

## Orijinal araştırma (Original article)

# Sera domatesi yetiştiriciliğinde *Eretmocerus mundus* (Hymenoptera: Aphelinidae) ve *Macrolophus melanotoma*'nın *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Miridae, Aleyrodidae)'ye karşı etkinlikleri<sup>1</sup>

Efficacy of *Eretmocerus mundus* (Hymenoptera: Aphelinidae) and *Macrolophus melanotoma* against *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Miridae, Aleyrodidae) in protected tomato

Kamil KARUT<sup>2\*</sup> Cengiz KAZAK<sup>2</sup>  
İsmail DÖKER<sup>2</sup> Amir Abdullahi Yousif MALİK<sup>2,3</sup>

## Summary

In this study, the success of single and combined releases of *Eretmocerus mundus* Mercet (Hymenoptera: Aphelinidae) and *Macrolophus melanotoma* (Costa) (Hemiptera: Miridae) against *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) were determined on greenhouse grown tomato plants that planted in net cages. The studies were conducted in spring growing seasons of the years 2009 and 2010. Experiments were established with four different treatments namely *B. tabaci* single (control), *M. melanotoma* single, *E. mundus* single, *M. melanotoma*+*E. mundus* combined releases with 3 replications (cage). In both years the *B. tabaci*, *E. mundus* and *M. melanotoma* were released 20, 6 and 0.5/plants, respectively. In order to determine population development of *B. tabaci* and *E. mundus*, leaf samples were taken at weekly intervals. In addition, numbers of immature and adult stages of *M. melanotoma* were counted by using visual control method on whole parts of 15 plants in each predator released cages. In the parasitoids released cages, the mean numbers of immature *B. tabaci* were not reached higher than 0.56 and 2.82 individuals/cm<sup>2</sup> in 2009 and 2010, respectively. These numbers were found to be lower than control and *M. melanotoma* single releases. The highest immature *B. tabaci* numbers were determined in control treatments as 51.10 and 31.12 per cm<sup>2</sup> in both years. Although *M. melanotoma* single release treatment reduced the whitefly numbers statistically compared to control treatment, it was not succeed as much as *E. mundus*. The results of this study showed that *B. tabaci* populations could be control without any insecticide treatments in greenhouse by using biological control programs that will be consisted with *E. mundus* and *M. melanotoma* in Turkey.

**Keywords:** Biological control, *Bemisia tabaci*, *Eretmocerus mundus*, *Macrolophus melanotoma*

## Özet

Bu çalışmada, *Eretmocerus mundus* Mercet (Hymenoptera: Aphelinidae) ve *Macrolophus melanotoma* (Costa) (Hemiptera: Miridae)'nin *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae)'ye karşı ayrı ayrı ve bir arada etkinlikleri cam sera içerisine yerleştirilmiş tül kafesler içerisinde yetiştirilen domates bitkileri üzerinde belirlenmiştir. Çalışma 2009 ve 2010 yıllarında bahar üretim sezonunda gerçekleştirilmiştir. Denemeler, tek *B. tabaci* (kontrol), tek *M. melanotoma*, tek *E. mundus* ve *M. melanotoma*+*E. mundus* bir arada olmak üzere 4 farklı uygulama ve 3 tekrarlı (kafes) olarak kurulmuştur. *B. tabaci*, *E. mundus* ve *M. melanotoma*, her iki yılda da bitki başına sırasıyla 20, 6 ve 0.5 adet olacak şekilde salınmıştır. Deneme süresince *B. tabaci* ve *E. mundus* popülasyon gelişimlerini belirlemek amacıyla haftalık aralıklarla yaprak örnekleri alınmıştır. Ayrıca, her kafeste rastgele seçilen 15 bitkinin tamamında gözle kontrol yöntemi kullanılarak *M. melanotoma*'nın nimf ve ergin dönemleri sayılmıştır. Çalışmada tek parazitot salımı yapılan kafeslerde ergin öncesi *B. tabaci* yoğunlukları 2009 ve 2010 yıllarında sırasıyla 0.56 adet/cm<sup>2</sup> ve 2.82 adet/cm<sup>2</sup>'nin üzerine çıkmamış ve kontrol ile tek avcı salımı yapılan kafeslerden düşük bulunmuştur. En yüksek *B. tabaci* ergin öncesi yoğunluğu ise aynı yıllarda 51.10 ve 31.12 adet/cm<sup>2</sup> ile kontrol uygulamalarından elde edilmiştir. Tek başına *M. melanotoma* uygulaması, kontrolle karşılaştırıldığında beyazsinek yoğunluğunda istatistiksel olarak önemli düşüşe sebep olsa da *E. mundus* kadar başarılı olamamıştır. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, Türkiye'de domates seralarında *E. mundus* ve *M. melanotoma*'nın birlikte kullanıldığı biyolojik mücadele yönteminin *B. tabaci* popülasyonunu hiç insektisit uygulamaya gerek kalmadan başarıyla baskı altına alabildiğini göstermiştir.

**Anahtar sözcükler:** Biyolojik mücadele, *Bemisia tabaci*, *Eretmocerus mundus*, *Macrolophus melanotoma*

<sup>1</sup> Bu çalışma 108O087 numaralı proje kapsamında TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir

<sup>2</sup> Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü 01330, Balcalı, Adana, Türkiye

<sup>3</sup> Agricultural Research Corporation (ARC), Wad Medani, Sudan

\* Sorumlu yazar (Corresponding author) e-mail: karuti@cu.edu.tr

Alınış (Received): 01.02.2016 Kabul ediliş (Accepted): 26.02.2016 Çevrimiçi Yayın Tarihi (Published Online): 29.02.2016

## Giriş

Türkiye'de, örtüaltı sebze yetiştiriciliği, sera ve alçak plastik tünel altındaki tarımsal üretimi kapsamakta olup, toplam örtüaltı üretim alanı 2014 yılı itibarı ile yaklaşık 64.911 ha'ra ulaşmıştır (TÜİK, 2014). Türkiye 2012 üretim sezonunda 10.350.000 ton domates üretimi ile dünyada Çin, Hindistan ve A.B.D.'den sonra dördüncü sırada yer almaktadır (FAO, 2013). Örtü altında gerçekleştirilen diğer sebze üretimlerinde olduğu gibi domates üretiminde karşılaşılan sorunların başında zararlı ve hastalıklar ilk sırayı almaktadır. Bunlardan beyazsinek, *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) (i) ergin öncesi dönemlerinin bitkilerde doğrudan beslenmesi, (ii) salgıladıkları madde ile saprofit mantarların gelişmesi sonucu fumajin oluşması ve (iii) virüsleri taşıyarak ekonomik kayıplara neden olmasından dolayı önemli bir zararlı olarak karşımıza çıkmaktadır (Stansly & Naranjo, 2010). Türkiye'de bu zararlıya karşı, üreticiler tarafından öncelikli olarak kimyasal mücadele tercih edilmekte olup, bir üretim sezonunda kokteyl ilaçlardan oluşan en az 10 uygulama yapılmaktadır (Karut et al., 2012). Başarılı bir biyolojik mücadele uygulaması kimyasal mücadele uygulamalarından kaynaklanan, kalıntı ve direnç gibi olumsuzlukların önüne geçmektedir (van Lenteren, 2006; Kazak et al., 2015). Günümüzde seralarda yetiştirilen ürünlerde zararlılara karşı biyolojik mücadele tüm dünyada başarıyla uygulanmaktadır. Bu nedenle Türkiye'de de seralarda domates üretiminde *B. tabaci* ile mücadelede etkili bir biyolojik mücadele programının geliştirilmesi zorunludur.

Günümüzde özellikle seralarda *B. tabaci*'nin biyolojik mücadelesinde kullanılmak üzere birçok doğal düşman çeşitli firmalar tarafından kitle halinde üretilip satılmaktadır (Gerling et al., 2001; Alomar et al., 2006; Arno et al., 2010). Ancak ticari doğal düşman türleri ile karşılaştırıldığında yerli türlerin ortama ve zararlıya olan daha yüksek adaptasyonlarından dolayı başarılı olma şansları artmaktadır. Parazitoid *Eretmocerus mundus* Mercet (Hymenoptera: Aphelinidae) ve avcı *Macrolophus melanotoma* (Costa) (Hemiptera: Miridae) Türkiye'nin de içinde bulunduğu Akdeniz ülkelerine uyum sağlamış yerli doğal düşman türleridir (Alomar et al., 1994; Gerling et al., 1998; Ulusoy, 1999; Castañé et al., 2004; Urbaneja & Stansly, 2004; Perdakis et al., 2007; Karut et al., 2012). *E. mundus* Doğu Akdeniz'de seralarda saptanan en yaygın parazitoid türüdür (Karut, 2006; Karut et al., 2012). *M. melanotoma* ise yıl boyunca *Dittrichia viscosa* L. (W. Greuter) (Asteraceae) bitkisi üzerinde bulunmakta ve popülasyonu yaz aylarında artmaktadır (Lykouressis et al., 2012; Evangelou et al., 2013).

Beyazsineğin Türkiye'de 1928 yılından itibaren farklı kültür bitkilerinde sorun olduğu bildirilmektedir (Arık et al., 1976). Ancak zararlının seralarda biyolojik mücadelesine yönelik yapılmış çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Sınırlı sayıdaki bu çalışmalarda, *B. tabaci* ve doğal düşmanlarının sorveyleri ile durumları belirlenmiş, ayrıntılı salım ve etkinlik çalışmaları yapılmamıştır (Öncüler et al., 1994; Yaşarakıncı & Hıncal, 1996; Yoldaş et al., 1999; Bulut & Göçmen 2000; Yaşarakıncı, 2001; Karut, 2006; Karut et al., 2012). Türkiye'de yayınlanan çalışmalarla karşılaştırıldığında, yurtdışında zararlı ve doğal düşmanlarının seralardaki mevcut durumlarını bildiren çalışmaların yanında *B. tabaci*'nin biyolojik mücadelesine yönelik *M. caliginosus* (Wagner), *M. pygmaeus* (Rambur) (Hemiptera: Miridae) ve *E. mundus* gibi türlerin kullanıldığı salım çalışmaları daha fazla yürütülmüştür (Stansly et al., 2005; Alomar et al., 2006; Gabarra et al., 2006; López & Andorno, 2009). Ancak beyazsineğin diğer bir potansiyel doğal düşmanı *M. melanotoma* ile yapılan çalışmalar laboratuvar denemeleri ile sınırlı kalmıştır (Lykouressis et al., 2012). Ayrıca, yapılan çalışmalar incelendiğinde, domates bitkisinde *B. tabaci*'nin biyolojik mücadelesinde *M. melanotoma*'nın parazitoit *E. mundus* ile birlikte zararlıya karşı kullanım olanaklarının araştırıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu bağlamda, bu çalışmada temel amaç, seralarda domates yetiştiriciliğinde *E. mundus* ve *M. melanotoma*'nın yerli popülasyonlarının, *B. tabaci*'nin mücadelesinde kullanım olanaklarının araştırılmasıdır. Böylece, seralarda bir üretim sezonunda 10-12 adede ulaşan ilaçlama sayısı azaltılacak, daha sağlıklı ve kalıcı olan biyolojik mücadele yönteminin seralara yerleştirilmesi için gerekli bilgi birikimine katkı sağlanacaktır.

## Materyal ve Yöntem

### *Bemisia tabaci*, *Macrolophus melanotoma* ve *Eretmocerus mundus* üretimi

*Bemisia tabaci* başlangıç popülasyonu, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü araştırma parselinden pamuk bitkileri üzerinden toplanmıştır. Zararlı *B. tabaci* üretimi, içerisinde domates, patlıcan ve pamuk bitkileri bulunan iklim odalarında gerçekleştirilmiştir. Avcı *M. melanotoma*, Mersin İli'nden *Dittrichia viscosa* (L.) Greuter (Asteraceae) bitkileri üzerinden toplanmıştır. Toplanan bireylerden bir kısmı ileride yapılacak moleküler tanı çalışmalarında kullanılmak üzere % 96'lık alkolde saklanmıştır. Söz konusu avcı, beyazsinek ile bulaşık bitkiler üzerinde av üretiminden farklı bir iklim odasında kültüre alınmıştır. Daha önce yapılmış çalışmalarda *M. caliginosus* (Wagner) olarak bilinen türün aslında *M. pygmaeus* (Rambur) ve *M. melanotoma* (Costa)'dan oluşan tür kompleksi olduğu ve bunların türe özel primer kullanılarak moleküler yöntemler ile ayrılabilirdiği Evangelou et al. (2013) ile Castane et al. (2013) tarafından bildirilmiştir. Ayrıca aynı araştırmacılar *M. pygmaeus*'un Solanaceae familyasına ait kültür bitkilerinde (domates, patlıcan vb), *M. melanotoma*'nın ise kültürü yapılmayan ve Akdeniz ülkelerinde yaygın olarak bulunan *D. viscosa* bitkisini tercih ettiğini bildirmişlerdir.

Denemelerde kullanılan ve *D. viscosa* bitkisinden toplanan avcı böceğin teşhisi, Castane et al. (2013)'ın bildirdiği türe özel, 154 bç ağırlığında bant veren, mitokondrial gen bölgesine ait primer çifti (Mp1F/Mp4R ve Mm1F/Mm3R) kullanılarak Çukurova Üniversitesi, Bitki Koruma Bölümü, Böcek Biyoteknolojisi Labortuarı'nda klasik PCR yöntemi ile yapılmıştır.

*Eretmocerus mundus*'un başlangıç popülasyonu, Bitki Koruma Bölümü Araştırma ve Uygulama Parseli'nden beyazsinek ile bulaşık pamuk (*Gossypium hirsutum* L., Malvaceae) yapraklarından elde edilmiştir. Bunun için pamuk yaprakları laboratuvar koşullarında parazitoid elde etme kaplarına alınmış, buradan toplanan erginler ile üretim başlatılmıştır. *E. mundus*'un tanısı Sharaf (1982)'e göre anten, abdomenin ilk iki segmentindeki renklenme ve ovipozitör ucunun özelliklerine bakılarak yapılmıştır. *E. mundus* üretimi, içerisinde beyazsinek ile bulaşık bitkilerin bulunduğu iklim odasında gerçekleştirilmiştir.

Zararlı ve doğal düşman üretimlerinin tamamı 25±1 °C sıcaklık, % 70±10 orantılı nem ve 16:8 aydınlık-karanlık özelliklere sahip iklim odalarında yapılmıştır.

### Denemelerin kurulması

Denemeler, 2009 ve 2010 yılları bahar sezonunda, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü Araştırma ve Uygulama Parseli'nde bulunan cam seralar içerisine kurulmuş olan 3X3X2.5 m ölçülerinde tül kafeslerde yürütülmüştür. Çalışmalarda fide üreticilerinden sağlanan, GÖKÇE çeşidi domates (*Lycopersicon esculentum* Mill., Solanaceae) fideleri kullanılmıştır. Fideler, her kafeste 30 adet bitki olacak şekilde aktarılmıştır. Denemeler tesadüf parselleri deneme desenine göre "*E. mundus* (1), *M. melanotoma* (2), *M. melanotoma*+*E. mundus* (3) ve kontrol (4) olmak üzere 4 farklı uygulama ve 3 tekrarlı olarak kurulmuştur. Birinci uygulamada içerisinde *B. tabaci* ile bulaşık bitkilerin bulunduğu kafeslere sadece parazitoid *E. mundus*, ikinci uygulamada sadece avcı *M. melanotoma*, üçüncü uygulamada *E. mundus* ve *M. melanotoma* birlikte salınmıştır. Dördüncü uygulamada ise hiç doğal düşman salımı yapılmayıp kontrol olarak bırakılmıştır. Her bir kafes bir tekrar olarak kabul edilmiştir. Fideler aktarıldıktan bir hafta sonra, *B. tabaci* üretim kolonisinden ağız aspirtatörü yardımıyla Eppendorf® tüplerine aktarılan ergin *B. tabaci* bireyleri bitki başına 20 adet olacak şekilde kafeslere salınmıştır. Daha sonra beyazsineğin domates bitkileri üzerinde popülasyon oluşturması ve parazitlenme için uygun dönem olan 2. nimf dönemine gelmesi için beklenmiştir (Karut, 2007). Yaklaşık 10 gün sonra, parazitoid üretim kafeslerinden üzeri bol parazitoid pupalarıyla dolu yapraklar ergin bireylerin elde

edilmesi için parazitoid çıkarma kaplarına alınmıştır. Burada pupalardan çıkan erginler ağız aspiratörü yardımıyla Eppendorf® tüplerine alınmıştır. *E. mundus* ergin dişileri 6 adet/bitki olacak şekilde salınmıştır (López & Andorno, 2009). *M. melanotoma* salımında da benzer yöntem izlenmiş, üretim kolonisinden ağız aspiratörü yardımıyla Falcon tüplerine aktarılan *M. melanotoma*'nın çiftleşmiş ergin dişileri her iki bitkiye 1 adet olacak şekilde salınmıştır (Gabarra et al., 2006).

### Örnekleme

Zararlı ve doğal düşman örneklemelerine, *E. mundus* ve *M. melanotoma*'nın yerleşip popülasyon oluşturmasını sağlamak amacıyla salımdan 2 hafta sonra başlanmıştır. *B. tabaci* ergin öncesi dönemlerinin popülasyon gelişimi ile parazitlenme oranlarının belirlenmesinde, her kafesten rastgele seçilen 15 bitkinin orta bölümünden birer yaprak (Her uygulama için toplam 45 yaprak) alınarak laboratuvara getirilmiş ve sayımlar stereobinoküler mikroskop yardımıyla yapılmıştır. Sayımlarda 2x2 cm (4 cm<sup>2</sup>) boyutlarında, üzerinde 2 adet sayım olanağı veren şablonlar kullanılmıştır. Hazırlanan bu şablon yaprak alt yüzeyine tesadüfi olarak yerleştirilmiş ve her yaprakta toplam 8 cm<sup>2</sup> alanda *B. tabaci*'nin ergin öncesi dönemleri ile parazitli bireyler ayrı ayrı sayılmıştır. Parazitlenme oranı, 8 cm<sup>2</sup> alanda bulunan parazitli birey sayısının toplam birey sayısına bölümü ile hesaplanmıştır. *B. tabaci* erginleri sezon sonuna kadar kafes içerisinde gözle kontrol yöntemi kullanılarak sayılmış, her kafeste rastgele seçilen 15 bitkinin üst bölümünden 2 yaprak olmak üzere toplam 30 yaprak hafifçe çevrilerek yaprak alt yüzeyinde bulunan erginler kaydedilmiştir.

*Macrolophus melanotoma*'nın nimf ve ergin dönemleri de gözle kontrol yöntemi kullanılarak tüm sezon boyunca sayılmıştır. Bunun için her kafeste rastgele seçilen 15 bitkinin tamamı gözle kontrol edilerek avcının nimf ve erginleri sayılarak kaydedilmiştir.

### İstatistiksel analizler

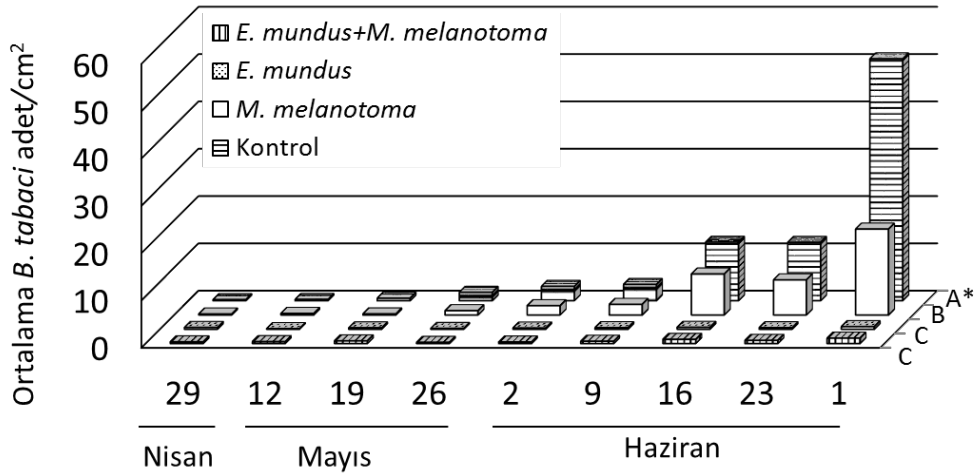
Elde edilen veriler SPSS 17.0 (Chicago IL, USA) paket programında Tekrarlı ANOVA Varyans Analizi (Repeated Measures ANOVA) kullanılarak analiz edilmiştir. Dört farklı uygulama "between subjects-factor" ve uygulamaların örnekleme tarihleri "within subjects-factor" arasındaki fark her iki yıl için ayrı ayrı Bonferroni çoklu karşılaştırma testi ile 0.05 önem seviyesinde belirlenmiştir. Analizden önce tüm verilere logaritmik transformasyon [Log<sub>10</sub> (n+1)] uygulanmış olup, sonuçlar orijinal veriler kullanılarak sunulmuştur.

## Araştırma Sonuçları

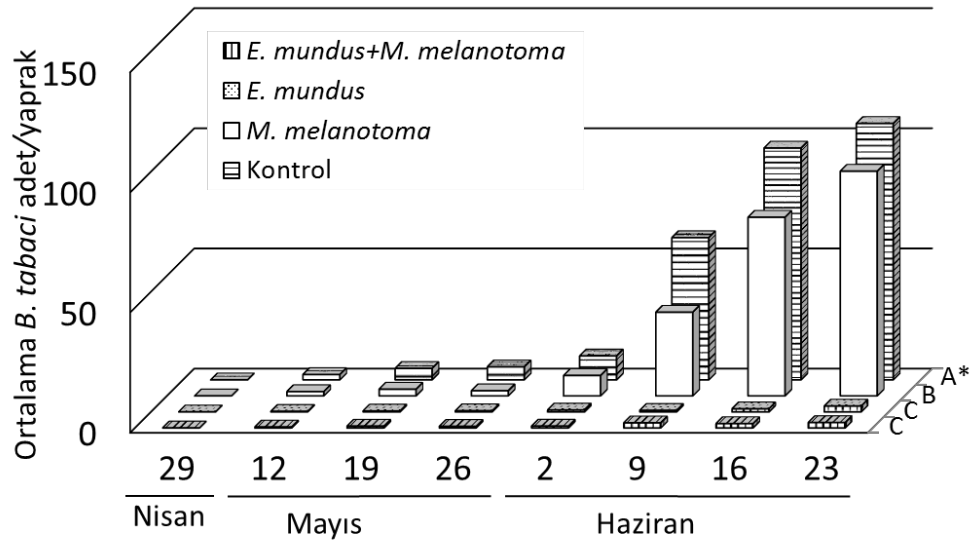
### *Bemisia tabaci* popülasyon gelişimi 2009

Ortalama *B. tabaci* ergin öncesi ve ergin yoğunlukları, dört uygulama arasında, tekrarlı ANOVA varyans analizi sonuçlarına göre önemli derecede farklı bulunmuştur (Ergin öncesi uygulama:  $F_{(3, 177)} = 152.918$ ;  $P < 0.001$ ; Ergin uygulama:  $F_{(3, 176)} = 892.633$ ;  $P < 0.001$ ). Aynı uygulama içinde farklı örnekleme tarihlerinde de istatistiksel fark saptanmıştır (Ergin öncesi, örnekleme tarihi:  $F_{(4.7, 1416)} = 206.201$ ;  $P < 0.001$ ; Ergin örnekleme tarihi:  $F_{(5.1, 1056)} = 531.938$ ;  $P < 0.001$ ). Benzer olarak örnekleme tarihleri ve uygulama X örnekleme tarihi etkileşimi de önemli derecede farklı bulunmuştur (Ergin öncesi, uygulama X örnekleme tarihi:  $F_{(14.2, 1416)} = 30.511$ ;  $P < 0.001$ ; Ergin, uygulama X örnekleme tarihi:  $F_{(15.4, 1056)} = 101.416$ ;  $P < 0.001$ ).

Dört farklı uygulamada haftalık en düşük ergin öncesi *B. tabaci* yoğunluğu, *E. mundus*'un tek başına salındığı uygulamadan elde edilmiş olup, deneme süresince ortalama 0.56 (adet/cm<sup>2</sup>)'yı (1 Haziran) geçmemiştir (Şekil 1). Haftalık en düşük *B. tabaci* ergin birey yoğunluğu ise parazitoid ve avcının bir arada salındığı uygulamada elde edilmiş, ortalama 2.24 (adet/yaprak)'ü (23 Haziran) geçmemiştir (Şekil 2). Beyazsineğin ergin ve ergin öncesi dönemleri için, parazitoid salınan uygulamalar istatistiksel olarak birbirinden farksız, kontrol ve sadece *M. melanotoma* salınan uygulamalardan farklı bulunmuştur ( $P < 0.001$ ) (Şekil 1 ve 2).



Şekil 1. Domates bitkisinde 2009 yılında dört farklı uygulamada elde edilen ortalama ergin öncesi *Bemisia tabaci* yoğunlukları. \*Aynı harfi taşıyan uygulamalar arasında Bonferroni testine göre fark yoktur ( $P < 0.001$ ).

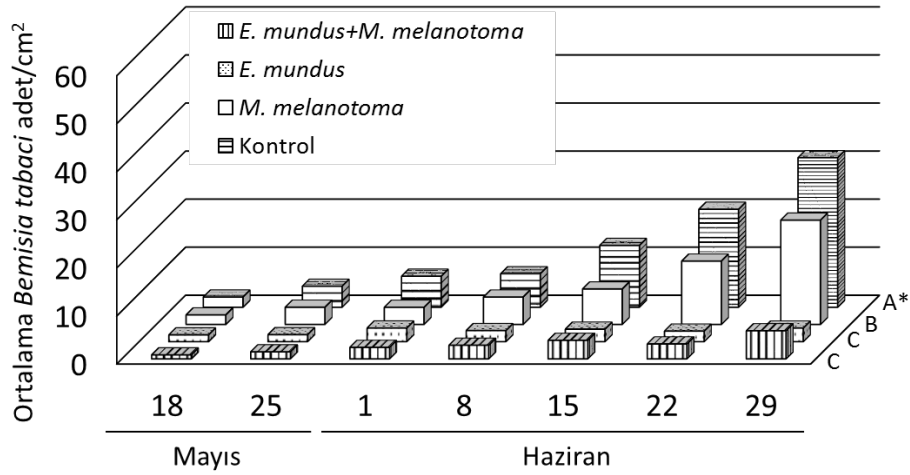


Şekil 2. Domates bitkisinde 2009 yılında dört farklı uygulamada elde edilen ortalama ergin *Bemisia tabaci* yoğunlukları. \*Aynı harfi taşıyan uygulamalar arasında Bonferroni testine göre fark yoktur ( $P < 0.001$ ).

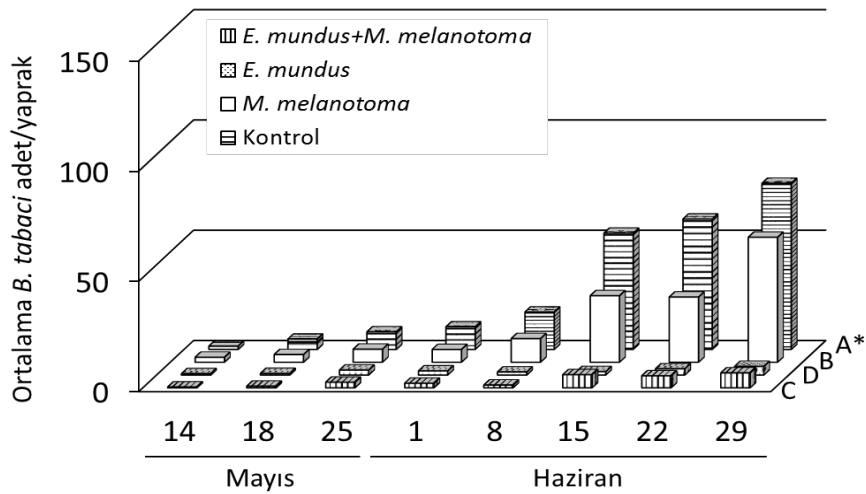
### ***Bemisia tabaci* popülasyonu gelişimi 2010**

Tekrarlı ANOVA varyans analizi sonuçlarına göre, ortalama *B. tabaci* ergin öncesi ve ergin yoğunlukları, 2009 yılına benzer şekilde, dört uygulamada önemli derecede farklı bulunmuştur (Ergin öncesi uygulama:  $F_{(3,116)}=60.859$ ;  $P < 0.001$ ; Ergin uygulama:  $F_{(3,168)} = 496.470$ ;  $P < 0.001$ ). Aynı uygulama içinde farklı örneklem tarihleri arasında da istatistiksel olarak fark bulunmuştur (Ergin öncesi, örneklem tarihi:  $F_{(4,1696)=94.439}$ ;  $P < 0.001$ ; Ergin örneklem tarihi:  $F_{(6,4,1176)}=293.283$ ;  $P < 0.001$ ). Ayrıca uygulama X örneklem tarihi etkileşimi de önemli derecede farklı bulunmuştur (Ergin öncesi, uygulama X örneklem tarihi:  $F_{(12,4,696)}=5.709$ ;  $P < 0.001$ ; Ergin, uygulama X örneklem tarihi:  $F_{(19,3,1176)} = 28.700$ ;  $P < 0.001$ ). Haftalık en düşük ergin öncesi *B. tabaci* yoğunluğu parazitoitin tek başına salındığı uygulamadan

elde edilmiş ve 29 Haziran'da ortalama 2.82 (adet/cm<sup>2</sup>) ile en yüksek değere ulaşmıştır (Şekil 3). Haftalık en düşük *B. tabaci* ergin birey yoğunluğu, ergin öncesi dönemlere benzer şekilde, *E. mundus*'un tek başına salındığı uygulamadan elde edilmiş ve ortalama 3.90 (adet/yaprak)'ı (29 Haziran) geçmemiştir (Şekil 4). Beyazsinek ergin öncesi popülasyon yoğunlukları parazitoit salınan uygulamalarda (tek *E. mundus* ve *E. mundus*+*M. melanotoma*) istatistiksel olarak farksız bulunurken, diğer uygulamalardan (Kontrol ve tek *M. melanotoma*) farklı bulunmuştur. Ergin yoğunluğu ise bütün uygulamalarda birbirinden farklı bulunmuştur ( $P<0.001$ ) (Şekil 4).



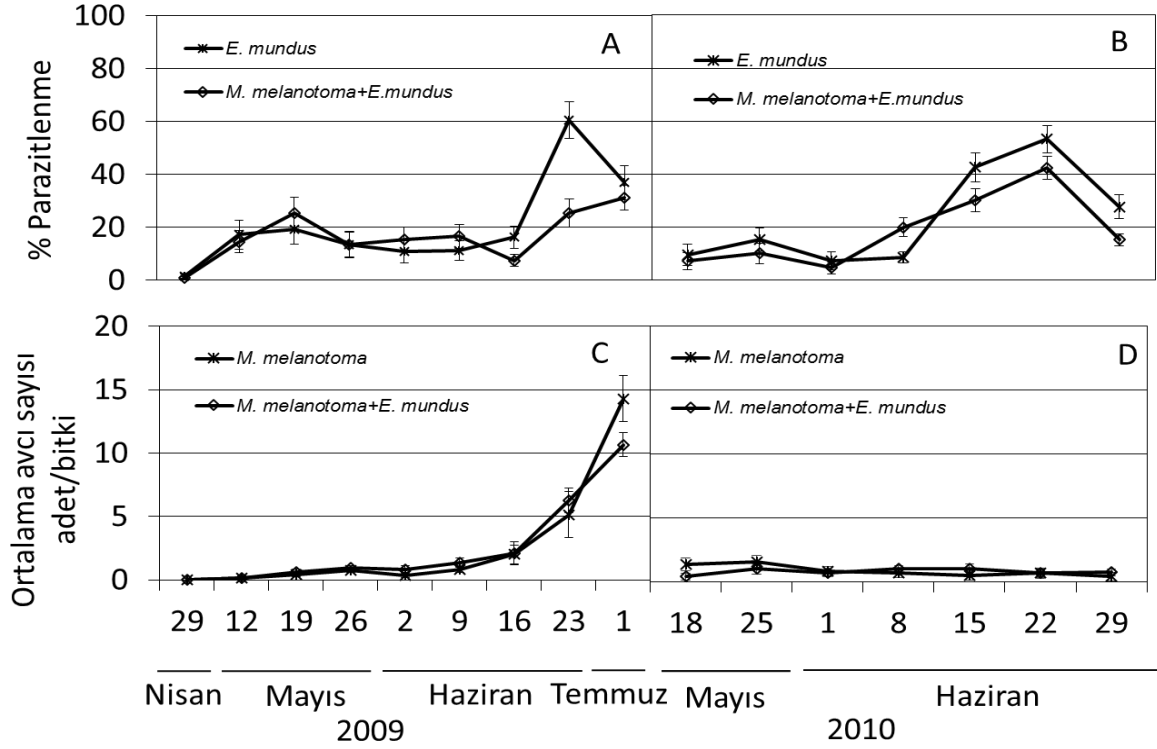
Şekil 3. Domates bitkisinde 2010 yılında dört farklı uygulamada elde edilen ortalama ergin öncesi *Bemisia tabaci* yoğunlukları. \*Aynı harfi taşıyan uygulamalar arasında Bonferroni testine göre fark yoktur ( $P<0.001$ ).



Şekil 4. Domates bitkisinde 2010 yılında dört farklı uygulamada elde edilen ortalama ergin *Bemisia tabaci* yoğunlukları. \*Aynı harfi taşıyan uygulamalar arasında Bonferroni testine göre fark yoktur ( $P<0.001$ ).

### Parazitoit, *Eretmocerus mundus* aktivitesi

Genel olarak, her iki yılda da % parazitlenme oranı tek başına *E. mundus* salımı yapılan uygulamada, parazitoitin avcı ile birlikte salındığı uygulamadan daha yüksek bulunmuştur. *E. mundus*'un *M. melanotoma* ile bir arada salındığı ve tek başına salındığı uygulamalarda en yüksek parazitlenme oranı, 2009 yılında sırası ile % 31.23 ve % 60.54, 2010 yılında ise % 42.43 ve % 53.19 olarak saptanmıştır (Şekil 5a-b).



Şekil 5. Domates bitkisinde 2009 ve 2010 yıllarında *Eretmocerus mundus* ve *Macrolophus melanotoma*'nın ayrı ayrı ve bir arada salındığı uygulamalardan elde edilen parazitlenme oranları (%) (A,B) ile ortalama avcı yoğunlukları (adets/bitki) (C, D).

### Avcı, *Macrolophus melanotoma* aktivitesi

Bitki başına ortalama avcı yoğunluğu 2009 yılında 2010 yılından daha yüksek bulunmuş ve sezon sonunda (1 Temmuz) tek avcı salımı yapılan kafeslerde bitki başına ortalama 14.3 adet'e kadar çıkmıştır (Şekil 5c). Ancak 2010 yılında bitki başına ortalama avcı yoğunluğu oldukça düşük olmuş ve 0.61 adedin (25 Mayıs) üzerine çıkamamıştır (Şekil 5d). Bununla birlikte, *M. melanotoma* yoğunluğu düşük olmasına rağmen kontrol ile karşılaştırıldığında ergin ve ergin öncesi *B. tabaci* yoğunluğunda azalmaya neden olmuştur (Şekil 1, 2, 3, 4).

### Tartışma

Parazitoit, *E. mundus* salımı yapılan kafeslerde *B. tabaci* popülasyonu tek başına avcı salımı yapılan ve kontrol kafeslerinden oldukça düşük bulunmuş ve *E. mundus*'un yerli popülasyonu zararlıyı baskı altına almada başarılı olmuştur. Stansly et al. (2005) domates ve biber bitkisinde yapmış oldukları çalışmada, *E. mundus*'un biber bitkisinde domates bitkisinden daha başarılı olduğunu bildirmişlerdir. Domates bitkisinde

istenilen başarının elde edilebilmesi için biberde uygulanan salım oranından daha yüksek bir salım oranı gerektiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada araştırmacıların domates bitkisinde uyguladıkları salım oranından (~50 adet/bitki) çok daha düşük bir salım oranında (6 adet/bitki) dahi *E. mundus*'un başarılı olduğu saptanmıştır. Benzer durumu Gabarra et al. (2006) da belirlemiş ve Stansly et al. (2005)'in uyguladığı salım oranından daha düşük bir salım oranı ile başarılı sonuçlar elde etmişlerdir. Her ne kadar kültür bitkisi farklı olsa da bu çalışmada kullanılan salım oranına benzer bir oranda, Lopez & Andorno (2009) Arjantin'de biber seralarında bahar üretim sezonunda *E. mundus*'un % 54'lük parazitlenme oranıyla *B. tabaci* popülasyonunu baskı altına alabildiğini saptamışlardır.

Tek başına *M. melanotoma* uygulaması, kontrol ile karşılaştırıldığında *B. tabaci* popülasyonunda bir azalmaya neden olsa da zararlıyı baskı altına almada başarılı olamamıştır. Elde edilen bu sonuç Gabarra et al. (2006)'ın elde ettiği sonuçla benzerlik göstermiştir. Araştırmacılar bir diğer *Macrolophus* türü olan *M. caliginosus*'un tek başına başarılı olamamasının nedeninin uygulanan salım oranından kaynaklanmış olabileceğini bildirmişlerdir. Salım oranına ek olarak, konukçu bitki faktörünün de avcının başarısını etkileyebileceği düşünülmektedir. Lykouressis et al. (2012) üzerinde av bulunmayan Solanaceae bitkileriyle yapmış oldukları çalışmada, *M. melanotoma*'nın patlıcan bitkisini domates ve biber bitkilerinden daha çok tercih ettiğini saptamışlardır. Nitekim, Karut et al. (2015) patlıcan bitkisinde yapmış oldukları çalışmada *M. melanotoma*'nın *E. mundus*'un başarısına katkıda bulunduğunu belirlemişlerdir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, *M. melanotoma*'nın domatese ek olarak farklı kültür bitkilerinde ve farklı salım oranlarında başarısının belirleneceği çalışmaların yapılmasının yararlı olacağını göstermiştir.

Parazitoit salımı yapılan kafesler kendi içerisinde karşılaştırıldığında, avcı ve parazitoidin birlikte salındığı kafesler ile parazitoidin tek başına salındığı kafeslerde ergin öncesi *B. tabaci* yoğunlukları her iki yılda da istatistiksel olarak aynı grupta yer almasına rağmen, yoğunluk tek başına salımda görece olarak daha düşük bulunmuştur. Bu durumun doğal düşmanlar arasındaki birlik içi avcılık (intraguild predation, IGP)'tan kaynaklanmış olabileceği ve *M. melanotoma*'nın *E. mundus*'un başarısını etkilediği düşünülmektedir. Castane et al. (2000) İspanya'nın Katalan Bölgesi'nde yer alan seralarda yapmış oldukları çalışmalarda *M. caliginosus*'un *Encarsia formosa* Gahan (Hymenoptera: Aphelinidae) tarafından parazitlenmiş siyah pupalar ve parazitli olmayan pupalar ile beslendiklerini ancak bu durumun seralarda beyazsinek mücadelesini olumsuz etkilemediğini bildirmişlerdir. Gabarra et al. (2006) İspanya'da özellikle bahar sezonunda *E. mundus* ve *M. caliginosus*'un birlikte salındığı durumlarda *B. tabaci*'yi daha başarılı bir şekilde baskı altına alabildiğini bildirmişlerdir. Malo et al. (2012) ise bir başka *Macrolophus* türü olan, *M. pygmeous*'un, *E. mundus* tarafından parazitlenmiş ve parazitlenmemiş *B. tabaci* nimfleri ile beslendiğini ancak avcının parazitlenmemiş nimfleri daha fazla tercih ettiğini ve zararlı ile mücadelede doğal düşmanların birlikte salınmasının başarıyı artırdığını saptamışlardır. Bu çalışmada her ne kadar parazitoit tek başına daha başarılı görünse de, ergin salımı yapılan *E. mundus*'un seraya yerleşip popülasyon oluşturana kadar geçen sürede (en az 15 gün) avcının zararlı üzerinde bir baskı oluşturacağından *B. tabaci* mücadelesinde her iki doğal düşmanın birlikte salınmasının daha uygun olacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, Türkiye'de domates seralarında *E. mundus* ve *M. melanotoma*'nın yerli popülasyonlarının birlikte kullanıldığı biyolojik mücadele yönteminin, *B. tabaci* popülasyonunu hiç insektisit uygulamaya gerek kalmadan başarıyla baskı altına alabildiğini göstermiştir.

## **Teşekkür**

Bu çalışma 108O087 numaralı proje kapsamında TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir.



## Yararlanılan Kaynaklar

- Alomar, O., M. Goula & R. Albajes, 1994. Mirid bugs for biological control: identification, survey in non-cultivated winter plants, and colonization of tomato fields. IOBC/WPRS Bulletin, 17: 217-223.
- Alomar, O., J. Riudavets & C. Castañe, 2006. *Macrolophus caliginosus* in the biological control of *Bemisia tabaci* on greenhouse melons. Biological Control, 36:154-162.
- Arık, Ü., A. H. Belli, A. Tunç & H. Kaygısız, 1976. Pamuklarda beyazsinek (*Bemisia tabaci* Genn.) ve savaşı. Adana Bölge Zirai Mücadele Enstitüsü yayınları. 12 s.
- Arno, J., R. Gabarra, T-X Liu, A. M. Simmons & D. Gerling, 2010. "Natural Enemies of *Bemisia tabaci*: Predators and Parasitoids 385-421". (Eds: Stansly, P. A. & S. E. Naranjo) In: *Bemisia: Bionomics and management of a global pest*. Springer, New York, 540 pp.
- Bulut, E. & H. Göçmen, 2000. Pests and natural enemies on greenhouse vegetables in Antalya. IOBC/WPRS Bulletin, 23:33-37.
- Castane, C., O. Alomar, M. Goula & R. Gabarra, 2000. Natural populations of *Macrolophus caliginosus* and *Dicyphus tamaninii* in the control of the greenhouse whitefly in tomato crops. IOBC/WPRS Bulletin, 23: 221-224.
- Castañe, C., O. Alomar, M. Goula & R. Gabarra, 2004. Colonization of tomato greenhouses by the predatory mirid bugs *Macrolophus caliginosus* and *Dicyphus tamaninii*. Biological Control, 30: 591-597.
- Castañe, C., N. Agusti, J. Arno, R. Gabarra, J. Riudavets, J. Comas & O. Alomar, 2013. Taxonomic identification of *Macrolophus pygmaeus* and *Macrolophus melanotoma* based on morphometry and molecular markers. Bulletin of Entomological Research, 103: 204-215.
- Evangelou, V. I., M. Bouga, N. G. Emmanouel, D. Ch. Perdakis & G. Th. Papadoulis, 2013. Discrimination of two natural biocontrol agents in the Mediterranean region based on mitochondrial DNA sequencing data. Biochemical Genetics, 51: 825-840.
- FAO, 2013. FAOSTAT Agriculture. (Web sayfası: <http://faostat.fao.org/site/567/desktopdefault.aspx#anchor>) (Erişim tarihi: Aralık 2015).
- Gabarra, R., R. Zapata, C. Castane, J. Riudavets & J. Arno, 2006. Release of *Eretmocerus mundus* and *Macrolophus caliginosus* for control *Bemisia tabaci* on spring and autumn greenhouse tomato crops. IOBC/WPRS Bulletin, 29:71-76.
- Gerling, D., D. L. J. Quicke & T. Orion, 1998. Oviposition mechanism in the whitefly parasitoids *Encarsia transvena* and *Eretmocerus mundus*. BioControl, 43:117-123.
- Gerling, D., O. Alomar & J. Arno, 2001. Biological control of *Bemisia tabaci* using predators and parasitoids. Crop Protection, 20: 779-799.
- Karut, K., 2006. Balcalı (Adana)'da sera ve açık alanda yetiştirilen farklı kültür bitkilerinde *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae)'nin parazitlenme durumunun belirlenmesi. Türkiye Entomoloji Dergisi, 30: 113-121.
- Karut, K., 2007. Host instar suitability of *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hom.: Aleyrodidae) for the parasitoid *Eretmocerus mundus* (Hym.: Aphelinidae). Journal of Pest Science, 80: 93-97.
- Karut, K., C. Kazak, İ. Döker & A.A.Y. Malik, 2012. Natural parasitism of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) by native Aphelinidae (Hymenoptera) parasitoids in tomato greenhouses in Mersin, Turkey. IOBC/WPRS Bulletin, 80: 69-74.
- Karut, K., C. Kazak & İ. Döker, 2015. "Single and combined releases of *Eretmocerus mundus* and *Macrolophus melanotoma* against *Bemisia tabaci* in protected-eggplant, 22-22." 9th meeting of IOBC Working Group: Integrated Control in Protected Crops, Mediterranean Climate, (11-15 October 2015, Rehovot, Israel), 36 pp.
- Kazak, C., K. Karut & İ. Döker, 2015. Indigenous populations of *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae): single and combined releases against *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on greenhouse eggplant. International Journal of Acarology, 41: 108-114.
- López, S. N. & A. V. Andorno, 2009. Evaluation of the local population of *Eretmocerus mundus* (Hymenoptera: Aphelinidae) for biological control of *Bemisia tabaci* biotype B (Hemiptera: Aleyrodidae) in greenhouse peppers in Argentina. Biological Control, 50: 317-323.
- Lykouressis, D., D. Perdakis & Ch. Kallioras, 2012. Selection of *Macrolophus melanotoma* between its main non-crop host plant (*Dittrichia viscosa*) and eggplant, pepper and tomato, in choice experiments. Entomologica Hellenica, 21: 3-12.

- Malo, S., J. Arnó & R. Gabarra, 2012. Intraguild interactions between the predator *Macrolophus pygmaeus* and the parasitoid *Eretmocerus mundus*, natural enemies of *Bemisia tabaci*. *Biocontrol Science and Technology*, 22: 1059-1073.
- Öncüler C., Z. Yoldaş, N. Madanlar & A. Gül, 1994. "İzmir'de sebze seralarında zararlılara karşı biyolojik savaş uygulamaları, 395-407". Türkiye III. Biyolojik Mücadele Kongresi (25-28 Ocak, İzmir), Bildirileri, 575 s.
- Perdikis, D., Ch. Favas, D. Lykouressis & A. Fantinou, 2007. Ecological relationships between non-cultivated plants and insect predators in agroecosystems: the case of *Dittrichia viscosa* (Asteraceae) and *Macrolophus caliginosus* (Hemiptera: Miridae). *Acta Oecologica*, 31: 299-306.
- Sharaf, N. S., 1982. Parasitization of tobacco whitefly *Bemisia tabaci* Genn., (Hom., Aleyrodidae) on *Lantana camara* L. in the Jordan Valley. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 94: 263-271.
- Stansly, P. A., J. Calvo & A. Urbaneja, 2005. Release rates for control of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) biotype "Q" with *Eretmocerus mundus* (Hymenoptera: Aphelinidae) in greenhouse tomato and pepper. *Biological Control*, 35: 124-133.
- Stansly, P. A. & S. E. Naranjo, 2010. *Bemisia*: Bionomics and Management of a Global Pest. Springer, New York, 540 pp.
- TÜİK, 2014. Türkiye İstatistik Kurumu, (Web sayfası: <http://www.tuik.gov.tr>), (Erişim tarihi: Aralık 2015).
- Ulusoy, M. R., 1999. Aphelinidae species (Hymenoptera: Chalcidoidea) obtained from the species of Aleyrodidae (Homoptera) in the Mediterranean region of Turkey. *Turkish Journal of Entomology*, 23: 251-258.
- Urbaneja, A. & P. A. Stansly, 2004. Host suitability of different instars of the whitefly *Bemisia tabaci* 'biotype Q' for *Eretmocerus mundus*. *BioControl*, 49: 153-161.
- Van Lenteren, J. C., 2006. How not to evaluate augmentative biological control. *Biological Control*, 39: 115-118.
- Yaşarakıncı, N. & P. Hıncal, 1996. "İzmir'de örtüaltında yetiştirilen domateslerde bulunan ana zararlıların (*Trialeurodes vaporariorum* (Wes.), *Bemisia tabaci* (Genn.) ve *Liriomyza* spp.) popülasyon gelişmesi üzerine araştırmalar, 150-157". Türkiye III. Entomoloji Kongresi (24-28 Eylül, Ankara) Bildirileri, 716 s.
- Yaşarakıncı, N., 2001. "İzmir'de örtüaltında yetiştirilen sebzelerde bulunan avcı tür *Macrolophus caliginosus* (Wagner) (Heteroptera, Miridae) ile avlarının popülasyon gelişmesi üzerinde çalışmalar, 167-172". 6. Seracılık Sempozyumu (5-7 Eylül, Muğla) Bildirileri, 260 s.
- Yoldaş, Z., N. Madanlar, A. Gül & E. Onoğur, 1999. Investigations on integrated control practices in vegetable glasshouses in Izmir. *Acta Horticulture*, 491: 453-460.