



**Determination of repellent effect of a plant activator containing acibenzolar-s-methyl (BTH) on  
*Cicadulina* spp. Naudé (Hemiptera: Cicadellidae)**

Sultan ÇOBAN <sup>\*1</sup>, Emine ÇIKMAN <sup>2</sup>

ORCID: 0000-0002-5596-5657; 0000-0003-4375-5043

<sup>1,2</sup> Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Şanlıurfa, Turkey

**Abstract**

Acibenzolar-S-methyl (BTH) is one of the first representatives of a new generation of effective substances that are commercially used to induce resistance or defense against pests in plants. Studies on the use of BTH in the control of pests seem limited. In this study, Dekalp corn (*Zea mays* Linnaeus (Poales: Poaceae)) variety was applied foliar with an extract produced by an environmentally friendly-botanical plant activator (BİON MX 44 WG) (% 4 Acibenzolar-S-methyl, water dispersible granule) which contained BTH. This study is aimed to investigate the repellent effects of the applied extract on the herbivorous insect *Cicadulina* spp. Naudé (Hemiptera: Cicadellidae). The study was conducted in 2017 and 2018, with 4 repetitions, according to the randomized blocks trial design, in line with this purpose also the study was carried out in the experimental area of Harran University Faculty of Agriculture Osmanbey Campus in the corn fields. The population tracking of pest *Cicadulina* spp. adults was done by yellow sticky traps, atrap, and by eyes every week. Accordingly, as a result of the evaluation made in the study, in both years, it was determined that the extract application formed with plant activator which containing BTH attracted statistically significantly fewer *Cicadulina* spp. adults than the control application. In addition, a specific volatile-aromatic substance obtained from BTH treated leaf samples as a result of GC-MS analysis, has also been determined that it may play a role in the repellent effect mechanism on *Cicadulina* spp.

**Key words:** BTH, direct resistance, repellent effect, alternative control, corn

----- \* -----

**Acibenzolar-S-methyl (BTH) içeren bir bitki aktivatörünün *Cicadulina* spp. Naudé (Hemiptera:  
Cicadellidae) üzerindeki repellent etkisinin belirlenmesi**

**Özet**

Acibenzolar-S-methyl (BTH), bitkilerde zararlı böceklere karşı dayanıklılık veya savunmanın tetiklenmesinde ticari olarak kullanılan, yeni nesil etkili maddelerin ilk temsilcilerinden birisidir. BTH'nin zararlı böceklerin kontrolünde kullanımı hakkında yapılan çalışmalar sınırlı görünmektedir. Bu çalışmada, Dekalp mısır (*Zea mays* Linnaeus (Poales: Poaceae)) çeşidi, çevre dostu-bitkisel BTH içerikli bir bitki aktivatörü (BİON MX 44 WG) (% 4 Acibenzolar-S-methyl, suda dağılılabilen granül) aracılı olarak oluşturulan ekstrakt ile yaprakтан uygulanmıştır. Bu çalışmada uygulanan ekstraktın herbivor böcek, *Cicadulina* spp. Naudé (Hemiptera: Cicadellidae) üzerindeki repellent etkisinin araştırılması hedeflenmiştir. Çalışma, bu amaca uygun olarak tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak, 2017 ve 2018 yıllarında, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Osmanbey Kampüsü deneme alanında, mısır tarlalarında yürütülmüştür. Zararlı böcek *Cicadulina* spp. erginlerinin populasyon takibi her hafta yenilenen sarı yapışkan tuzaklar + göz + atrap aracılığıyla yapılmıştır. Buna göre, çalışmada yapılan değerlendirme sonucunda, her iki yılda da BTH içerikli bitki aktivatörü ile oluşturulan ekstrakt uygulamasının, kontrol uygulamaya göre istatistiki olarak önemli ölçüde daha az sayıda *Cicadulina* spp. ergin bireyleri çektiği tespit edilmiştir. Ayrıca, BTH muameleli yaprak örneklerinden GC-MS analizi sonucu elde edilen spesifik bir uçucu-aromatik maddenin, *Cicadulina* spp. üzerindeki repellent etki mekanizmasında rol alabileceği de belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** BTH, doğrudan dayanıklılık, repellent etki, alternatif mücadele, mısır

\* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: Tel.: +904143181149; Fax.: +904143183000; E-mail: sultancoban1103@gmail.com

## 1. Giriş

Günümüzde, üreticilerin yetiştirdiği kültür bitkilerinde ekonomik yönde kayba neden olan çeşitli hastalık, zararlı ve yabancı ot etmenleriyle mücadelede yaygın olarak kullanılan tarımsal mücadele yöntemlerinden birisi de ‘Kimyasal mücadele’dir [8]. Ancak bu mücadele yönteminde tarımsal ürünlerin yetiştirilmesi aşamasında kullanılan ‘Pestisitler’ ne yazık ki başta insanlar olmak üzere tüm canlılar ve onların yaşadıkları çevre üzerinde geri dönüşümü mümkün olmayan önemli hastalıklara ve ağır tahribatlara neden olabilmektedir [35]. Bu nedenle yetiştirilen tarımsal ürünlerin üretiminden hasat ve pazarlanmasına kadar geçen süreçte çevreyle dost yaklaşımların uygulanması ve doğal çevre üzerine olan olumsuz etkisinin olabildiğince en aza indirgenebildiği yaklaşımların seçimi, canlılar için ‘Güvenilir gıda’ kavramının önemli bir ölçütünü oluşturmaktadır [10, 11, 12].

### 1.1. Sistemik kazanılmış dayanıklılık (SAR)

Bitkilerin, birtakım stres oluşturabilecek ajanlara (bir patojen veya istilacı bir herbivor böcek ile temasıyla birlikte) karşı, tetiklenmeyle birlikte savunma mekanizmalarını aktifleştirebilmesi durumuna, sistemik kazanılmış dayanıklılık veya savunma (SAR) adı verilir [28]. Tetiklenmeyle meydana gelen savunmada ise esas olarak iki önemli sinyal iletim yolunun etkili olduğu bilinmektedir [23]. Bunlardan ilki, bitki hormonu jasmonik asitli (JA) oktadekanoid yolu [13], bir diğeri ise yine önemli bir bitki hormonu salisilik asit (SA)’li salisilik asit yoludur [17].

Bitkilerin herbivor böceklere karşı sistemik kazanılmış dayanıklılığı, doğrudan veya dolaylı olarak gerçekleşmektedir. Doğrudan dayanıklılık, bitkinin kendi hassaslığını etkileyen faktörler sonucunda oluşan tüm bitki özelliklerini içerir. Doğrudan savunmada, bitkiler üzerinde uygulanan, JA/SA yolları ile bağlantılı olabilen veya onları aktive edebilen bazı özel bileşikler, herbivor böceklere karşı uzaklaştırıcı/repellent etkileri aracılığıyla, bitkilerin böcekler tarafından tercih olunmasını azaltabilmektedir [4].

SAR savunma tepkisi, SA (salisilik asit) ve diğer aktivatör bileşiklerin [2, 6- dikloroisoinikotinic asit (INA),  $\beta$ -aminobutyric acid (BABA) ve acibenzolar-S-methyl (ASM)] dışarıdan uygulanmasıyla tetiklenebilmektedir [26].

### 1.2. Bitki Aktivatörü: Acibenzolar-S-methyl, ASM veya BTH

Son zamanlarda, SAR’ı tetikleyen ürünler ‘Bitki aktivatörleri’ olarak adlandırılmaktadır [20]. Buna göre, kullanımları giderek artan spesifik bitki aktivatörleri, bazı önemli etmenlere karşı direnç oluşturmalarının yanı sıra, içeriklerinde bulunan bileşenlerin ‘Güvenilir gıda’ ölçütüne uygun olarak çevreyle dost bir yapıda olması veya çoğunlukla bu yapıya yakın olması, bu ürünlerin tercihleri konusunda iki önemli faktörü oluşturmaktadır. Nitekim, bu ürünlerden birisi olan, ticari olarak Amerika Birleşik Devletleri’nde Actigard (Syngenta Crop Protection Inc., Greensboro, NC), Avrupa’da Bion (Syngenta Ltd., Basel, İsviçre) veya Bendicar isimleriyle pazarlanan **benzotiadizol (BTH) türevi benzo (1,2,3) thiadiazole-7-carbothioic acid-S-methyl ester (acibenzolar-S-methyl, ASM veya BTH)**; çeşitli bitki türlerinde [elma (*Malus domestica* Borkh. (Rosales: Rosaceae)) [21], turunçgiller (*Citrus* Linnaeus (Sapindales: Rutaceae)) [19], çilek (*Fragaria* Linnaeus (Rosales: Rosaceae)) [9], kavun (*Cucumis melo* Linnaeus (Cucurbitales: Cucurbitaceae)) [14] vb.] SAR iletim yolunu aktive eden [1, 2], salisilik asitin fonksiyonel bir homoloğu veya analogu olarak görev yapan [33], fungal, viral, bakteriyel patojenlerin geniş bir spektrumuna [15, 31] ve nematodlara [25] karşı bitki savunmasını artıran, antimikrobiyal özelliklere sahip olmayan [22], bitkilere, hayvanlara ve çevreye toksik olmayan veya toksisitesi düşük olan [30], etkili SAR aktivatörlerinden birisidir.

BTH, belki de bitkilerde dayanıklılık veya savunmanın tetiklenmesinde ticari olarak kullanılan, yeni nesil etkili maddelerin ilk temsilcilerinden birisidir [32].

### 1.3. Zararlı herbivor böcek grubu: Cicadellidae familyası

‘Yaprak pireleri’ diye adlandırılan Cicadellidae familyası (Hemiptera), mısır (*Zea mays* Linnaeus (Poales: Poaceae))’da dahil olmak üzere birçok kültür bitkilerinden, çim, çalı ve ağaçlara kadar çok geniş bir konukçu yelpazesinde bitki özsuyu ile beslenen sokucu-emici ağız yapısına sahip bir bitki zararlılarındandır. Cicadellidler, arka bacakları ile kolaylıkla zıplayabilirler ve bu familyaya özgü davranış biçimi olarakta ‘yan yan’ yürürler. Arka bacaklarının üzerinde bulunan kıllar, dışarıdan gelecek nemi uzaklaştırır ve feromonları taşıma görevi görerek tüm vücuda gerekli salgıların yayılmasını kolaylaştırırlar. Dünyanın hemen hemen her yerinde görülsede, ılıman ve tropikal bölgeleri daha çok tercih etmektedirler. Bu familya bireylerinin çoğunluğu, bitkilere çeşitli virüs ve fitoplazmaların bulaşmasında vektörlük görevi yaparlar. Ayrıca, Cicadellidler, yaklaşık olarak en az 20.000 tanımlı türü bünyesinde barındıran, ikinci en büyük Hemiptera takımı familyasıdır [29].

Açık alanda yapılan bu çalışmada, Dekalp mısır çeşidinin çevre dostu-bitkisel BTH içerikli bir bitki aktivatörü ekstraktının yaprağa püskürtülmesi şeklinde muamele edilmesiyle, bu bitkide Cicadellidae familyasına ait *Cicadulina* spp. üzerindeki repellent etkilerin araştırılması amaçlanmıştır. Ayrıca, arazi çalışması sonunda, aynı çeşit mısıra ait belirli sayıda BTH içerikli aynı bitki aktivatörü ile oluşturulan ekstrakt ile muamele edilen yaprak örneklerinin GC-MS cihazı ile analiz edilmesi aracılığıyla, yaprak örneklerinde bulunan uçucu-aromatik maddelerin % olarak belirlenmesi ile *Cicadulina* spp. üzerindeki repellent etki mekanizması da anlaşılmaya çalışılmıştır.

## 2. Materyal ve yöntem

### 2.1. Mısır üretimi

Denemeler Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Osmanbey Kampüsü'ne ait dört farklı tekerrür alanında 2017 ve 2018 yıllarında 84 m<sup>2</sup> alanda kurulmuş olup, bitkisel materyal olarak ise 'Dekalp' mısır çeşidi kullanılmıştır. Çalışmada, *Cicadulina* spp.'nin yaşam döngüsüne uygun olarak, bölgede ikinci ürün olarak yetiştirilen mısırdaki üretim şeması 1 Temmuz-1 Ekim (2017 ve 2018) tarihleri arasında gerçekleşmiştir. Buna göre, 1 Temmuz-14 Temmuz tarihleri arasında, karakter parselleri, her parselde ait parsel uzunluğu 5 m ve parsel boyu 2.1 m (her parsel alanı 10.5 m<sup>2</sup> (5×2.1)) olacak biçimde ayarlanmış olup, 4 farklı tekerrür alandaki 2 farklı karakter parsellerinin (toplam 8 parsel) her biri 2 sraya ayrılmıştır. Her bir sraya 25 tohumun ekildiği çalışmada, her iki yılda da ekimler, 70 cm sıra arası ve 20 cm sıra üzeri olacak şekilde, 15 Temmuz tarihinde el yardımıyla yapılmış olup; mısır hasadı ise 1 Ekim tarihinde gerçekleşmiştir. Çalışma, aralarında 100 m'lik belli bir izolasyon mesafesi bırakılan deneme alanlarında 4 tekerrürlü ve 2 karakterli [A (kontrol uygulama) ve B (BTH içerikli bir bitki aktivatörü ile oluşturulan ekstrakt uygulaması)] olacak şekilde, tesadüf parselleri deneme desenine uygun olarak yapılmıştır. Çalışmada, damlama sulama şeklinde yapılan sulama ise 16 Temmuz tarihinde başlamış olup, sulamalar iklim de göz önünde bulundurularak, bitki ihtiyacına göre uygun şekilde yapılmıştır. Ayrıca, mısırın yetiştirilmesi esnasında belirli uygun zamanlarda gübreleme ve çapalama işlemleri de yapılmıştır.

### 2.2. BTH içerikli bitki aktivatörünün uygulanması

Çalışmada, B parseli, çıkışlar başladıktan 10 gün sonra (6 Ağustos), belirli bir doza sahip (1 lt'lik çözünüde (su) çözünen 0.2 gr'lık konsantrasyonlar şeklinde hazırlanan) BTH içerikli bir bitki aktivatörü BİON MX 44 WG (% 4 Acibenzolar-S-methyl, suda dağılabilen granül) ile oluşturulan ekstraktla, yaprak uygulaması şeklinde, sırt pülverizatörü (Knapsack Sprayer, 16.0 litrelik) aracılığıyla muamele edilmiştir.

### 2.3. Tuzak ve göz-atrap kullanımı

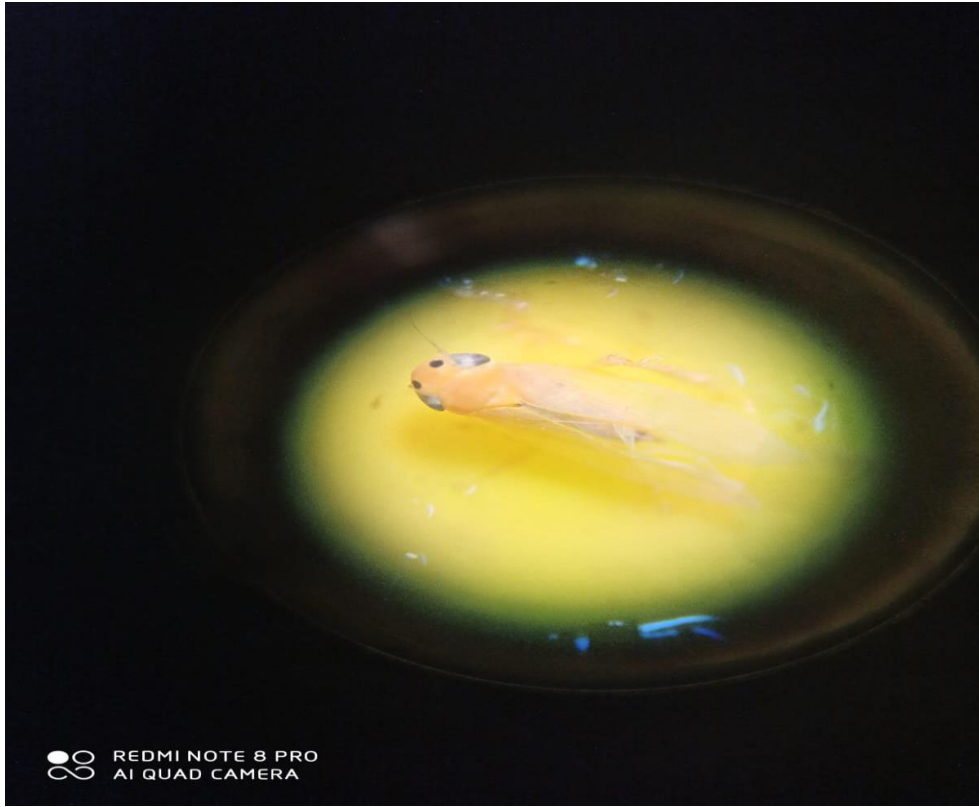
Çalışmada, tüm tekerrür alanlara, 6 Ağustos tarihinde, her parselde 1 adet olacak biçimde toplam 8 adet sarı yapışkan tuzaklar (BKS sarı yapışkan tuzak, 20-40 cm boyutlu) yerleştirilmiştir. Buna göre, çalışmada kullanılan tüm tuzaklar, tekerrür alanlara yerleştirildikten itibaren aynı sayılarda, haftada bir olarak yenisiyle değiştirilmiştir. Çalışmada ayrıca, haftada bir olarak aynı tarihlerde toplam 8 adet atrap sayımı ve yine sekiz hafta süresince haftada bir olarak 10 dakika göz ile sayım yapılmıştır.

### 2.4. Sayım ve teşhis

Çalışmada, her hafta yenilenen tuzaklar + göz- atrapla tespit edilen tüm *Cicadulina* spp. erginleri (Şekil 1), aynı hafta toplanıp laboratuvara getirilip, stereo mikroskop ve göz yardımıyla belirlenerek, tüm sayılar not edilmiştir.

### 2.5. Analiz edilecek yaprak örneğini hazırlama ve GC-MS analizi

Arazi çalışması sonrası, GC-MS analizi için BTH içerikli bitki aktivatörüyle muamele edilmiş 3 adet yaprak örnekleri toplandıktan sonra, analizde kullanılmak üzere her biri aynı ağırlıklarda (2-3 gr) hassas bir teraziyle tartılmıştır. Daha sonra ise koku geçirmez belirli hacimli viallerin (Şeffaf vial, 20 ml) (Şekil 2) içine yerleştirilmişlerdir. Buna göre, analiz edilecek her bir örneğe iç standart olarak ise, 10 ml dichloromethane eklenmiş ve hazırlanan örnekler, GC-MS ile analiz edilmek üzere cihazın hot-plate kısmına analiz sırasına göre yerleştirilmiştir. Son olarak, hot-plate yardımıyla çalkalanarak belli bir sıcaklığa (250°C) erişen örneklerin analizi, GC-MS (Şekil 3) ile belirli bir sürede (45-59 dakika), uygun şekilde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Arazi çalışmasında tespit edilen *Cicadulina* spp. cinsi ergin bireyi



Şekil 2. Belirli yaprak örneklerinin analizinde kullanılan uygun septalı vialler



Şekil 3. Belirli yaprak örneklerine ait uçucu-aromatik bileşiklerin tespit edilmesinde kullanılan GC-MS cihazı

## 2.6. İstatistiksel analiz

Dört tekerrürlü ve 2 karakterli olarak tasarlanmış bu deneme deseninde, parsellerde 8 hafta süresince genel toplam sayı (adet) ve tekerrür başına haftalık olarak ortalama sayı (adet) olarak tespit edilen *Cicadulina* spp. ergin sayılarına ait tüm verilerin istatistiksel analizi SPSS programı kullanılarak yapılmıştır. Buna göre, genel toplam sayı,

*Acibenzolar-S-methyl (BTH)* içeren bir bitki aktivatörünün *Cicadulina* spp. *Naudé* (Hemiptera: Cicadellidae) üzerindeki repellent etkisinin belirlenmesi

Sultan ÇOBAN, Emine ÇIKMAN

haftalık ortalama sayı ve gruplar arasındaki karşılaştırmalar, bağımsız iki örneklem t-testi (independent two samples t-test) ile analiz edilmiştir. Analizlerde anlamlılık seviyesi olarak ise 0.05 kullanılmış olup, t-cetvel değerinin thesap değerinden küçük olması durumunda anlamlı farklılığın olduğu; t-cetvel değerinin thesap değerinden büyük olması durumunda ise anlamlı farklılığın olmadığı belirtilmiştir. Ayrıca tüm hesaplamalar 4 farklı tekerrür değerlerine göre yapılmıştır.

GC-MS analizi ile ise belirli yaprak örneklerinin içeriğinde bulunan uçucu-aromatik maddeler ve bu maddelere ilişkin % oran verileri belirlenmiştir. Elde edilen bu veriler, uygun sütun grafikte gösterilip, istatistiki olarak önemli ölçüde belli bir güven aralığına (% 95) göre açıklanıp yorumlanmıştır.

### 3. Bulgular

#### 3.1. Sekiz haftalık toplam ortalama sayı olarak tespit edilen *Cicadulina spp.* erginleri

2017 ve 2018 yıllarında, BTH içerikli bitki aktivatörü ile oluşturulan ekstraktın uygulandığı B parseli ile kontrol parselinde, mısırdaki tuzak + göz + atrap aracılığıyla tespit edilen *Cicadulina spp.* ergin sayıları, sekiz hafta süresince genel toplam sayı (adet) olarak Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Dekalp mısır çeşidinde 2017 ve 2018 yıllarında tespit edilen sekiz haftalık genel toplam *Cicadulina spp.* ergin sayıları (adet)

Tür ve Yıl	Parsellerde Tespit Edilen Genel Toplam Sayı		SE (Standart Hata)	t-cetvel (6; 0.05)	thesap
	A	B			
<i>Cicadulina spp.</i> 2017	178	81	9.16	2.447	2.65*
<i>Cicadulina spp.</i> 2018	1538	295	109.3	2.447	2.84*

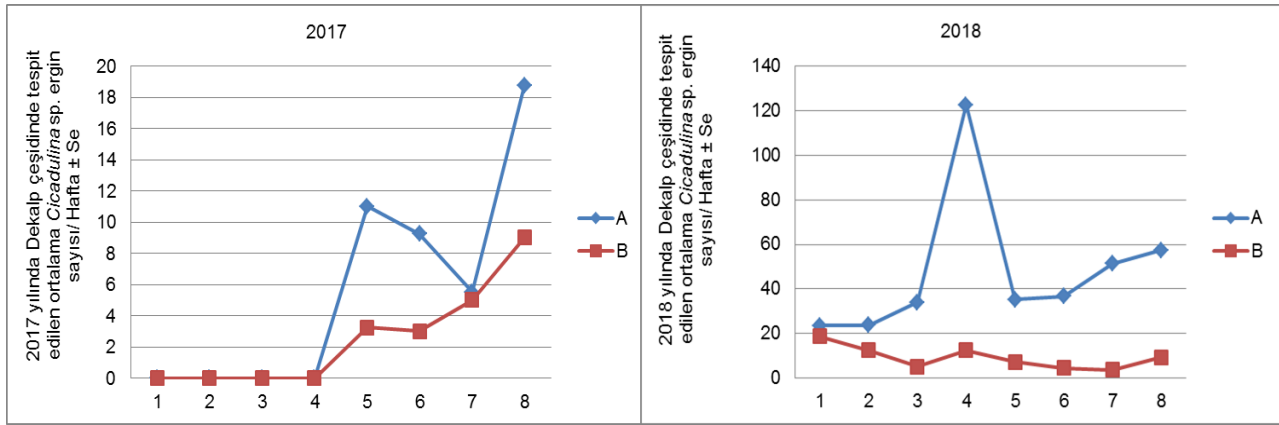
(Hesaplamalarda 4 Farklı Tekerrür Değerleri Baz Alınmıştır) (Toplam Sayıların Gruplandırılmasında Bağımsız İki Örneklem t-Testi Kullanılmıştır) (SE: Standart Hata), \*: P<0.05

Tablo 1’e göre, Dekalp mısır çeşidinde 2017 yılında sayımların yapıldığı sekiz hafta sonunda, B (81 birey) parseli, kontrol (178 birey) parseline göre istatistiki açıdan önemli olarak daha az sayıda *Cicadulina spp.* ergin bireyleri çekmiştir (SE: 9.16; t-cetvel (6; 0.05): 2.447; thesap: 2.65; P<0.05). Kontrol parseline göre; B parselinde yaklaşık olarak 2.2 kat daha az sayıda *Cicadulina spp.* ergin bireyleri tespit edilmiştir. 2018 yılında ise sekiz hafta sonunda, B (295 birey) parseli, kontrol (1538 birey) parseline göre istatistiki açıdan önemli olarak daha az sayıda *Cicadulina spp.* ergin bireyleri çekmiştir (SE: 109.3; t-cetvel (6; 0.05): 2.447; thesap: 2.84; P<0.05). Kontrol parseline göre; B parselinde yaklaşık olarak 5.21 kat daha az sayıda *Cicadulina spp.* ergin bireyleri tespit edilmiştir.

#### 3.2. Haftalık ortalama sayı olarak tespit edilen *Cicadulina spp.* erginleri

BTH içerikli bitki aktivatörü ile oluşturulan ekstraktın uygulandığı B parseli ile kontrol parselinde, yine mısırdaki tuzak + göz + atrap aracılığıyla 2017 ve 2018 yıllarında tespit edilen *Cicadulina spp.* ergin sayıları, haftalık ortalama sayı(adet) olarak Şekil 4’te verilmiştir.

Şekil 4’e göre, uygulamalar arasındaki haftalık farklılıklar incelendiğinde, 2017 yılında, sayım yapılan sekiz hafta süresince, kontrol parseline göre, B parselinde 5. haftada istatistiki olarak anlamlı derecede daha az (3.25 birey/tekerrür) ergin elde edilmiştir (5. hafta; t-cetvel (6; 0.05): 2.447, thesap: 2.82, SE: 2.75, P<0.05). 2018 yılında ise yine sayım yapılan sekiz hafta süresince, kontrol parseline göre, B parselinde toplam 4 haftada (3, 4, 5. ve 6. haftalar; sırasıyla 5.25, 12.5, 7.25 ve 4.5 birey/tekerrür) istatistiki olarak anlamlı derecede daha az ergin birey elde edilmiştir (3. hafta; t-cetvel (6; 0.05): 2.447, thesap: 2.54, SE: 11.3; 4. hafta; t-cetvel (6; 0.05): 2.447, thesap: 2.72, SE: 40.4; 5. hafta; t-cetvel (6; 0.05): 2.447, thesap: 2.48, SE: 11.3; 6. hafta; t-cetvel (6; 0.05): 2.447, thesap: 2.91, SE: 11.1; tüm haftalar için P<0.05).



Şekil 4. Dekalp Mısır Çeşidinde 2017 ve 2018 Yıllarında İstatistik Olarak Anlamlı Derecede Kontrole Göre Daha Az Tespit Edilen Ortalama *Cicadulina* spp. Cinsine Ait Ergin Birey Sayılarının Haftalara Göre Karşılaştırılması (Hesaplamalarda 4 Farklı Tekerrür Ortalaması Baz Alınmıştır) (Ortalamaların Gruplandırılmasında Bağımsız İki Örneklem t-Testi Kullanılmıştır) (2017; 5. hafta; tçetvel (6; 0.05): 2.447, thesap: 2.82, SE: 2.75; 2018; 3. hafta; tçetvel (6; 0.05): 2.447, thesap: 2.54, SE: 11.3; 4. hafta; tçetvel (6; 0.05): 2.447, thesap: 2.72, SE: 40.4; 5. hafta; tçetvel (6; 0.05): 2.447, thesap: 2.48, SE: 11.3; 6. hafta; tçetvel (6; 0.05): 2.447, thesap: 2.91, SE: 11.1; tüm haftalar için P<0.05)

### 3.3. İklim verileri

Çalışmaya ilişkin Şanlıurfa ili 2017 ve 2018 yıllarına ait iklim verileri Tablo 2 ve 3'te verilmiştir. Tablo 1'de hem A hem de B parsellerinin her ikisinde de 2017 yılında diğer yıla göre daha az sayıda *Cicadulina* spp. ergin sayılarının tespit edildiği, ayrıca Şekil 2'de 2018 yılında her iki parselde de tüm haftalarda *Cicadulina* spp. ergin sayılarının tespit edildiği, 2017 yılında ise her iki parselde en az 4 haftada herhangi bir ergin sayısının tespit edilmediği gözlenmiştir. Buna göre, 2017 yılında bir diğer yıla göre tespit edilen bu farkların, bu yılda, canlılar üzerinde önemli bir abiyotik faktör olan sıcaklığa ait haftalık sıcaklık ortalamalarının, son hafta haricinde, diğer tüm haftalarda 30°C ve üzerinde seyretmesi kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Tablo 2. Çalışmaya ilişkin Şanlıurfa ili 2017 yılı iklim verileri [16]

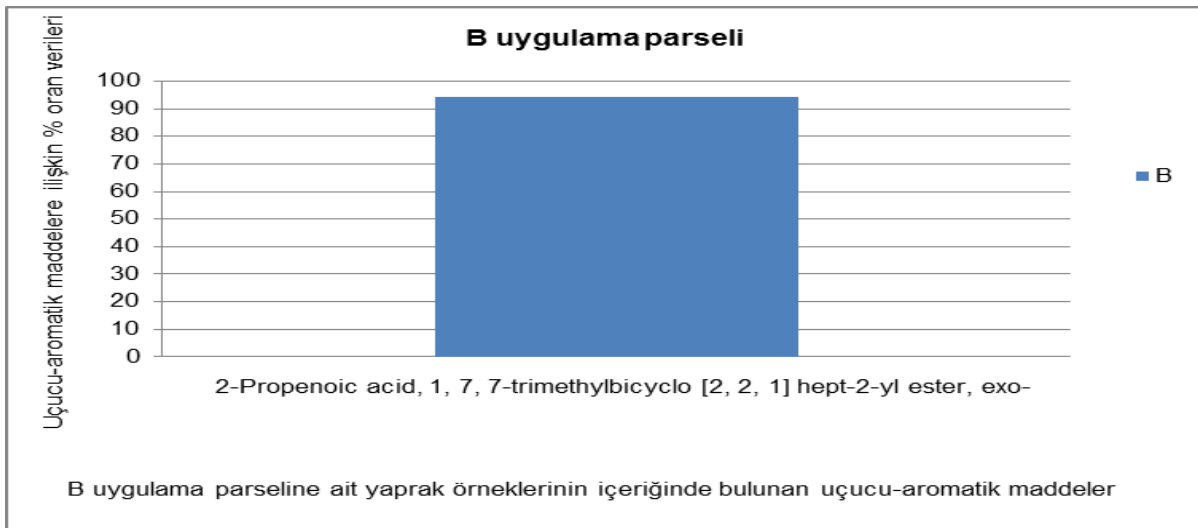
Meteorolojik veriler								
Haftalar	6-12 Ağustos	13-19 Ağustos	20-26 Ağustos	27 Ağustos-2 Eylül	3-9 Eylül	10-16 Eylül	17-23 Eylül	24-30 Eylül
En Yüksek Sıcaklık Ortalaması (°C)	41.2	38.9	38.9	38.2	37.7	39.4	36.3	33.5
En Düşük Sıcaklık Ortalaması (°C)	26.9	24.4	24.2	23.7	23.3	24.4	23.7	19.9
Haftalık Sıcaklık Ortalaması (°C)	34.1	31.7	31.6	31.0	31.0	32.0	30.0	26.7
Haftalık Nispi Nem Ortalaması (%)	29.3	49.2	45.2	40.2	31.2	26.5	33.3	24.3

Tablo 3. Çalışmaya ilişkin Şanlıurfa ili 2018 yılı iklim verileri [16]

Meteorolojik veriler								
Haftalar	6-12 Ağustos	13-19 Ağustos	20-26 Ağustos	27 Ağustos-2 Eylül	3-9 Eylül	10-16 Eylül	17-23 Eylül	24-30 Eylül
En yüksek sıcaklık ortalaması (°C)	38.1	39.1	39.3	38.3	35.4	33.2	34.9	34.0
En düşük sıcaklık ortalaması (°C)	22.7	23.1	23.7	21.8	20.8	19.7	19.4	17.7
Haftalık sıcaklık ortalaması (°C)	30.4	31.1	31.5	30.1	28.1	26.5	27.2	25.9
Haftalık nispi nem ortalaması (%)	38.4	33.3	42.4	40.0	40.6	41.2	27.6	32.6

### 3.4. GC-MS analizi sonuçları

Dekalp mısır çeşidinde BTH içerikli bitki aktivatörü ekstraktıyla muamele edilen B parselinden arazi çalışması sonunda toplanılan belirli sayıda yaprak örneklerinin GC-MS cihazı ile analiz edilmesi sonucunda, yaprak örneklerinin içeriğinde bulunan uçucu-aromatik maddeler ve bu maddelere ilişkin % oran verileri sütun grafiği şeklinde gösterilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. B uygulama parselinde Dekalp mısır çeşidi yapraklarından salınan kokular (uçucu-aromatik maddeler) ve bu kokulara ilişkin yüzde (%) oran verileri (% 95 güven aralığı)

Şekil 5'te % 95 güven aralığına göre istatistiksel anlamlılık hesaba katıldığında, B uygulama parseline ait yaprak örneklerinde, sadece tek bir uçucu-aromatik maddenin (2-Propenoic acid, 1, 7, 7-trimethylbicyclo [2, 2, 1] hept-2-yl ester, exo-) ön plana çıktığı tespit edilmiştir.

#### 4. Sonuçlar ve tartışma

BTH ile muamele edilmiş bitkilerde savunma tepkisinde yer alan enzim aktivitesinin arttığı bildirilmiştir [3]. Öte yandan BTH'nin etki mekanizmasının temel olarak fenilalanin amonyak liyaz aktivitesinin artışı ve fenolik bileşiklerin sentezlenmesi ile ilişkili olabileceği düşünülse de aktivatörün bitkilerde zararlılara karşı oluşturduğu dayanıklılık mekanizması tam olarak çözülebilmemiş değildir [27]. Ayrıca, bazı bitkilerin bünyesinde bulunan bazı spesifik uçucu-aromatik maddeler vardır ki, bunlar birtakım herbivor böcekler üzerinde repellent etkileriyle bitkinin doğrudan dayanıklılığına katkıda bulunabilmektedirler [24].

Bu makale çalışmasında ise B uygulama parselinde Dekalp çeşidi mısırın, açık alan koşullarında *Cicadulina* spp. ergin bireylerinin istilasına tepki olarak salgıladığı 2-Propenoic acid, 1, 7, 7-trimethylbicyclo [2, 2, 1] hept-2-yl ester, exo- uçucu-aromatik maddesinin, *Cicadulina* spp. üzerindeki repellent etki mekanizmasında açıkça rol alabileceği tespit edilmiştir. İlaveten, bu çalışmada, aynı uçucu-aromatik maddenin, *Cicadulina* spp. üzerindeki repellent etkisiyle mısırın doğrudan dayanıklılığına katkısı olabileceği de ortaya çıkarılan bir diğer tespit olmuştur. Buna karşılık, elbette ki konuyla ilgili olarak daha fazla sayıda araştırmaların yapılmasına ihtiyaç bulunmaktadır.

Bununla birlikte daha çok hastalık yapıcı patojenlerle ilgili yapılan çalışmalara konu olan BTH'nin herbivor böceklerin kontrolünde kullanımı hakkında yapılan çalışmalar daha sınırlıdır. Bu çalışmalarda BTH'nin çeşitli böceklerin [yaprak bitleri (Hemiptera: Aphididae) [34] ve pisillidler (Hemiptera: Psyllidae) [6] gibi floemle beslenen böcekler, beyaz sinekler [18], çeşitli Lepidoptera [7] ve *Tetranychus urticae* C. L. Koch, 1836 (Trombidiformes: Tetranychidae) [5]] populasyonlarını ve bazı fizyolojik aktivitelerini azaltarak ya da tercihlerini etkileyerek, bitki savunmasını güçlendirdiği raporlanmıştır.

Verilen bu literatür örnekleriyle benzer ölçüde bu makale çalışmasında da BTH içerikli bitki aktivatörü, *Cicadulina* spp. ergin populasyonlarını önemli ölçüde azaltarak etkili olmuştur. Buna göre, mısır üzerinde bu cinse ait repellent etkinin araştırıldığı çalışmanın, konuyla ilgili literatür örneklerinin artırılmasında önemli bir katkısının olabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmada, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Osmanbey Kampüsü deneme alanında, 2017 ve 2018 yılları arasında, Dekalp mısır çeşidinin çevre dostu-bitkisel BTH içerikli bitki aktivatörünün yapraklara uygulanması şeklinde muamele edilmesi aracılığıyla, bu bitkide çeşitli yollarla tespit edilen *Cicadulina* spp. ergin cinsi üzerindeki repellent etkiler değerlendirilmiştir. Çalışmada, buna göre, her iki yılda da, BTH içerikli bitki aktivatörü ile oluşturulan ekstrakt uygulamasının, kontrol uygulamaya göre istatistiki olarak önemli ölçüde daha az sayıda *Cicadulina* spp. ergin bireyleri çektiği tespit edilmiştir. Ayrıca, muamele uygulamanın yapıldığı parsellerde belirli yaprak örneklerinden GC-MS analizi sonucu elde edilen 2-Propenoic acid, 1, 7, 7-trimethylbicyclo [2, 2, 1] hept-2-yl ester, exo- uçucu-aromatik maddesinin, *Cicadulina* spp. üzerindeki repellent etki mekanizmasında rol alabileceği de tespit edilmiştir. Nitekim, bu uçucu-aromatik madde, muameleli parsellerde BTH bitki aktivatörünün de yardımıyla, mısırın *Cicadulina* spp.'ya karşı salgıladığı doğal savunma mekanizmasının gerçekleştirilmesinde önemli bir esası teşkil edebilir.

Buna göre, bu çalışmada elde edilen tüm sonuçların açık alan koşullarında *Cicadulina* spp. herbivor böceğinin mısırlardan uzaklaştırılmasında BTH içerikli bitki aktivatörü aracılı olarak yapılacak çeşitli çalışmalara ışık tutabileceği, böylelikle zararlı böceklerle mücadelede biyolojik mücadeleye katkı sağlayabilecek, gelecekte tarımsal savaşta kimyasal mücadele kullanımını en aza indireyen çevreyle dost alternatif mücadele yöntemlerinin geliştirilmesinde faydalı olabileceği düşünülmektedir.

#### Teşekkür

Bu çalışma Harran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi 18163 Nolu proje kapsamında gerçekleştirilmiştir.

#### Kaynaklar

- [1] Araujo, L., Bispo, W. M. S., Rios, V. S., Fernandes, S. A., & Rodrigues, F. A. (2015). Induction of the phenylpropanoid pathway by acibenzolar-s-methyl and potassium phosphite increases mango resistance to *Ceratocystis fimbriata* infection. *Plant Disease*, 99, 447-459.
- [2] Bektas, Y., & Eulgem, T. (2015). Synthetic plant defense elicitors. *Frontiers Plant Science*, 5(804).
- [3] Cavalcanti, F. R., Resende, M. L. V., Carvalho, C. P. S., Silveira, J. A. G., & Oliveira, J. T. A. (2007). An aqueous suspension of *Crinipellis pernicioso* mycelium activates tomato defence responses against *Xanthomonas vesicatoria*. *Crop Protection*, 26, 729-738.
- [4] Chen, M. S. (2008). Inducible direct plant defense against insect herbivores: A review. *Insect science*, 15(2), 101-114.
- [5] Choh, Y., Ozawa, R., & Takabayashi, J. (2004). Effects of exogenous jasmonic acid and benzo (1, 2, 3) thiadiazole-7-carbothioic acid S-methyl ester (BTH), a functional analogue of salicylic acid, on the egg production of a herbivorous mite *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Applied Entomology and Zoology*, 39, 313-316.
- [6] Cooper, W. R., & Horton, D. R. (2017). Elicitors of host plant defenses partially suppress *Cacopsylla pyricola* (Hemiptera: Psyllidae) populations under field conditions. *Journal of Insect Science*, 17(2).



- [7] Derridj, S., & Borges, A. (2006). Apple tree resistance against an insect pest induced by an elicitor (ASM): Investigations by the analyses of the leaf surface metabolite on tree sites, IOBC workshop on methods in research on induced resistance. *IOBC/WPRS Bulletin*, 29(913).
- [8] Duman, E., & Altuntaş, H. (2018). Genotoxicity of azadirachtin on *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae). *Biological Diversity and Conservation*, 11(3), 24-30.
- [9] Feliziani, E., Landi, L., & Romanazzi, G. (2015). Preharvest treatments with chitosan and other alternatives to conventional fungicides to control postharvest decay of strawberry. *Carbohydrate Polymers*, 132, 111-117.
- [10] Foley, J. A., Ramankutty, N., Brauman, K. A., Cassidy, E. S., Gerber, J. S., Johnston, M., & Zaks, D. P. M. (2011). Solutions for a cultivated planet. *Nature*, 478, 337-342.
- [11] Godfray, H. C. J., Beddington, J. R., Crute, L. R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J. F., & Toulmin, C. (2010). Food security: The challenge of feeding 9 billion people. *Science*, 327, 812-818.
- [12] Gregory, P. J., & George, T. S. (2011). Feeding nine billion: The challenge to sustainable crop production. *Journal of Experimental Botany*, 62, 5233-5239.
- [13] Karban, R., & Baldwin, I. T. (1997). Induced responses to herbivory. *Chicago, USA: Chicago University Press*.
- [14] Li, X., Bi, Y., Wang, J. J., Dong, B., Li, H., Gong, D., & Shang, Q. (2015b). BTH treatment caused physiological: Biochemical and proteomic changes of muskmelon (*Cucumis melo* L.) fruit during ripening. *Journal of Proteomics*, 120, 179-193.
- [15] Meller Harel, Y., Haile Mehari, Z., Rav-David, D., & Elad, Y. (2014). Systemic resistance to gray mold induced in tomato by benzothiadiazole and *Trichoderma harzianum* T39. *Phytopathology*, 104, 150-157.
- [16] Meteorolojik veriler. (2018). Tarım ve Orman Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü.
- [17] Mewis, I., Appel, H. M., Hom, A., Raina, R., & Schultz, J. C. (2005). Major signaling pathways modulate *Arabidopsis* glucosinolate accumulation and response to both phloem-feeding and chewing insects. *Plant Physiology*, 138, 1149-1162.
- [18] Muñiz, M., & Nombela, G. (2009). Research on tomato resistance to the virus-transmitter whitefly *Bemisia tabaci* undertaken during the last years in Madrid (Spain). *Acta Horticulturae*, 808, 175-181.
- [19] Neto, A. C. R., Maraschin, M., & DiPiero, R. M. (2015). Antifungal activity of salicylic acid against *Penicillium expansum* and its possible mechanisms of action. *International Journal of Food Microbiology*, 215(215), 64-70.
- [20] Pradhanang, P. M., Ji, P., Momol, M. T., Olson, S. M., Mayfield, J. L., & Jones, J. B. (2005). Application of acibenzolar-S-methyl enhances host resistance in tomato against *Ralstonia solanacearum*. *Plant Disease*, 89, 989-993.
- [21] Quaglia, M., Ederli, L., Pasqualini, S., & Zizzerini, A. (2011). Biological control agentes and chemicas induceres of resistance for postharvest control of *Penicillium expansum* on apple fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 59(3), 307-315.
- [22] Rohilla, R., Singh, U. S., & Singh, R. L. (2001). Mode of action of acibenzolar S-methyl against sheath blight of rice caused by *Rhizoctonia solani* Kuhn. *Pest Management Science*, 58, 63-69.
- [23] Ryals, J. A., Neuenschwander, U. H., Willits, M. G., Molina, A., Steiner, H. Y., & Hunt, M. D. (1996). Systemic acquired resistance. *Plant and Cell Physiology*, 37, 762-769.
- [24] Sabelis, M. W., Jannssen, A., & Kant, M. R. (2001). Ecology: The enemy of my enemy is my ally. *Science*, 291, 2104-2105.
- [25] Schouteden, N., Lemmens, E., Stuer, N., Curtis, R., Panis, B., & Waele, D. D. (2017). Direct nematicidal effects of methyl jasmonate and acibenzolar-S-methyl against *Meloidogyne incognita*. *Natural Product Research*, 31(10), 1219-1222.
- [26] Spoel, S. H., & Dong, X. (2012). How do plants achieve immunity? Defence without specialized immune cells. *Nature Reviews Immunology*, 12, 89-100.
- [27] Stadnik, M. J., & Buchenauer, H. (1999). Accumulation of autofluorogenic compounds at the penetration site of *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* is associated with both benzothiadiazole induced and quantitative resistance in wheat. *Journal of Phytopathology*, 147, 615-622.
- [28] Sticher, L., Mauchmani, B., & Metraux, J. P. (1997). Systemic acquired resistance. *Annual Review of Phytopathology*, 35, 235-270.
- [29] Stiller, M. (2009). Biosystematics: Leafhoppers associated with grasslands of South Africa-Grassland Biome endemics. *Plant Protection, News*, 82(6).
- [30] Tomlin, C. D. S. (2001). The pesticide manual. *London: UK: British Crop Protection Council Press*.
- [31] Tripathi, D., & Pappu, H. R. (2015). Evaluation of acibenzolar-S-methyl-induced resistance against iris yellow spot tospovirus. *European Journal of Plant Pathology*, 142(4), 855-864.
- [32] Venâncio, W. S., Zagonel, J., Furtado, E. L., Souza, N. L., & Peres, N. A. R. P. (2000). Novos fungicidas, II-famoxadone e indutores de resistência. *Revisão Anual de Patologia de Plantas*, 8, 59-92.
- [33] Walters, D. R., Ratsep, J., & Havis, N. D. (2013). Controlling crop diseases using induced resistance: Challenges for the future. *Journal of Experimental Botany*, 64, 1263-1280.
- [34] Warneys, R., Gaucher, M., Robert, P., Aligon, S., Anton, S., Aubourg, S., & Degrave, A. (2018). Acibenzolar-s-methyl reprograms apple transcriptome toward resistance to rosy apple aphid. *Frontiers Plant Science*, 9(1795).
- [35] Yıldırım, E. (2008). Tarımsal zararlılarla mücadele yöntemleri ve kullanılan ilaçlar. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, 219(350).