.J., Grayer R., Harley M.M., de Kok R., Krestovskaja T., Morales R., Paton A.J., Ryding O., Upson T., 2004. Labiatae. In: The families and genera of vascular plants. Kubitzki, K. (Ed.). vol. 7, Springer-Verlag, Berlin, 167-275 p.
- Joshi N., Joshi A., 2016. Allelopathic effects of weed extracts on germination of wheat. Annals of Plant Sciences, 5.5, 1330-1334.
- Kadioglu I., 2004. Effects of heartleaf cocklebur (*Xanthium strumarium* L.) extract on some crops and weeds. Asian Journal of Plant Sciences, 3 (6), 696-700.
- Kahraman A., Celep F., Doğan M., 2009. Morphology, anatomy and palynology of *Salvia indica* L. (Labiatae). World Applied Sciences Journal, 6 (2), 289-296.
- Kaya A., Doğu S., Dinç M., Kürkçüoğlu M., 2017. Comparison of essential oils of endemic *Salvia dichroantha* Stapf collected from Konya. International Journal of Secondary Metabolite, 4 (3), 412-417.
- Kirimer N., Boydag I., Sargin N., Arslandere O., 2003. Trading configuration of *Origanum* species in nature. TUBITAK-TBAG-C. Sek. 10 Project (101T012).
- Kokkini S., 1996. Taxonomy, diversity and distribution of *Origanum* species. In: Oregano. Padulosi S., (Ed.). Proceedings of the IPGIR International Workshop on Oregano, 8-12 May 1996, Valenzano (Bari), Italy. Rome: IPGRI, 2-12 p.
- Kong C.H., Zhao H., Xu X.H., Wang P., Gu Y., 2007. Activity and allelopathy of soil of flavone O-glycosides from rice. Journal of Agricultural and Chemistry, 55 (15), 6007-6012.
- Kordali S., Cakir A., Sutay S., 2007. Inhibitory effects of monoterpenes on seed germination and seedling growth. Zeitschrift für Naturforschung, C. 62 (3-4), 207-214.
- Kordali Ş., Çakır A., Akcin T.A., Mete E., Akcin A., Aydın T., Kılıç H., 2009. Antifungal and herbicidal properties of essential oils and n-hexane extracts of *Achillea gypsicola* Hub-Mor. and *Achillea biebersteinii* Afan. (Asteraceae). Industrial Crops and Products, 29, 562-570.
- Koyuncu O., Yaylacı Ö.K., Öztürk D., Erkara İ.P., Savaroğlu F., Akçoşkun Ö., Ardıç M., 2010. Risk categories and ethnobotanical features of the Lamiaceae taxa growing naturally in Osmaneli (Bilecik/Turkey) and environs. Biological Diversity and Conservation, 3 (3), 31-45.
- Lee S.O., Choi G.J., Jang K.S., Lim H.K., Cho K.Y., Kim J.C., 2007. Antifungal activity of five plant essential oils as fumigant against postharvest and soilborne plant pathogenic fungi. The Plant Pathology Journal, 23 (2), 97-102.
- Muller R.F., Berger B., Yegen O., 1995. Chemical composition and fungitoxic properties to phytopathogenic fungi of essential oils of selected aromatic plants growing wild in Turkey. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 43, 2262-2266.
- Olivier G.W., 1996. The world market of oregano. In: Oregano, promoting the conservation and use of under utilized and neglected crops. Padulosi, S., (Ed.). Proceedings of the IPGRI International Workshop on Oregano. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gater-sleben/ International Plant Genetic Resources Institute, Valenzano, Italy, 141-145 p.
- Önen H., Özer Z., Telci İ., 2002. Bioherbicidal effects of some plant essential oils on different weed species. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Journal of Plant Diseases and Protection, Sonderheft XVIII, 597-605.
- Özkan A., Erdoğan A., 2011. A comparative evaluation of antioxidant and anticancer activity of essential oil from *Origanum onites* (Lamiaceae) and its two major phenolic components. Turkish Journal of Biology, 35, 735-742.
- Rus C.F., Pop G., Alexa E., Sumalan R.M., Copolovici M., 2015. Antifungal activity and chemical composition of *Salvia officinalis* L. essential oil. Research Journal of Agricultural Science, 47, 186-194.
- Sadeghi S., Rahnavard A., Ashrafi Z.Y., 2010. Allelopathic effects of *Helianthus annuus* (sunflower) on *Solanum nigrum* (black nightshade) seed germination and growth in laboratory condition. Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants, 2 (1), 32-37.
- Tepe B., Daferera D., Sökmen M., Polissiou M., Sökmen A., 2004. The *in vitro* antioxidant and antimicrobial activities of the essential oil and various extracts of *Origanum syriacum* L. var. *bevanii*. Journal of the Science of Food and Agriculture, 84, 1389-1396.
- Toncer O., Karaman S., Kızıl S., Diraz E., 2009. Changes in essential oil composition of Oregano (*Origanum onites* L.) due to diurnal variations at different development stages. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 37 (2), 177-181.

Traboulsi A.F., Taoubi K., El-Haj S., Bessiere J.M., Rammal S., 2002. Insecticidal properties of essential plant oils against the mosquito *Culex pipiens molestus* (Diptera: Culicidae). Pest Management Science, 58 (5), 491-495.

Vagi E., Simandi B., Suhajda A., Hethelyi E., 2005. Essential oil composition and antimicrobial activity of *Origanum majorana* L. extracts obtained with ethyl alcohol and super critical carbon dioxide. Food Research International, 38, 51-57.

Wilson C.L., Solar J.M., El Ghaouth A., Wisniewski M.E., 1997. Rapid evaluation of plant extract and essential oils for antifungal activity against *Botrytis cinerea*. Plant Disease, 81, 204-210.

Yaldiz G., Sekeroglu N., Ozgüven M., Kirpik M., 2005. Seasonal and diurnal variability of essential oil and its components in *Origanum onites* L. grown in the ecological conditions of Cukurova. Grasas y Aceites, 56 (4), 254-258.

Zeng R.S., Mallik A.U., Luo S.M., 2008. Allelopathy in sustainable agriculture and forestry. Springer-Verlag New York, USA, 412 p.

**Cite this article:** Yılar M., Bayar Y., Onaran A., (2019) Chemical composition and allelopathic effect of *Origanum onites* L. essential oil, Plant Protection Bulletin, 59-3. DOI: 10.16955/bitkorb.542301

**Atf için:** Kaptan S., Akşit T., Spodek M., (2019). *Origanum onites* L. uçucu yağının kimyasal bileşenleri ve allelopatik etkisi, Bitki Koruma Bülteni, 59-3. DOI: 10.16955/bitkorb.542301

# Bitki Koruma Bülteni / Plant Protection Bulletin

<http://dergipark.gov.tr/bitkorb>

Original article

## Detection and molecular characterization of *Turnip mosaic virus* infecting okra in Turkey

Bamya bitkisinde Şalgam mozaik virüsü (*Turnip mosaic virus*)'nün tespiti ve moleküler karakterizasyonu

Ali KARANFİL<sup>a</sup>, Savaş KORKMAZ<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup> Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Çanakkale, Turkey

### ARTICLE INFO

Article history:

DOI: [10.16955/bitkorb.517700](https://doi.org/10.16955/bitkorb.517700)

Received : 25.01.2019

Accepted : 17.05.2019

Keywords:

TuMV, identity, NIB, CP, cloning, phylogenetic

\* Corresponding author: Savaş KORKMAZ

✉ [skorkmaz@comu.edu.tr](mailto:skorkmaz@comu.edu.tr)

### ABSTRACT

*Turnip mosaic virus* (TuMV) has a broad host range and its presence has been detected in many species of vegetables both in the world and Turkey. However, there is no study on the infection of TuMV in okra plant, a summer vegetable belonging to the *Malvaceae* family, in Turkey. For this purpose, 31 samples of okra showing virus and virus-like symptoms were collected from the okra production areas from İzmir and Manisa provinces in 2017. The collected samples were tested by double antibody sandwich enzyme-linked immunosorbent assay (DAS-ELISA) with the aim of determining the presence of TuMV. The tests revealed that 23 samples (74.2%) were infected with TuMV. Molecular characterization of two TuMV isolates selected from the infected samples was performed. The partial nuclear inclusion b and coat protein genes of the selected isolates were amplified by reverse transcriptase-polymerase chain reaction (RT-PCR), cloned and sequenced. The obtained sequences were used to determine similarity rates and phylogenetic relationships with the world isolates. As a result of the multiple sequence comparison, it was determined that TuMV isolates showed 84-88% and 91-94% identities with the world isolates at the level of nucleotide and amino acid, respectively. Moreover, the results of phylogenetic analyses revealed that the okra TuMV isolates were classified into basal-B group. With this study, the presence of TuMV has been identified for the first time in okra production fields of Turkey.

## GİRİŞ

Bamya [*Abelmoschus esculentus* L. (Monch)] tarımı ülkemizin büyük bir kısmında uzun yıllardır gerçekleştirilmektedir. Yıllık ortalama 25 bin tona kadar üretimin gerçekleştirildiği bildirilmiştir (Karagül 2002). Tarımının diğer sebzelerle göre özellikle hasat açısından daha zor olması nedeni ile üretimi

sınırlı da olsa fiyatı en yüksek olan sebzelerden bir tanesidir. Bamyanın sahip olduğu besin içeriklerine bakıldığında diğer sebzelere kıyasla kalorisinin düşük olduğu ve daha az kuru madde oranına sahip olduğu belirlenmiştir. Bunlara ek olarak vitamin ve mineral madde bakımından da zengin

olduğu belirtilmiştir (Karagül 2002).

Tarımsal üretimde ürünün kalite ve miktarına etki eden birçok faktör bulunmaktadır. Bu faktörlerden birisi de hiç kuşkusuz virüs hastalıklarıdır. Viral kaynaklı hastalıkların kimyasal bir mücadelesi olmadığı için, diğer hastalık etmenlerine göre daha yıkıcı olabilmekte ve bazen üretimde %70-80'lere varan kayıplara neden olabilmektedirler. Bamyta tarımında da üretimi sınırlandıran en önemli faktörler, bitki koruma ile ilgili olan problemlerdir. Bunların başında da virüs hastalıkları gelmektedir. Dünyada gerçekleştirilen birçok çalışmada viral etmenlerin bamyta bitkisinde enfeksiyon gerçekleştirdiği bildirilmiştir (Ndunguru and Rajabu 2004, Seth et al. 2017). Bamyta tarımında ekonomik kayıplara neden olan viral etmenlerden bir tanesi de Şalgam mozaik virüsü (*Turnip mosaic virus*, TuMV)'dür (Gera et al. 2001).

TuMV çok geniş bir konukçu dizisine sahip olup, 156 cinse bağlı 318 bitki türünü enfekte edebilmektedir. En önemli konukçuları karnabahar, lahanası, brokoli, Brüksel lahanası, Çin lahanası, enginar, marul, turp, kolza, hardal, su teresi, tütün ve birçok yabancı ot türü olup, dünyada bu bitkilerin yetiştirildiği bölgelerde ekonomik düzeyde zarara neden olmaktadır (Ohshima et al. 2002). TuMV'nin non-persistent olarak çok sayıda yaprak biti ile taşındığı ve tarım yapılan her kıtada enfeksiyona neden olduğu bildirilmiştir (Provvidenti 1996, Walsh and Jenner 2002).

TuMV partikülleri ipliksi çubuk şeklinde bir yapıda olup, uzunluğu 700-750 çapı ise 10-12 nm kadardır. Genomik nükleik asit pozitif duyarlılıkta tek sarmal RNA (ssRNA) içermektedir. RNA'nın içermiş olduğu nükleotit sayısı, yaklaşık 10.000 kadardır (Riechman et al. 1992).

Dünyada TuMV ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmış olup, halen de devam etmektedir. Etmenin biyolojik karakterizasyonu sonucunda 4 farklı patotip tanımlanmıştır. Bu patotiplerden B, birçok *Brassica* cinsini enfekte etmekte ve mozaik semptomlar göstermekte, *Raphanus* cinsinde enfeksiyon meydana getirememekte; (B) bazen *Brassica* cinsini genellikle latent bir şekilde enfekte ederken, *Raphanus* cinsinde enfeksiyon meydana getirmemekte; BR, sistemik mozaik semptomlar göstererek *Brassica* ve *Raphanus* cinslerini enfekte edebilmekte ve son olarak B(R) ise sistemik mozaik semptomlar göstererek birçok *Brassica* cinsini enfekte ederken *Raphanus* cinsini ise ara sıra latent olarak enfekte etmektedir (Ohshima et al. 2002, Tomimura et al. 2004). Bu 4 gruba ek olarak son yıllarda bir de OM grubu eklenmiştir. Bu grup üyeleri bazı *Eruca sativa* (roka) ve *Cameria sativa* (ketencik) gibi bazı *Brassicaceae* familyası bitkilerinde enfeksiyon meydana getirebilmekte iken, *Brassica* spp.'lerinin bir çoğunda enfeksiyon meydana getirmemektedir (Nguyen

et al. 2013a, 2013b). TuMV izolatlarının filogenetik sınıflandırılmasında ise 5 grup tanımlanmıştır. Genellikle filogenetik sınıflandırmalar TuMV'nin tüm genom sekans dizisine ve/veya kılıf protein gen bölgesine göre gerçekleştirilmiştir. Bu gruplar çoğunluğu B patotipinden oluşan World B ve Basal B, OM patotipinden oluşan Orchis, BR patotipinden oluşan Asian BR ve Basal BR gruplarından oluşmaktadır (Nguyen et al. 2013b, Ohshima et al. 2002, Ribeiro-Junior et al. 2018). Son yıllarda gerçekleştirilen çalışmalar ile bu mevcut 5 gruba ek olarak İran grubu da 6. grup olarak eklenmiştir (Yasaka et al. 2017).

Virüs ile ilgili dünyada birçok çalışma yapılmasına rağmen, çalışmaların neredeyse tamamı *Brassicaceae* familyasına ait bitkilerde gerçekleştirilmiştir. TuMV enfeksiyonunun bugüne kadar yazlık ve *Malvaceae* familyasına ait bamyta bitkisinde tek kaydı İsrail'den bildirilmiştir (Gera et al. 2001).

Ülkemizde virüsün karakterizasyonu ile ilgili bazı çalışmalar gerçekleştirilmiştir, fakat gerçekleştirilen bu çalışmaların hepsi *Brassicaceae* familyasına ait kışık bitkilerde yapılmıştır (Karanfil ve Korkmaz 2016, Korkmaz et al. 2008). Hastalığın enfeksiyon durumu ile ilgili olarak ise, Karadeniz Bölgesi'nde bulunan Samsun ili ve Ege Bölgesi'nde bulunan İzmir ili ve çevresinde TuMV enfeksiyonunun araştırılması şeklinde sınırlı sayıda çalışma yapılmıştır (Erkan et al. 2013, Sevik 2016). Ancak, TuMV'nin ülkemiz bamyta üretim alanlarında tanısına yönelik herhangi bir çalışma şimdiye kadar gerçekleştirilmemiştir. Bu bağlamda bamyta tarımının ülkemizde yoğun olarak yapıldığı İzmir ve Manisa illerinden alınan örneklerde tespit edilen TuMV'nin tanılanması ve karakterizasyonunun gerçekleştirilmesi ile ülkemiz için ilk, dünya için ise ikinci kez enfeksiyonunun bildirilmesi sağlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

### Arazi çalışmaları

Arazi çalışmaları İzmir ve Manisa illeri bamyta üretim alanlarında 2017 yılında gerçekleştirilmiştir. Bitkiler görsel olarak incelenmiş, virüs ve benzeri semptom gösteren bitkilerden örnekler alınmıştır. Örnekleme yapılan bamyta alanlarının seçimi tesadüfi olarak gerçekleştirilmiştir. Örnekleme yapılan aynı üretim alanında (ticari ve ev bahçeleri) çok sayıda birbirine benzer semptom görülmesi durumunda ise o alandan en fazla 3 örnek alınmıştır. Alınan örneklerde silika jel içinde soğuk zincirde muhafaza edilerek, virüs tanılama çalışmaları için laboratuvara getirilmiştir.

### DAS-ELISA testleri

Toplanan örnekler ilk olarak TuMV varlığı açısından double antibody sandwich enzyme-linked immunosorbent assay



(DAS-ELISA) ile test edilmiştir. DAS-ELISA testi kitlerin alındığı firmanın önerileri (Bioreba, İsviçre) ve Clark and Adams (1977)'in belirttiği şekilde gerçekleştirilmiştir. Teste ilk olarak ELISA platelerin TuMV-spesifik antikor (IgG) ile kaplanması ile başlanılmıştır. Bunu takiben bitki örnekleri eklenmiştir. Testin üçüncü aşamasında konjugat (enzimle işaretli IgG) platelere konularak, test substrat (p-nitrophenol phosphate) eklenmesi ile tamamlanmıştır. Sonuçlar Medispec ESR 2000 ELISA plate okuyucuda 405 nm dalga boyunda değerlendirilmiştir.

DAS-ELISA sonucunda elde edilen TuMV izolatlarının moleküler karakterizasyonu amacı ile her iki ilden seçilen birer izolatın Nükleer Inclusion b + Kapsid Protein (Nİb+CP) genlerinin 1178 bç'lik kısmı, reverse transcriptase-polymerase chain reaction (RT-PCR) ile çoğaltılmıştır.

#### RT-PCR çalışmaları

Çalışmanın bu basamağındaki yöntemler, total nükleik asit izolasyonu ve RT-PCR olmak üzere 2 aşamadan oluşmuştur. Birinci aşamada TuMV ile enfeteki olduğu bilinen örnekler arasından seçilen örneklerden CTAB metodu ile total

nükleik asit izolasyonu gerçekleştirilmiştir (Li et al. 2008). Çalışmaların ikinci aşamasında Takara (Japonya) firmasından sağlanan kitler ile RT-PCR testlemeleri gerçekleştirilmiştir. Örneklerin RT-PCR aşaması Karanfil ve Korkmaz (2016)'a göre gerçekleştirilmiştir.

#### Klonlama ve sekans çalışmaları

Seçilen 2 TuMV izolatının [TuMV6 (Manisa) ve TuMV2 (İzmir)] moleküler karakterizasyonu amacıyla, RT-PCR yöntemiyle çoğaltılan 1178 bç'lik Nİb ve CP gen bölgeleri T-A klonlama yöntemiyle pGEM-T Easy plazmid vektörüne klonlanmış (Promega, ABD) ve elde edilen plazmidlerin saflaştırılması, Omega-Bio (ABD) plazmid saflaştırma kiti kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bu plazmidlerden, her bir izolat için en az bir tanesi seçilerek çift yönlü olacak şekilde Refgen Biyoteknoloji (Ankara) firmasında hizmet alımı yolu ile DNA dizilimlerinin belirlenmesi sağlanmıştır. CLC Main Workbench (V.8.1) programında bu veriler kullanılarak, İzmir ve Manisa izolatlarının dünyadaki diğer TuMV izolatları ile göstermiş oldukları benzerlik oranları ve filogenetik ilişkileri araştırılmıştır (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** Çoklu dizi karşılaştırmaları ve filogenetik analizlerde kullanılan dünya Şalgam mozaik virüs izolatlarının izolat kodları, konukçuları, elde edildikleri ülke ve gen bankası erişim numaraları

İzolat	Konukçu	Ülke	Erişim Numarası
TuMV2	<i>Abelmoschus esculantus</i>	Türkiye	MK656463
TuMV6	<i>A. esculantus</i>	Türkiye	MK656464
AKD934J	<i>Raphanus sativus</i>	Japonya	AB252100
CCLB	<i>R. sativus</i>	Çin	KR153038
CDN1	<i>Brassica napus napobrassica</i>	Kanada	AY227024
DEU1	<i>Bilinmiyor</i>	Almanya	AB701699
DEU2	<i>R. sativus</i>	Almanya	AB701700
DEU4	<i>Lactuca sativa</i>	Almanya	AB701701
DEU7	<i>L. sativa</i>	Almanya	AB701695
DNK3	<i>B. rapa</i>	Danimarka	AB701703
GBR27	<i>B. oleracea</i>	Birleşik Krallık	AB701711
GBR31	<i>B. oleracea</i>	Birleşik Krallık	AB701713
GBR57	<i>wild B. oleracea</i>	Birleşik Krallık	AB701716
GBR83	<i>wild B. oleracea</i>	Birleşik Krallık	AB701717
ITA1A	<i>B. ruvo</i>	İtalya	AB701720
ITA4	<i>B. rapa</i>	İtalya	AB701722
ITA5	<i>B. ruvo</i>	İtalya	AB701723
ITA8	<i>Abutilon sp.</i>	İtalya	AB701725
IRNSS5	<i>Sisymbrium loeselii</i>	İran	AB440239
IRNTRa6	<i>Rapistrum rugosum</i>	İran	AB440238
KD32J	<i>R. sativus</i>	Japonya	AB093621
LWLB	<i>R. sativus</i>	Çin	KR153039
ND10J	<i>R. sativus</i>	Japonya	AB252130
NLD2	<i>B. oleracea</i>	Hollanda	AB701727
NSW1	<i>B. juncea</i>	Avustralya	KJ936087

## Çizelge 1. Devamı

İzolot	Konukçu	Ülke	Erişim Numarası
NSW2	<i>B. juncea</i>	Avustralya	KJ936088
NZ290	<i>B. pekinensis</i>	Yeni Zelenda	AB093612
OMA	<i>Orchis militaris</i>	Almanya	AB701691
ORM	<i>Orchis morio</i>	Almanya	AB701692
OS	<i>O. simia</i>	Almanya	AB701693
Pol 1	<i>B. napus oleifera</i>	Polonya	AB701728
Pol 2	<i>Papaver somniferum</i>	Polonya	AB701731
Pol 4	<i>B. napus oleifera</i>	Polonya	AB701732
PV177	<i>Brassica spp.</i>	Birleşik Krallık	AB701733
TIGA	<i>Tigridia sp.</i>	Almanya	AB701734
TIGD	<i>Tigridia sp.</i>	Almanya	AB701735
TUR1	<i>B. oleracea</i>	Türkiye	AB362512
TUR9	<i>R. sativus</i>	Türkiye	AB362513
USA5	<i>R. sativus</i>	ABD	AB701740
USA6	<i>R. sativus</i>	ABD	AB701741
WFLB14	<i>R. sativus</i>	Çin	KR153040
IRNCQ	<i>Cheiranthus cheiri</i>	İran	AP017762
IRNDM	<i>Chrysanthemum sp.</i>	İran	AP017763
IRNKBS58	<i>S. loeselii</i>	İran	AP017768
IRNKBS65	<i>S. loeselii</i>	İran	AP017769
IRNKhCa	<i>B. oleracea var. botrytis</i>	İran	AP017770
IRNMY57	<i>B. rapa</i>	İran	AP017778
IRNRaNi3	<i>R. rugosum</i>	İran	AP017780
IRNRK	<i>R. rugosum</i>	İran	AP017783
IRNRkaraj	<i>R. rugosum</i>	İran	AP017784
IRNRN6	<i>R. rugosum</i>	İran	AP017785
IRNST	<i>S. loeselii</i>	İran	AP017794
IRNTH	<i>Hirschfeldia incana</i>	İran	AP017795
IRNT1m1	<i>Impatiens balsamina</i>	İran	AP017796
IRNTOFS2	<i>S. loeselii</i>	İran	AP017799

Bu amaçla, seçilen izolatların kendi içlerinde ve dünya izolatlarıyla göstermiş oldukları benzerlik oranları, ClustalW programı ile analiz edildikten sonra nükleotit ve aminoasit düzeyinde belirlenmiştir. Ayrıca izolatların benzerlik oranları Sequence Demarcation Tool Version 1.2 (SDTv1.2) ile görüntülenmiştir (Muhire et al. 2014). Türk TuMV izolatlarının dünya TuMV izolatları ile filogenetik ilişkileri ise CLC Main Workbench (V.8.1) programında belirlenmiştir. Bu amaçla ilk olarak CLC Main Workbench (V.8.1) programında Neighbor Joining yöntemi ile kiamura80 parametresi ve 1000 tekrarlı bootstrap analizi uygulanarak elde edilmiştir. Filogenetik ilişkilerin belirlenmesinde Potyvirus cinsinde yer alan ve filogenetik açıdan TuMV'ye en yakın virüslerden biri olan *Japanese yam mosaic virus* (JYMV) dış grup olarak kullanılmıştır (Yasaka et al. 2017).

## SONUÇLAR

*Arazi çalışmaları ve DAS-ELISA testleri sonuçları*

Yürütülen arazi çalışmalarında Manisa'dan 13 ve İzmir'den ise 18 örnek olmak üzere toplam 31 virüs ve virüs-benzeri semptom gösteren örnek alınmıştır. Toplanan örneklerin DAS-ELISA yöntemi ile TuMV enfeksiyonu bakımından testlenmesi sonucunda 23 tanesinin (%74.2) TuMV ile enfekteli olduğu bulunmuştur. Enfekteli bulunan örneklerin 15 tanesi İzmir, 8 tanesi ise Manisa'dan toplanan örnekler içerisinde elde edilmiştir. TuMV ile enfekteli bulunan bitkilerde tipik olarak mozaik ve damar açılması semptomları gözlenmiştir (Şekil 1).



**Şekil 1.** DAS-ELISA testi sonucu Şalgam mozaik virüsü ile enfekteli bulunan bamyaya bitkisinin yapraklarındaki mozaik ve damar açılması belirtilerini gösteren bir fotoğraf.

### RT-PCR çalışmaları

Bu aşama izolatların moleküler karakterizasyonu amacı ile yürütülmüş olup, sadece DAS-ELISA testleri sonucunda TuMV ile enfekteli olduğu belirlenen izolatlar arasından seçilen örnekler için gerçekleştirilmiştir. RT-PCR çalışmaları, Manisa ve İzmir illerinden alınan ve TuMV ile enfekteli olduğu DAS-ELISA sonucunda belirlenen 4'er izolat için gerçekleştirilmiştir.

RT-PCR analizleri sonucunda seçilen izolatların hepsinden 1178 bp büyüklüğünde ve hedef NIB+CP genlerine karşılık gelen ürünler elde edilmiştir. Daha sonra RT-PCR ile çoğaltılan örnekler içerisinde seçilen İzmir iline ait TuMV2 ve Manisa iline ait TuMV6 izolatları, NIB+CP gen bölgelerinin klonlanması çalışmalarında kullanılmıştır.

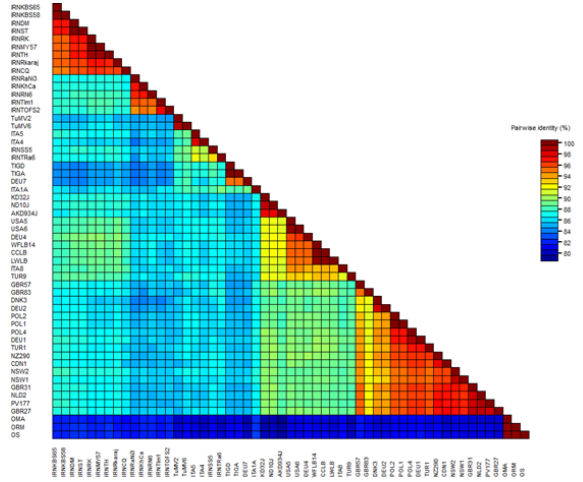
### Klonlama ve sekanslama çalışmaları

Seçilen TuMV-2 (İzmir) ve TuMV-6 (Manisa) kodlu izolatların NIB+CP gen bölgelerinin klonlama çalışmaları sırasında, istenilen gen bölgelerini taşıyan plazmidler saflaştırılmış ve sahip oldukları nükleotit dizileri, M13-F ve M13-R primerleri ile çift yönlü olarak belirlenmiştir. Sekanslama sonucunda, her iki TuMV bamyaya izolatının 1178 bp'lik hedef gen bölgesinin nükleotit dizisinin tamamı elde edilmiştir. Elde edilen nükleotit dizileri kullanılarak, izolatların sahip oldukları amino asit dizileri belirlenmiştir.

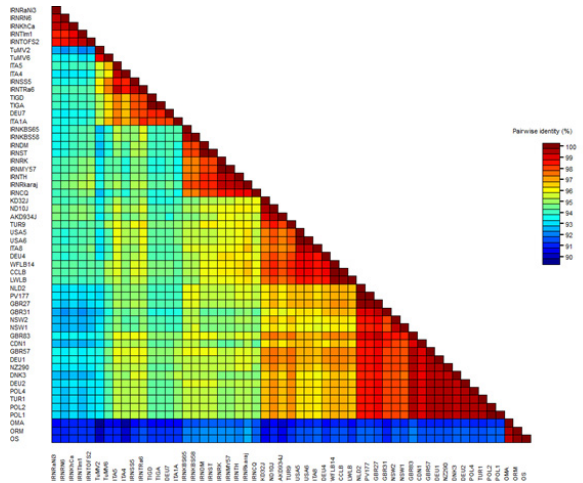
### Çoklu dizi karşılaştırmaları ve filogenetik analizler

Gerçekleştirilen çoklu nükleotit ve amino asit dizi analizleri sonucunda bamyaya bitkisinden elde edilen TuMV izolatlarının kendi içlerinde %98'in üzerinde benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Dünya TuMV izolatları ile nükleotit ve amino asit düzeyinde gerçekleştirilen karşılaştırmalarda ise; ülkemiz bamyaya TuMV izolatlarının genel olarak dünya

TuMV izolatları ile nükleotit düzeyinde %84-88, aminoasit düzeyinde ise %91-94 oranında benzerlikler gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 2 ve 3).

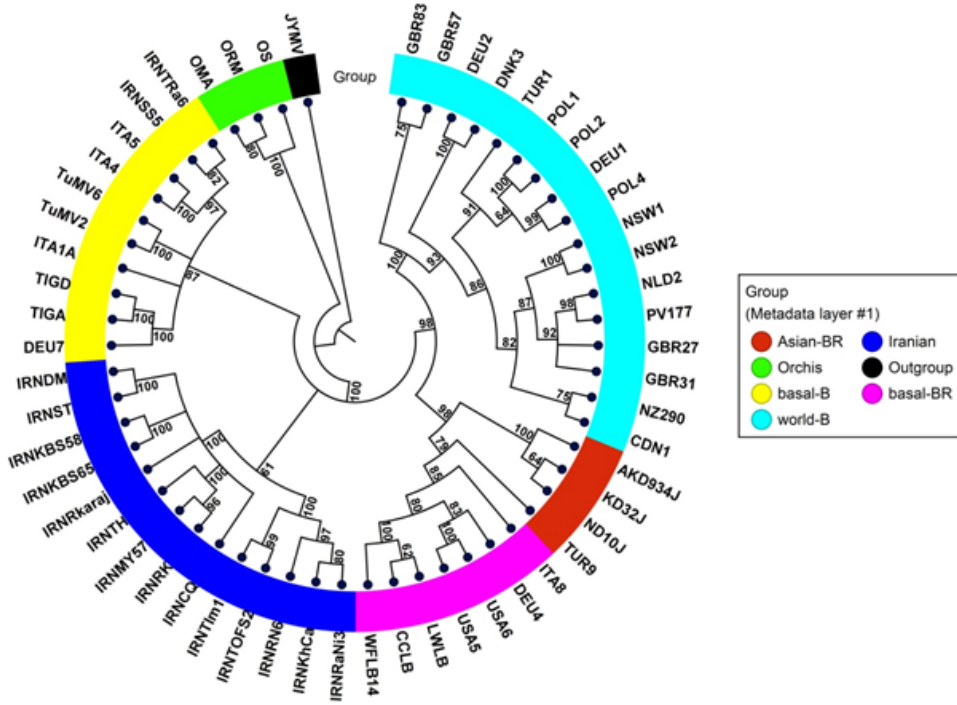


**Şekil 2.** Ülkemiz bamyaya Şalgam mozaik virüsü izolatlarının dünya izolatları ile nükleotit düzeyinde göstermiş oldukları benzerlik oranları

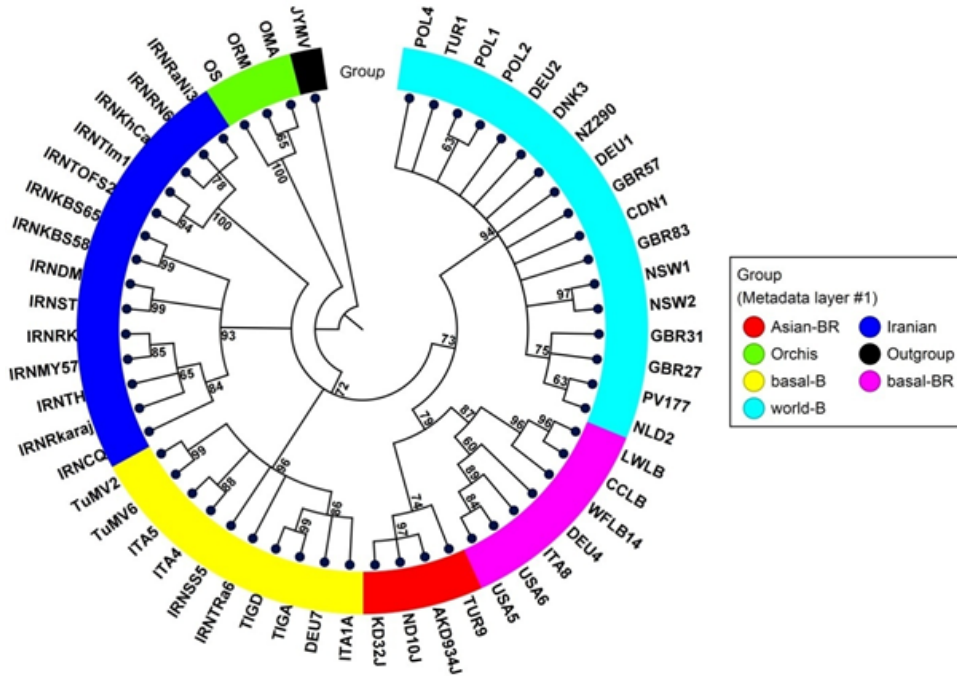


**Şekil 3.** Ülkemiz bamyaya Şalgam mozaik virüsü izolatlarının dünya izolatları ile amino asit düzeyinde göstermiş oldukları benzerlik oranları

Ülkemiz bamyaya TuMV izolatlarının dünya izolatları ile olan filogenetik ilişkileri incelendiğinde ise; her iki TuMV bamyaya izolatının da hem nükleotit hem de amino asit temelli oluşturulan filogenetik ağaçlarda basal-B grubunda yer aldığı görülmüştür (Şekil 4 ve 5).



Şekil 4. Ülkemiz bamyaya Şalgam mozaik virüsü izolatlarının dünya izolatları ile nükleotid düzeyindeki filogenetik ilişkileri (Filogenetik ağaç neighbor joining methodu ve kiamura80 parametresi kullanılarak oluşturulmuştur. *Japanese yam mosaic virus* dış grup olarak kullanılmıştır. Filogenetik ağaçta %60 bootstrap eşiği uygulanmıştır)



Şekil 5. Ülkemiz bamyaya Şalgam mozaik virüsü izolatlarının dünya izolatları ile amino asit düzeyindeki filogenetik ilişkileri (Filogenetik ağaç neighbor joining methodu ve kiamura80 parametresi kullanılarak oluşturulmuştur. *Japanese yam mosaic virus* dış grup olarak kullanılmıştır. Filogenetik ağaçta %60 bootstrap eşiği uygulanmıştır)

## TARTIŞMA VE KANI

Gerçekleştirilen bu çalışma kapsamında, arazide virüs ve benzeri simptom gösteren örneklerdeki TuMV enfeksiyon oranı %74.2 gibi yüksek bir değer olarak elde edilmiştir. Enfeksiyon oranının yüksek çıkmasında, toplanan örneklerin hepsinin virüs ve benzeri simptom gösteren örneklerden alınması ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Ancak unutulmamalıdır ki elde edilen enfeksiyon oranı TuMV'nin örnekleme yapılan alanlardaki enfeksiyon durumundan ziyade, toplanan örneklerdeki enfeksiyon durumunu yansıtmaktadır. TuMV'nin bamyada bitkisinde enfeksiyon meydana getirdiğinin ilk raporu olan çalışmada da araştırmacılar yapraklarında kloroz, damar açılması, nekroz ve gelişme geriliği gösteren 10 bitkiden örnek aldıklarını belirtmişler ve gerçekleştirdikleri testlemeler sonucunda toplanan örneklerin tamamının TuMV ile enfekteli olduğunu belirtmişlerdir (Gera et al. 2001). Bu çalışma kapsamında toplanan bamyada örneklerinin tamamının viral etmen kaynaklı olduğu düşünülen simptom taşımalarına rağmen, bazı örneklerin TuMV enfeksiyonu bakımından negatif olarak bulunmasının nedeninin ise bu örneklerde bamyayı enfekte eden diğer virüs etmenlerinin varlığından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Nitekim dünyada gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda bamyada enfeksiyon meydana getiren çok sayıda viral etmenin varlığı bildirilmiştir (Ndunguru and Rajabu 2004, Seth et al. 2017).

Ülkemizde daha önce gerçekleştirilen birçok çalışmada, TuMV enfeksiyonu, ağırlıklı olarak, *Brassicaceae* familyasına ait bitkilerde tespit edilmiştir (Karanfil ve Korkmaz 2016, Korkmaz et al. 2006, 2008). TuMV'nin bamyada bitkilerinde enfeksiyon gerçekleştirdiği şimdiye kadar sadece İsrail'den bildirilmiştir (Gera et al. 2001). İsrail'den sonra ilk kez bamyada üretim alanlarındaki TuMV enfeksiyonu ülkemizde bu çalışma ile tespit edilmiştir. Bu bağlamda bamyanın da TuMV'nin doğal konukçusu olduğu teyit edilmiştir.

Gerçekleştirilen moleküler karakterizasyon çalışmaları sonucunda bamyada TuMV izolatlarının birbirleri ile yüksek oranda sekans homolojisine sahip olduğu belirlenmiştir. Genel olarak aynı bölge izolatlarının birbirleri ile yüksek sekans homolojisine sahip olması beklenen bir olgu olarak göze çarpmaktadır. Dünyada konu hakkında yapılan çalışmaların bazılarında da aynı bölge orijinli TuMV izolatlarının yüksek seviyede sekans homolojisi gösterdiği bildirilmiştir (Ohshima et al. 2002, Stavelone et al. 1998). Rusya'da gerçekleştirilen başka bir çalışmada da, Rus TuMV izolatlarının kendi aralarındaki benzerlik oranının %95 olduğu bildirilmiştir (Zubareva et al. 2013). Bu bağlamda belirtilen çalışmalar ile bu çalışma sonucunda elde edilen benzerlik oranları birbirleri ile paralellik göstermektedir.

Bamyada TuMV izolatlarının dünya izolatları ile göstermiş olduğu benzerlik oranları incelendiğinde ise düşük sayılabilecek seviyede benzerlikler gösterdiği söylenebilir. TuMV'nin filogenetik sınıflandırılması sonucu 6 farklı grup ortaya çıkarılmasına rağmen, gruplar içi benzerlik seviyelerinin genel olarak daha yüksek bir oranda çıktığı bilinmektedir (Yasaka et al. 2017, Zubareva et al. 2013). Bu nedenle bamyada TuMV izolatlarından en az birinin tüm genom içeriklerinin belirlenmesinin, etmenin evrimine yönelik yeni bilgilerin elde edilmesine yardımcı olabileceği düşünülmektedir. Nitekim TuMV izolatlarının evrimi ile ilgili yapılan çalışmada da etmenin tarihsel süreçteki evrimi ile ilgili daha kesin yorumlar için, ülkemizin de içinde bulunduğu coğrafyadan çok daha fazla sayıda tüm genom sekans dizilimlerinin gerekli olduğu bildirilmiştir (Yasaka et al. 2017).

Bugüne kadar gerçekleştirilen farklı çalışmalar sonucunda, ülkemiz TuMV izolatlarının oldukça zengin bir genetik çeşitliliğe sahip olduğu belirlenmiştir. Ülkemizde gerçekleştirilen bir çalışmada TuMV izolatlarının world-B ve Asian-BR grubunda olduğu belirlenmiştir (Korkmaz et al. 2008). Ülkemiz izolatları kullanılarak son yıllarda gerçekleştirilen başka bir çalışmada da, ülkemiz izolatlarının, içlerinde basal-B'nin de olduğu 3 farklı gruba dağıldığı görülmektedir (Yasaka et al. 2017). Bu sebeple bu çalışmada analiz edilen bamyada TuMV izolatlarının basal-B grubunda bulunması, beklenen bir durum olarak açıklanabilir. Bu bağlamda bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, ülkemizde TuMV'nin moleküler olarak tanımlanmasına yönelik gerçekleştirilen çalışmalar ile paralellik göstermektedir.

Ülkemiz bamyada üretim alanlarında TuMV enfeksiyonunun tespit edilmesinin etmenin etiyolojisine yönelik önemli bir bulgu olduğu düşünülmektedir. Gerçekleştirilen bu çalışma ile ülkemiz bamyada üretim alanlarında ilk kez bir virüs hastalığının tanımlanmasının yanı sıra, fitopatolojik açıdan da ilk kez bir hastalıkla ilgili çalışma gerçekleştirilmiştir. Etmenin moleküler karakterizasyon aşamasının tam olarak tamamlanması amacı ile de en az bir bamyada TuMV izolatının tüm genom diziliminin ortaya çıkarılarak, bilim camiası ile paylaşılması düşünülmektedir. Gerçekleştirilmesi muhtemel sonraki çalışmalar ile TuMV'nin muhtemel konukçusu olabilecek diğer yazlık bitkilerin tespitinin de önemli olduğu düşünülmektedir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince Desteklenmiştir. Proje Numarası: FHD-2018-2471.

## ÖZET

Şalgam mozaik virüsü (*Turnip mosaic virus*, TuMV) geniş konukçu dizisine sahip olan bir virüs türü olup, gerek dünyada gerekse ülkemizde birçok sebze türünde saptanmıştır. Bununla birlikte ülkemizde *Malvaceae* familyasına bağlı yazlık bir sebze olan bamyada bitkisinde TuMV'nin enfeksiyonuna yönelik herhangi bir çalışma yapılmamıştır. Bu amaçla 2017 yılı bamyada üretim sezonunda İzmir ve Manisa illeri bamyada üretim alanlarından 31 adet virüs ve virüs benzeri semptom gösteren bamyada örnekleri toplanmıştır. Toplanan örnekler double antibody sandwich enzyme-linked immunosorbent assay (DAS-ELISA) yöntemi ile TuMV'nin varlığının belirlenmesi amacıyla testlenmiştir. Testlemeler sonucunda 23 örnek (%74.2) TuMV ile enfekteli olarak bulunmuştur. Enfekteli bulunan örnekler içerisinde seçilen iki TuMV izolatının moleküler karakterizasyonu gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda seçilen izolatların kısmi nükleer inclusion b ve kapsid protein gen bölgeleri, reverse transcriptase-polymerase chain reaction (RT-PCR) yöntemi ile çoğaltılmış ve daha sonra klonlanmış ve sekans dizileri elde edilmiştir. İzolatların sekans analizi sonucu elde edilen nükleotid dizileri kullanılarak dünya izolatları ile benzerlik oranları ve filogenetik ilişkileri belirlenmiştir. Yapılan çoklu sekans karşılaştırmaları sonucunda TuMV izolatlarının dünya izolatları ile %84-88 ve %91-94 oranında sırası ile nükleotid ve amino asit düzeyinde benzerlikler gösterdiği tespit edilmiştir. Filogenetik analizler sonucunda ise bamyada bitkisinden elde edilen TuMV izolatlarının basal-B grubunda olduğu bulunmuştur. Gerçekleştirilen bu çalışma ile ülkemiz bamyada üretim alanlarında TuMV varlığı ilk kez belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: TuMV, benzerlik, NIB, CP, klonlama, filogenetik

## KAYNAKLAR

Clark M.F., Adams A.N., 1977. Characteristics of the microplate methods of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. *Journal of General Virology*, 34, 475-483.

Erkan S., Gümüş M., Paylan İ.C., Duman İ., Ergün M., 2013. İzmir ili ve çevresindeki bazı kışlık sebzelerde görülen viral etmenlerin saptanması. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 50 (3), 311-322.

Gera A., Lampel M., Cohen J., Rosner A., 2001. Okra (*Hibiscus esculentus*)—a new host of *Turnip mosaic virus* in Israel. *Plant Disease*, 85 (3), 336.

Karagül S., 2002. Bamyada (*Abelmoschus esculantus* L. (Monch)). *Alatarım*, 1 (2), 54-58.

Karanfil A., Korkmaz S., 2016. Çanak kale ili kanola (*Brassica*

*napus* L.) üretim alanlarında Şalgam mozaik virüsü (*Turnip mosaic virus*; TuMV) enfeksiyonunun tanımlanması ve karakterizasyonu. *Bitki Koruma Bülteni*, 56 (2), 185-197.

Korkmaz S., Onder S., Tomitaka Y., Ohshima K., 2006. First report of *Turnip mosaic virus* on Brassicaceae crops in Turkey. *New Disease Reports*, 14, 25.

Korkmaz S., Tomitaka Y., Onder S., Ohshima K., 2008. Occurrence and molecular characterization of Turkish isolates of *Turnip mosaic virus*. *Plant Pathology*, 57, 1155-1162.

Li R., Mock R., Huang Q., Abad J., Hartung J., Kinard G., 2008. A reliable and inexpensive method of nucleic acid extraction for the PCR-based detection of diverse plant pathogens. *Journal of Virological Methods*, 154, 48-55.

Muhire B.M., Varsani A., Martin D.P., 2014. SDT: A virus classification tool based on pairwise sequence alignment and identity calculation. *PLoS One*, 9 (9), 1-8.

Ndunguru J., Rajabu A.C., 2004. Effect of *Okra mosaic virus* disease on the above-ground morphological yield components of okra in Tanzania. *Scientia Horticulturae*, 99, 225-235.

Nguyen H.D., Trana H.T.N., Ohshima K., 2013a. Genetic variation of the *Turnip mosaic virus* population of Vietnam: a case study of founder, regional and local influences. *Virus Research*, 171, 138-149.

Nguyen H.D., Tomitaka Y., Ho S.Y.W., Duchene S., Vetten H.J., Lesemann D., Walsh J.A., Gibbs A.J., Ohshima K., 2013b. *Turnip mosaic potyvirus* probably first spread to Eurasian brassica crops from wild orchids about 1000 years ago. *PLoS One* 8 (2), e55336. doi:10.1371/journal.pone.0055336.

Ohshima K., Yamaguchi Y., Hirota R., Hamamoto T., Tomimura K., Tan Z.Y., Sano T., Azuhata F., Walsh J.A., Fletcher J., Chen J.S., Gera A., Gibbs A., 2002. Molecular evolution of *Turnip mosaic virus*: evidence of host adaptation, genetic recombination and geographical spread. *Journal of General Virology*, 83, 1511-1521.

Provvidenti R., 1996. *Turnip mosaic potyvirus*. In: *Viruses of plants*. Brunt A.A., Crabtree K., Dallwitz M.J., Gibbs A.J., Watson L. (Eds.). CAB International, Wallingford, 1340-1343 p.

Ribeiro-Junior M.R., Baldini L.F.S., Nozaki D.N., Cruciol G.C.D., Pantoja K.F.C., Marchi B.R., Moura M.F., Pavan M.A., Krause-Sakate R., 2018. Biological and molecular characterization of a basal-B brassica/raphanus turnip mosaic virus isolate from *Eruca sativa*. *Tropical Plant Pathology*, 43 (4), 371-375.

Riechmann J.L., Lain S., Garcia J.A., 1992. Highlights and prospects of potyvirus molecular biology. *Journal of General Virology*, 73, 1-16.

Seth T., Chattopadhyay A., Dutta S., Hazra P., Singh B., 2017. Genetic control of Yellow Vein Mosaic Virus disease in okra and its relationship with biochemical parameters. *Euphytica*, 213, 30, DOI 10.1007/s10681-016-1789-9.

Sevik M.A., 2016. Viruses infecting Brassica crops in the Black Sea Region of Turkey. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science*, 66 (7), 553-557.

Stavolone L., Alioto D., Ragozzino A., Laliberte J.F., 1998. Variability among *Turnip mosaic potyvirus* isolates. *Phytopathology*, 88 (11), 1200-1204.

Tomimura K., Spak J., Katis N., Jenner C.E., Walsh J.A., Gibbs A.J., Ohshima K., 2004. Comparisons of the genetic structure of populations of *Turnip mosaic virus* in West and East Eurasia. *Virology*, 330, 408-423.

Walsh J.A., Jenner C.E., 2002. *Turnip mosaic virus* and the quest for durable resistance. *Molecular Plant Pathology*, 3, 289-300.

Yasaka R., Fukagawa H., Ikematsu M., Soda H., Korkmaz S., Golnaraghi A., Katis N., Ho S.Y.W., Gibbs A.J., Ohshima K., 2017. The timescale of emergence and spread of *Turnip mosaic potyvirus*. *Scientific Reports*, 7, 4240.

Zubareva I.A., Vinogradova S.V., Gribova T.N., Monakhos S.G., Skryabin, K.G., Ignatov A.N., 2013. Genetic diversity of *Turnip mosaic virus* and the mechanism of its transmission by Brassica seeds. *Doklady Biochemistry and Biophysics*, 450 (1), 119–122.

**Cite this article:** Karanfil A., Korkmaz S., (2019) Detection and molecular characterization of *Turnip mosaic virus* infecting okra in Turkey, *Plant Protection Bulletin*, 59-3. DOI: 10.16955/bitkorb.517700

**Atıf için:** Kaptan S., Akşit T., Spodek M., (2019). Bamya bitkisinde Şalgam mozaik virüsü (*Turnip mosaic virus*)'nün tespiti ve moleküler karakterizasyonu, *Bitki Koruma Bülteni*, 59-3. DOI: 10.16955/bitkorb.517700

## PLANT PROTECTION BULLETIN PRINCIPLES OF PUBLISHING

1. All responsibility for the published article belongs to authors.
2. Plant Protection Bulletin publishes the researches on taxonomic, biological, ecological, physiological and epidemiological studies and methods of protection against diseases, pest, and weed which cause damages on plant products as well as researches on residue, toxicology, and formulations of pesticides and plant protection machinery.
3. The publishing language of the journal is English and Turkish. Turkish abstract would be prepared by the editorial office, if necessary.
4. It is not accepted in Plant Protection Bulletin that biological observations carried out in a single year and in one orchard or field, and short biological notes reported one species of first records for Turkey.
5. The articles submitted to the journal should not have been published in any publication or at the same time in the evaluation phase of another publication.
6. The articles containing the results of postgraduate theses or the projects supported by various institutions such as TÜBİTAK, SPO, TAGEM, BAP should be prepared for publication after the necessary permissions are obtained from the related persons. This must be stated in the “acknowledgments”.
7. Submission of article requested to be published in the journal should be made via Dergipark system (<http://dergipark.gov.tr/bitkorb>).
8. The article uploaded to the system should be prepared according to the “Manuscript template” in the “For authors” tab. It should be uploaded together with “Manuscript cover page” and the “Copyright release form” and “Conflict of Interest and Reviewer Proposal Form” completed and signed by all authors.
9. In the journal, a blind review process for designated reviewers is being followed.
10. The articles included in the evaluation process are reviewed by subject editors and the designated reviewers and published after the corrections have been completed by their authors in accordance with recommendations.
11. There is no printing fee for articles published in the journal.



## BİTKİ KORUMA BÜLTENİ YAYIN İLKELERİ

1. Yayınlanan esere ait tüm sorumluluk yazarlarına aittir.
2. Bitki Koruma Bülteni bitkisel ürünlerde zarar oluşturan hastalık, zararlı ve yabancı ot konularında yapılan taksonomik, biyolojik, ekolojik, fizyolojik ve epidemiyolojik çalışmaların ve mücadele yöntemleri ile ilgili araştırmaların yanı sıra, zirai mücadele ilaçlarının kalıntı, toksikoloji ve formülasyonları ile zirai mücadele alet ve makinaları ilgili araştırmaları yayınlamaktadır.
3. Bitki Koruma Bülteni'nin yayın dili İngilizce ve Türkçedir. Gerekli hallerde Türkçe özet editör ofisi tarafından hazırlanır.
4. Bitki Koruma Bülteni'nde tek yıllık ve tek bir bahçe veya tarlada gerçekleştirilmiş biyolojik gözlemler, Türkiye için tek bir türe ait ilk kayıtları bildirilen kısa biyolojik notlar gibi eserler kabul edilmemektedir.
5. Bitki Koruma Bülteni'ne gönderilen makaleler, daha önce herhangi bir yayın organında yayınlanmamış veya aynı zamanda başka bir yayın organında değerlendirme aşamasında olmamalıdır.
6. Lisansüstü tezler veya TÜBİTAK, DPT, TAGEM, BAP gibi çeşitli kurumlarca desteklenen projelerin sonuçlarından kısımlar içeren eserler ilgililerinden gerekli izinler alındıktan sonra yayına hazırlanmalı, bu durum teşekkür kısmında mutlaka belirtilmelidir.
7. Bitki Koruma Bülteni'nde yayınlanması istenilen eserler için makale başvurusu DERGİPARK sistemi (<http://dergipark.gov.tr/bitkorb>) üzerinden yapılmalıdır.
8. Sisteme yüklenen makale "Yazarlar için" sekmesinde yer alan "Makale taslağı"na göre hazırlanmalı, sisteme "Makale giriş sayfası" ve tüm yazarlar tarafından doldurulup imzalanmış "Bitki Koruma Bülteni Telif Hakkı Devir Formu" ve "Çıkar Çakışması ve Hakem Önerileri Formu" ile birlikte yüklenmelidir.
9. Bitki Koruma Bülteni'nde kör hakemlik değerlendirme süreci izlenmektedir.
10. Değerlendirme sürecine dahil edilen makaleler konu editörü ve belirlenen hakemler tarafından incelenip, onların önerileri doğrultusunda yazarları tarafından düzeltildikten sonra yayınlanır.
11. Bitki Koruma Bülteni'nde yayınlanan makaleler için baskı ücreti alınmamaktadır.





