

Biyolojik Mücadelede Örümceklerin Rolü Üzerine Bir Derleme

Fahrettin Anıl SIRLIBAŞ^{1*}, Şeyma CİVAN², Zübeyde KUMBIÇAK³, Ümit KUMBIÇAK⁴

^{1,2} Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Bölümü, 50300 Nevşehir

^{3,4} Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, 50300 Nevşehir

¹<http://orcid.org/0000-0002-8071-6441>

²<http://orcid.org/0000-0002-3956-3826>

³<http://orcid.org/0000-0001-5949-1092>

⁴<http://orcid.org/0000-0002-1294-3706>

*Sorumlu yazar: f.anilsirlibas@gmail.com

Derleme

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 12.11.2021

Kabul tarihi: 19.03.2022

Online Yayınlanma: 12.12.2022

Anahtar Kelimeler:

Pestisit

Entegre zararlı yönetimi

Biyolojik mücadele

Örümcek

ÖZ

Tarımsal alanlarda kullanılan pestisitlerin çevreye ve canlılara olumsuz etkileri sebebiyle zararlılarla mücadelede Entegre Zararlı Yönetimi gibi yeni yöntemler öne çıkmaktadır. Mekanik, kültürel ve biyolojik uygulamaları bir bütün haline getiren Entegre Zararlı Yönetiminin en önemli parçalarından biri de Biyolojik Mücadeledir. Biyolojik Mücadele, zararlıların doğal düşmanları olan karnivor avcılar kullanılarak zararlı yoğunluğunun istenilen seviyede tutulmasını sağlayan bir mücadele yöntemi olarak bilinmektedir. Bu avcılar içerisinde bulunan örümcekler; çeşitli avlanma stratejileri, farklı habitat tercihleri, aktif dönem farklılıkları, birim zamanda çok sayıda av tüketebilmeleri ve uzun açlık dönemlerine uyum sağlayabilmeleri gibi özellikleri sebebiyle Biyolojik Mücadele için önem arz etmektedir. Yapılan çalışmalar örümceklerin buğdaydaki yaprak bitlerini, elma bahçelerinde güveleri ve yaprak bitlerini, zeytin bahçelerinde Diptera ve armut bahçelerinde ise pisillidlerin yoğunluğunu azalttığını göstermektedir. Örümceklerin bulunmadığı arazilerde ise zararlı yoğunluğu artış göstermektedir. Örümcekler arasında görülen karnibalizm ve örümcek topluluklarının diğer doğal düşmanlarla beslenmeleri Biyolojik Mücadeleyi bozabilmektedir. Bu sebeple örümceklerin av stratejileri, beslenme tercihleri, habitat tercihleri gibi özellikleri üzerine daha çok çalışma yapılması onların Biyolojik Mücadelede daha etkili kullanılmalarına katkı sağlaması açısından büyük önem arz etmektedir.

A Review on the Role of Spiders in Biological Control

Review Article

Article History:

Received: 12.11.2021

Accepted: 19.03.2022

Published online: 12.12.2022

Keywords:

Pesticide

Integrated pest management

Biological control

Spider

ABSTRACT

Due to the negative effects of pesticides used in agricultural fields on the environment and living beings, new methods such as Integrated Pest Management stand out in the struggle against pests. Biological Control is one of the most important parts of Integrated Pest Management that integrates mechanical, cultural, and biological practices. Biological Control is known as a method of struggle that allows the pest density to be maintained at the desired level using carnivorous predators, which are natural enemies of pests. Spiders in these predators; it is important for Biological Control due to its characteristics such as various strategies, different habitat preferences, active period differences, ability to consume a large number of preys in unit time and adapt to long hunger periods. Studies indicate that spiders reduce aphids in wheat, moths and aphids in apple orchards, dipterans in olive orchards, and psyllid in pear orchards. In the absence of spiders, the density of pests increases. Cannibalism among spiders and the feeding of spider communities with other natural enemies can decimate Biological Control. For this reason, it is of great importance to conduct more studies on the characteristics of spiders such as hunting strategies, feeding preferences, habitat preferences in order to contribute to their more effective use in Biological Control.

1.Giriş

Tarım zararlıları ile mücadelede pestisit kullanımı geçmişten günümüze artarak devam eden ve en çok kullanılan yöntemlerden biri olarak bilinmektedir. Bu kimyasallar, zararlı popülasyonunu yok ederek tarımsal verimi arttırmasına rağmen çevreye ve canlılara ciddi zararlar vermektedir. Bu sebeple organik tarım ya da Entegre Zararlı Yönetimi gibi daha sağlıklı yöntemler ile tarımsal alanlarda pestisit kullanımı ve buna bağlı olumsuz etkiler azaltılmaya çalışılmaktadır (Michalko, 2017).

Entegre Zararlı Yönetimi zararlıları baskılamak amacıyla mekanik, kültürel ve biyolojik mücadele yöntemlerinin; güvenli, ekonomik ve çevre dostu bir şekilde birleştirilmesi olarak ifade edilmektedir (Sanyal ve ark., 2008). Entegre Zararlı Yönetiminin en önemli parçalarından birisi Biyolojik Mücadele yöntemidir. Biyolojik Mücadele bitkisel üretimde ekonomik kayıplara yol açan zararlılara karşı doğada bulunan faydalı organizmaların kullanılması olarak tanımlanmaktadır (Birişik, 2013). Faydalı organizmalar zararlı yoğunluğunu istenilen düzeyde tutabilen ve onların doğal düşmanları olan karnivor avcılar olarak bilinmektedir. Doğal düşmanlar parazitoit, patojenler ve predatörler olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır. Predatörler içerisinde en bilineni ise genel avcılar içerisinde yer alan Gerçek örümceklerdir (Areneae).

Arthropoda şubesinin Arachnida sınıfı içerisinde yer alan Gerçek örümcekler (Areneae) tanımı yapılmış 129 cins ve 49849 tür sayısı ile büyük çeşitlilik göstermektedir (World Spider Catalog, 2021). Örümcekler buğday, pirinç gibi yıllık (Schmidt ve ark., 2003; Traugott ve ark., 2012) veya üzüm bağları (Costello ve Daane, 1999; Thomson ve Hoffman, 2010) ve meyve bahçeleri (Miliczky ve Horton, 2005; Horton ve ark., 2012) gibi çok yıllık olmak üzere tarımsal ekosistemlerde en bol bulunan avcılar olarak bilinmektedir. Çeşitli avlanma stratejileri kullanan, farklı habitat tercihi ve aktif dönemi olan Areneae türlerinin, diğer doğal düşmanlardan farklı olarak çok sayıda av tükettikleri bilinmektedir. Bu durum onları Biyolojik Mücadelede kullanılan önemli bir organizma konumuna getirmektedir.

Gerçek örümcekler, Biyolojik Mücadele elemanı olarak birçok karakteristik özelliğe sahiptir. Birim zamanda çok sayıda zararlıyı öldürebilmeleri tarımda zararlı salgınının önlenmesinde büyük önem taşımaktadır (Sunderland ve ark., 1986). Örümcekler direkt olarak zararlılara yönelerek tarım ürünlerine zarar vermemektedir. Uzun açlık dönemlerine iyi uyum sağlamaları tarım alanlarında her dönem yüksek bollukta bulunmalarını sağlamaktadır (Riechert ve Harp, 1987). Yapılan çalışmalar örümceklerin bulunduğu arazilerde zararlı yoğunluğunun önemli ölçüde azaldığını göstermektedir. Bir mısır tarlasında bulunan örümceklerin yaprak zararlısı, thrips ve yaprak biti yoğunluğunu baskıladığı tespit edilmiştir. Örümceklerin buğdaydaki yaprakbitlerini (Schmidt ve ark., 2004; Birkhofer ve ark., 2008), elma bahçelerinde güveler ve yaprak bitlerini (Isaia ve ark., 2010; Lefebvre ve ark., 2017) zeytin bahçelerinde meyve sineklerini (Picchi ve ark., 2016) ve armut bahçelerinde pisilidlerin yoğunluğunu azalttığı belirlenmiştir (Pekár ve ark., 2015; Michalko ve ark., 2017). Bu sonuçları

destekleyecek şekilde Gerçek örümceklerin uzaklaştırıldığı arazilerde Gerçek örümcek bulunanlara kıyasla daha fazla zararlı tespit edilmiştir.

Biyolojik Mücadele elemanı olarak kullanılan bir avcı zararlı yoğunluğunu ekonomik değerini altındaki seviyelere indirmesinin yanı sıra bu yoğunluğu zaman içerisinde doğal dengede tutabilmelidir (Maloney ve ark., 2003). Etkili ve ekonomik bir zararlı kontrolü ancak bu şekilde mümkün olabilir. Eğer bir avcı, zararlı popülasyonunu doğal denge içerisinde tutmakta başarısız olursa, bulunduğu ekosistemin faunasında bulunan bir karnivor olarak yerini alır (Morin, 1999; Pedigo, 2001). Bu ekosistemlerde bulunan bu tip etkisiz avcılar, zararlı bir fitofag türün süreç içerisinde salgın yapmalarına da olanak sağlamış olabilirler. Örümcekler bir ekosistemdeki zararlı yoğunluğunu azaltmada ve doğal dengede tutmada, beslenme zincirinin en tepesinden en aşağıya kadar tüm türleri etkileyebilmektedir. Özellikle beslenme davranışı dışında avlarını öldürüp bırakmaları, avlanma stratejilerindeki uzmanlıkları, hayatta kalabilmek için mutlak ava ihtiyaç duymaları, üzerlerinde bulunan doğal baskılardan dolayı üreme kapasitelerinin, diğer bir ifadeyle sayısal ve işlevsel tepkilerinin yüksek olmasından kaynaklanmaktadır (Sarma ve ark., 2013).

2. Yukarıdan Aşağıya (Top-Down) Etkiler

Yukarıdan aşağıya etki bir tarımsal ekosistemde zararlılar nedeniyle oluşan hasarın avcının varlığıyla birlikte azalmaya başlaması olarak bilinmektedir (Maloney ve ark., 2003). Benekli salatalık böceklerinin (*Diabrotica undecimpunctata* Mannerheim, 1843, Coleoptera: Chrysomelidae), *Hogana helluo* (Walckenaer) örümceğinin bulunduğu arazilerde kabak bitkileri üzerinde beslenmelerini azalttığı tespit edilmiştir (Snyder ve Wise, 2000). Benzer şekilde Linyphiidae familyasına ait örümceklerin varlığında tütün zararlısı olarak bilinen *Spodoptera littoralis* (Fabricius) 'in tütün bitkilerine zarar vermesinin engellendiği tespit edilmiştir (Riechert ve Lockley, 1984).

3. Beslenme Dışı Avını Öldürme Davranışı (Savurgan Öldürme) (Wasteful Killing)

Gerçek örümcekler çoğunlukla ihtiyaçları olandan daha fazla av yakalamaktadır. Dünya genelinde örümcek toplulukları tarafından her yıl 400-800 milyon ton av tüketildiği tahmin edilmektedir (Nyffeler ve Birkhofer, 2017). Örümceklerin beslenmesinde en yüksek oranda avlarını Hemiptera, Coleoptera, Diptera ve Hymenoptera gibi böcek takımlarına bağlı türlerin olduğu bilinmektedir (Michalko ve Pekar, 2016). Beslenme dışı avını öldürme davranışına (Savurgan avcılığa) Araneidae ve Uloboridae gibi ağ örücü örümcek familyaları en güzel örnektir. Bu örümcekler zararlıları ağlarına çekerek tüketebileceklerinde daha fazla zararlı yakalamaktadır (Craig ve Bernard, 1990; Craig ve ark., 1996). Persons (1999), *Schizocosa ocreata* (Hentz) adlı örümceğin ihtiyacı olandan daha fazla sayıda Ağustosböceği türü avladıklarını tespit etmiştir. Bu sonuç diğer likosit örümceklerle de benzerlik göstermektedir.

Tablo 1. Gerçek örümcek familyaları ve sıklıkla avladıkları zararlı böcek takımları (Richert ve Bishop, 1990; Nyffeler ve ark., 1994; Young ve Edwards, 1990)

Örümcek Aileleri	Avladıkları Zararlılar
Ağ Örücü Araneidae Tetragnathidae	Hemiptera Diptera Orthoptera
Levha-ağ örücü Linyphiidae Dictynidae Theridiidae	Diptera Hemiptera Homoptera
Huni-ağ örücü Agelenidae Atypidae Ctenizidae Eresidae	Orthoptera Coleoptera Lepidoptera
Avcı Lycosidae Oxyopidae Thomisidae Salticidae	Orthoptera Hemiptera Hemiptera Lepidoptera Thysanoptera ve Diptera

4. Örümcek Toplulukları

Tarımsal bir ekosistemde bir arada bulunan farklı örümcek toplulukları; avlanma stratejisindeki uzmanlıkları, habitat tercihleri ve aktif dönem gibi farklılıklar nedeniyle Biyolojik Mücadelede etkili olabilir.

Örümcekler, avlarını yakalamak için çeşitli av stratejileri kullanmaktadır (Cardoso ve ark., 2011). Farklı avlanma stratejilerine sahip örümcekler zararlı kontrolündeki verimliliklerinde farklılık göstermektedir (Michalko ve Pekar, 2016). Örneğin koşucu-zemin avcı örümceği *Pardosa littoralis* Banks, iki yaprak zararlısı türünün yoğunluğunu azaltmada ağ örücü *Grammonota trivitatta* Banks (Linyphiidae) türüne göre daha etkilidir (Denno ve ark., 2004). Benzer şekilde Liu ve ark. (2015), çay alanlarında koşucu örümcekler ile yaprak zararlısı arasında negatif bir ilişki bulurken, ağ örümcekleriyle zararlı arasında hiçbir ilişki bulamamıştır. Japonya’da pirinç tarlalarındaki örümcek aileleri ve ağ çeşitliliğinin zararlı kontrolündeki rollerinin araştırıldığı bir çalışma ise örümceklerin ağ çeşitliliklerinin zararlıların kontrolüne katkı sağlayabileceğini göstermiştir (Betz ve Tschardtke, 2017). Örümcek türleri belirli bir tarımsal habitatı kapsarken farklı mikro habitatlarda farklı zararlı türleri bulunmaktadır. Bu durum örümceklerdeki av uzmanlaşmasının ekosistemlerde çalışılabilecek bir özellik olduğunu göstermektedir. Avlanma faaliyetlerinde zamansal farklılıklar örümcekler arasında besin seçiminin özelleşmesine neden olmaktadır (Sarma ve ark., 2013). Gece ve gündüz dolaşan örümcekler elma ağaçlarının gövdesinde ve yapraklarında avlanırken tuzak kuran örümcek türleri ise yapraklar ve çiçekler arasında avlarını aramaktadır. Tübüler ağ türleri ağaç kabuklarının altında avlanırken ağ dokumacılar ise yapraklar ve dallar arasındaki farklı mikro habitatlarda bulunmaktadır (Marc ve Canard, 1997).

Örümceklerde habitat tercihlerinin yanı sıra av tercihleri de bulunmaktadır (Sarma ve ark., 2013). Bir avcının av tercihi alternatif avın görece bolluğuna göre değişmektedir (Schmidt ve ark., 2012a). *Pardosa milvina* (Hentz)'nin sinekler kıt olduğunda beklenenden daha sık ancak aşırı olduklarında beklenenden daha az sıklıkla avladıklarını belirlemiştir. Benzer bir çalışmada *Pardosa pseudoannulata* (Bosenberg ve Strand)'nın düşük yaprak piresi yoğunluğunda bir mirid böcek yerine bir yaprak piresini tercih ettiği ancak yüksek yaprak piresi yoğunluğunda mirid böceklerini tercih ettiği görülmüştür (Heong ve ark., 1991). Avın boyutu da örümceklerin beslenme tercihlerini etkilemektedir. Genellikle sadece boyutlarının %50 ile %80'i kadar olan avlarla beslenmeyi tercih eden örümcekler daha küçük boyuttaki avları yok saymaktadır (Nyffeler ve ark.,1994; Marc ve Canard, 1997; Marc ve ark., 1999).

5. İşlevsel ve Sayısal Tepki

Sayısal tepki; avlanma yoğunluğunda bir artıştan sonra avcı sayılarında bir artış olarak tanımlanmaktadır (Sarma ve ark., 2013). Kümelenme (avın bol olduğu alanlarda toplanma) ve üreme yoluyla avcılar arasındaki değişiklikleri açıklamaktadır (Marc ve ark., 1999). İşlevsel tepki ise avlanma oranı ile av yoğunluğu arasındaki ilişki olarak bilinmektedir (Kobayashi ve ark., 2011). Holling (1959) işlevsel tepkiyi Tip I, Tip II ve Tip III olarak 3 gruba ayırmaktadır. Tip II'nin zararlı salgınını önlemede daha etkili olduğu düşünülmektedir (Michalko, 2017). Huang ve ark., (2018) *Plutella xylostella* (Linnaeus) larvalarının üzerindeki işlevsel tepkileri Lycosidae ailesinden üç (*Pardosa laura* Karsch, *Pardosa astrigera* L.Koch ve *Pardosa pseudoannulata* Bösenberg & Strand) ve Thomosidae ailesinden bir (*Ebrechtella tricuspidata* Fabricius) örümcek türü ile araştırmıştır. Çalışmada örümceklerin işlevsel tepki modeli Holling Tip II olarak tespit edilmiştir. Örümceklerin beslenmesinin, *Plutella xylostella* (Linnaeus) yoğunluğundaki artışa bağlı olarak önce arttığı daha sonra sabit bir seviyeye ulaştığı belirlenmiştir. Örümceklerin avlanma oranlarında ise artan avcı yoğunluğu sebebiyle azalma gözlemlenmiştir.

Tip III tepki, bir gecikme süresiyle başlayan ve ardından artan bir oranda av tüketiminde bir artışla devam eden sigmoidal bir tepki olarak tanımlanmaktadır (Sarma ve ark., 2013). Öğrenme ve / veya av değiştirme nedeniyle ortaya çıkmaktadır (Sinclair ve ark., 1998). Örümceklerin öğrenme davranışlarına Salticidae familyasından *Portia* cinsine ait örümcekler örnek olarak gösterilmektedir. Bu cinse ait örümcekler av üzerindeki avlanma stratejilerini deneme yanılma yöntemi ile ayarlamaktadır. Bu yöntemde avlanma başarısını belirli bir strateji ile ilişkilendiren örümcekler sonraki avlarında bu hareket tarzını hatırlayarak kullanmaya devam etmektedir (Jackson & Pollard, 1996). Lycosidae familyasına ait örümceklerin öğrenme tutumları, son avları ile alakalı özel kimyasal işaretleri algulamaları sebebiyle ilgi çekici olarak görülmektedir. Lycosidae familyasından *Hogna helluo*'nun son tükettiği avla ilgili kimyasal işaretleri tercih edip etmediği Ağustos böcekleri ile test edilmiştir. Sonuçlar *Hogna helluo*'nun son tükettiği zararlı türünü hatırladığını ve beslenmeden geçen

8 günün sonunda bile yiyecek arama tercihlerinde bu türe yöneldiğini göstermiştir (Persons ve Rypstra, 2000).

Sayısal tepkide örümcekler av sayılarına hem kümelenme (avın bol olduğu alanlarda toplanma) hem de üreme tepkileri vermektedir (Riechert ve Lockley, 1984; Marc ve ark., 1999). Tarımsal ekosistemlerde, örümcekler avların bol olduğu yerlerde yaşarlar ve azalan av yoğunluğundan daha yüksek av yoğunluğuna sahip yerlere göç ederler (Riechert ve Lockley, 1984). Theridiidae familyasına ait *Achaearana tepidariorum* C.L. Koch avın yoğunluğu yetersiz ise ağlarını avların daha çok olduğu bölgeye kurarak burada kümelenmeye sebep olmuştur. Huni şeklinde ağ ören *Agelenopsis aperta* Gertsch türünün de benzer davranış göstererek avın bol olduğu alanlarda kümelenildiği belirlenmiştir (Sarma ve ark., 2013). Örümceklerin üreme tepkisi üreme süreleri birkaç hafta olan zararlı böceklerle karşılaştırıldığında genellikle ünivoltin olmaları (yılda sadece bir döl vermeleri) nedeniyle daha az incelenmiştir. Ağ dokuyan örümceklerden *Neriene radiata* (Walckenaer) (Linyphiidae), *Mecynogea iemniscata* (Walckenaer), *Metepiera labyrinthea* (Hentz) (Araneidae) ve *Agelenopsis aperta* (Agelenidae) türlerinin tüketilen av miktarlarının artmasıyla doğurganlıkta bir artış gösterdikleri belirlenmiştir (Riechert ve Lockley, 1984; Marc ve ark.,1999). Doğurganlıktaki bu artışın av popülasyonunun izlenmesine izin verme derecesi, zararlı böcek türlerine kıyasla örümcek nesillerinin uzun sürelerde ortaya çıkması sebebiyle sınırlı kalmaktadır. Özetle üreme süreleri birkaç hafta olan zararlı böcekler kısa sürede birçok nesil elde edebilirken; örümcekler ise ünivoltin olmalarından dolayı avın yeni nesil oluşturma hızına yetişememektedir. (Sarma ve ark., 2013).

6. Örümceklerin Biyolojik Mücadele Potansiyelinin Belirlenmesi Üzerine Çalışmalar

Gerçek örümceklerin biyolojik mücadele potansiyelleri ile ilgili çalışmalar laboratuvar koşullarında ya da doğal ortamları olan tarla ve bahçe ekosistemlerinde yürütülmektedir. Laboratuvar çalışmalarında belirli sürelerde zararlılar ile beslenen örümceklerin beslenme tercihleri ve beslenme ortalamalarına bakılarak biyolojik mücadele potansiyelleri hakkında bilgi sahibi olunmaktadır. Ghavami (2008), örümceklerin pamuk zararlıları üzerindeki biyolojik mücadele potansiyelini incelemiştir. Laboratuvar koşullarında, beş örümcek türü (*Thanatus formicinus* (Clerck), *Oxyopes salticus* (Hentx), *Cheiracanthium erraticum* (Walckenaer), *Philodromus cespitum* (Walckenaer), *Thyene imperialis* (Rossi)) dört pamuk zararlısı (*Bemisia tabaci*, *Aphis gossypii*, *Empoasca decipiens* ve *Nezara viridula*) ile beslenerek örümceklerin beslenme tercihleri ve beslenme miktarları kaydedilmiştir. Örümceklerin beslenme ortalamaları dikkate alındığında en çok tüketilen zararlı türlerinin *Aphis gossypii* ve *Empoasca decipiens* olduğu belirlenmiştir. Benzer bir çalışmada Oxypidae familyasından örümceklerin pamuk zararlıları *Aphis gossypii*, *Spodoptera litura* ve yaprak piresi ile mücadele potansiyelleri araştırılmıştır. Ghavami (2008)'nin çalışması ile uyumlu olarak örümceklerin en fazla *Aphis gossypii* türünü tükettikleri tespit edilmiştir (Jeyaparvathi ve ark. 2013). Bu çalışmalarda elde edilen sonuçlar örümceklerin pamuk zararlıları ile mücadelede etkili olabileceğini göstermektedir.

Bağ alanları zararlılarından yaprak biti, thrips ve unlu bit üstündeki avcı etkileri 6 örümcek türü (*Argiope anasuja* Thorell, *Leucauge decorate* Blackwall, *Araneas mitificus* Simon, *Thomisus spectabilis* Doleschall, *Telamonia dimidiata* Simon ve *Ageleana spe.*) kullanılarak çalışılmıştır. Laboratuvar koşulları altında her örümcek 10 gün boyunca zararlılar ile beslenerek avcı potansiyelleri belirlenmiştir. Sonuçlar, *Argiope anasuja* ve *Thomisus spectabilis* türlerinin bağ zararlılarının yoğunluğunu azaltmada diğer türlerden daha etkili olduklarını göstermiştir (Patil ve ark. 2018).

Salticidae familyasına ait *Phidippus clarus* (Keyserling) 'un biyolojik mücadele potansiyeli tatlı fesleğen bitkisi kullanılarak araştırılmıştır. Çalışmada, sadece tatlı fesleğen bitkisinin bulunduğu kontrol grubu; tatlı fesleğen ve bitki zararlısının bulunduğu uygulama grubu ve bitki zararlısı ile örümceğin aynı anda bulunduğu ikinci bir uygulama grubu olmak üzere üç grup kullanılmıştır. Tek başına bitki zararlısına maruz kalan tatlı fesleğen bitkilerinin kontrol grubuna göre daha kısa kaldıkları kaydedilmiştir. *Phidippus clarus* (Keyserling) 'un bulunduğu uygulama grubunda ise 1 hafta sonra zararlı popülasyonunda azalma tespit edilmiştir (Hoefler ve ark., 2006). Salticidae familyasından bir başka tür olan *Plexippus petersi* (Karsch)'nin kara sinek olarak bilinen *Musca domestica* ile mücadele potansiyeli araştırılmıştır. *Musca domestica* tüm dünyada yayılış gösteren ve insanda ciddi hastalıklara sebep olan bir zararlı olarak bilinmektedir. Elde edilen sonuçlar *Plexippus petersi* türünün bulunduğu ortamlarda *Musca domestica* popülasyonunu ciddi oranda azalttığını göstermiştir (Jesikha 2012). Salticidae familyasından türlerin farklı zararlılarla mücadelede etkili olabileceğini gösteren bu çalışmalar *Musca domestica* gibi insektisit direnci geliştiren zararlı türleriyle mücadelede örümceklerin potansiyellerinin anlaşılması açısından da önem arz etmektedir. Pestisit direnci gösteren zararlılarla mücadelede örümceklerin katkısını gösteren başka bir çalışma *Helicoverpa spp.* larvaları ile yapılmıştır. Kullanılan larvasitlere karşı direnç geliştiren bu larvalar soya fasulyesi bitkilerinde hasara sebep olmaktadır. *Helicoverpa armigera* (Hübner) larva ve yumurtalarının av olarak kullanıldığı çalışmada; Lycosidae, Clubionidae, Oxyopidae, Salticidae ve Thomosidae familyasından örümceklerin larvasit direnci gösteren *Helicoverpa spp.* ile mücadeleye katkıda bulunabileceği belirlenmiştir (Pearce ve ark., 2004).

Gelişen moleküler teknikler örümceklerin biyolojik mücadele potansiyellerinin DNA temelli araştırılmasına olanak sağlamaktadır. Avcıların mide ve bağırsaklarındaki av kalıntılarını ortaya çıkarmak için türe özgü DNA dizilerinin kullanıldığı PCR teknikleri kompleks besinsel etkileşimleri araştırmak için geliştirilmiştir (King ve ark. 2008). Birkhofer ve ark., (2008) tarafından yapılan DNA tabanlı bağırsak içeriği analizi ile örümceklerin buğdayda hasara sebep olan yaprak biti popülasyonunun büyümesini geciktirdiği tespit edilmiştir. Yaprak biti DNA'sının tespiti için yaprak bitine özgü primerlerin kullanıldığı bu analizde *Xysticus cristatus* Clerck (Thomisidae) ve *Pardosa palustris* Linnaeus (Lycosidae) türlerinin bağırsaklarında yüksek oranda yaprak biti DNA'sı tespit edilmiştir. Kobayashi ve ark., (2011) tarafından *Pirata subpiraticus* (Lycosidae), *Tetragnatha spp.* (Tetra-gnathidae), ve *Pachygnatha clercki* Sundevall (Tetragnathidae), türlerinin pirinç zararlısı *Stenotus rubrovittatus* (Hemiptera: Miridae) ile av- avcı ilişkileri DNA tabanlı bağırsak içeriği analizi

kullanılarak araştırılmıştır. Sonuçlar örümceklerdeki av DNA'sı oranlarının tüm örümcek gruplarındaki avın yoğunluğu ile önemli ölçüde arttığını göstermiştir.

Örümceklerin Biyolojik Mücadele potansiyelinin belirlenmesi üzerine yapılan laboratuvar çalışmalarının yanı sıra pirinç ve çeltik tarlaları, zeytin ve meyve bahçeleri gibi örümceklerin bol bulunduğu ekosistemlerde de çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda örümceklerin zararlı popülasyonu üzerindeki etkilerinin yanı sıra tarım uygulamaları ve arazi faktörlerinin de örümcek ve zararlı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Akdeniz ülkeleri için ticari öneme sahip zeytin bahçelerinde arazi faktörlerinin örümcekler ve zararlılar üzerindeki etkileri incelenmiştir. Dikenli çalılar ve odunların arttığı zeytin bahçelerinde örümcek popülasyonunun azaldığı belirlenmiştir. Örümcek popülasyonundaki bu azalmanın zeytin bahçelerinde hasara sebep olan zeytin meyve sineği popülasyonunda artışa sebep olduğu kaydedilmiştir (Picchi ve ark., 2016). Baba ve ark., (2018) Japon çeltik tarlarında çevre dostu tarım uygulamaları ve arazi faktörlerinin örümcek toplulukları üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Örümcek topluluklarının buldukları arazilerin 200 metre yakınındaki ormanın büyüklüğüne göre azalmaya başladıkları görülmüştür. Pestisit kullanılmayan arazilerde örümcek popülasyonu artarken küçük kahverengi bitki zararlısı (SBPH) *Laodelphax striatellus* Falle'n popülasyonunda azalma tespit edilmiştir.

Michalko (2017), kış aylarında armut bahçelerinde zarara sebep olan *Cacopsylla pyri* üzerindeki avcı etkilerini *Philodromus spp.* (Philodromidae) ve *Anyphaena accentuata* Walckenaer (Anyphaenidae) örümcek türleri ile araştırmıştır. Bu örümceklerin kış aylarından ilkbaharın başlarına kadar armut bahçelerindeki *Cacopsylla pyri* popülasyonunu azalttıkları tespit edilmiştir. Agelenidae, Linyphiidae ve Araneidae familyalarından 14 örümcek türünün *Metcalfa pruinosa* üzerindeki avcı etkileri yaz aylarında çalışılmıştır. Örümceklerin avlanma oranları Temmuz ayından Ağustos ayının ortalarına kadar yüksek iken Eylül ayından itibaren azalmaya başladığı belirlenmiştir (Giuseppe, 2017). Farklı mevsimlerde yürütülen bu çalışmalar örümceklerin yılın her döneminde zararlılarla mücadeleye katkı sağlayabileceklerini göstermektedir.

7. Türkiye'deki Örümcek Türlerinin Biyolojik Mücadele Potansiyelinin Belirlenmesi Üzerine Çalışmalar

Ülkemizde örümceklerin biyolojik mücadelede kullanımı ile ilgili fazla çalışma olmadığı ve araştırmaların tarım alanlarındaki örümcek faunalarının belirlenmesi üzerine yoğunlaştığı görülmektedir.

Gaziantep ilinde yapılan çalışmada ülkemiz için ticari öneme sahip Antepfıstığı bahçelerinde var olan örümcek toplulukları tespit edilmiştir. Daha sonra yapılan laboratuvar çalışmaları ile Antepfıstığı zararlıları *Eutelia aduatrix* (Hübner) için iki, *Sulamicerus stali* (Fieber) için yedi *Megastigmus pistaciae* (Walker) dört, *Chaetoptelius vestitus* (Mulsant & Rey) üzerine üç örümcek türünün avcı etkileri tespit edilmiştir. Bu sonuçlar Antepfıstığı bahçelerinde bulunan örümcek türlerinin zararlı baskılamada önemli rol oynadıklarını göstermiştir (Akpınar ve Varol, 2019).

Şimşek ve Bolu (2016) Diyarbakır ili Antep fıstığı bahçelerinde 27 adet doğal düşman tespit etmiştir. Bu düşmanlardan biri olan örümceklerden özellikle aktif gezenler incelenmiştir. Theridiidae ve Araneidae familyasına ait bireylerin Antepfıstığı bahçelerinde yaygın olarak bulunduğu tespit edilmiştir.

Kaçar ve ark. (2016) ticari öneme sahip olan zeytinliklerde örümcek dağılımını araştırmıştır. Çalışma, Doğu Akdeniz bölgesinde Adana, Mersin, Kahramanmaraş, Hatay ve Osmaniye; Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Gaziantep ve Kilis olmak üzere 7 il 24 farklı bölgede yürütülmüştür. Bu bölgede bulunan zeytinliklerde tür çeşitliliği açısından baskın familyalar; Salticidae (%23.9), Thomisidae (%18.1) ve Theridiidae (%12.3) olarak tespit edilmiştir. Ayrıca Thomisidae familyasından *Thomisus sp.* 9 ay ve Theridiidae familyasından *Theridion sp.* 10 ay boyunca 24 bölgenin tamamında en yaygın bulunan türler olarak kaydedilmiştir.

Karacadağ bölgesinde çeltik tarlalarındaki doğal düşmanların belirlendiği bir çalışmada örümcek familyalarından Thomisidae, Philodromidae, Salticidae'den 2'şer tür Tetragnathidae familyasından ise 1 tür belirlenmiştir (Duman ve ark., 2013).

Adana ilinde turuncgil yaprak galeri güvesi (*Phyllocnistis citrella* Stainton) popülasyonunun azalmasına sebep olan doğal düşmanlar belirlenmiştir. Bir limon bahçesinden seçilen 10 ağaçtan rastgele 10 sürgün toplanmıştır. Laboratuvar koşullarında zararlının hangi doğal düşmanlar tarafından ne oranda tüketildikleri araştırılmıştır. İlk yıl zararlının %15'i, ikinci yıl %16,61'i son yılda %10,21'i örümcekler tarafından tüketildiği belirlenmiştir. (Elekçioğlu, 2013).

Mardin Kızıltepe ve Şanlıurfa Akçakale ilçelerinde bulunan yonca alanlarındaki örümcek faunaları çalışılmıştır. Bu alanlarda 11 örümcek familyasına ait 30 tür belirlenmiştir. Philodromidae familyasına ait *Thanatus vulgaris* (Simon) en fazla bulunan tür olurken (%42,30) Araneidae familyasından *Hypsosinga pygmaea* (Sundevall) (%4,84) en az bulunan tür olarak kaydedilmiştir (Efil ve ark., 2012).

8. Sonuç

Örümcekler, diğer doğal düşmanlara kıyasla tarım ve bahçe ekosistemlerinde en çok bulunan avcılar olarak bilinmektedir. Tarım ürünlerine zarar vermeden doğrudan zararlıya yönelmeleri pestisit kullanımının azalmasına olanak sağlayarak onları Biyolojik Mücadele'nin önemli bir parçası konuma getirmektedir. Örümcekler işlevsel ve sayısal tepkiler, avlanma stratejilerindeki uzmanlıkları, habitat ve av tercihleri ve yukarıdan aşağıya etkiler ile zararlı yoğunluğunu istenilen seviyelere getirerek dengede tutabilirler. Tüm bu özellikler örümceklerin tarım arazileri ve bahçelerdeki varlıklarının korunması ve arttırılmasının önemini göstermektedir. Bu sebeple;

- 1) Pestisit uygulamalarının örümceklerin daha az aktif olduğu dönemlerde yapılması ya da örümceklere daha az etki edecek pestisitler kullanılması
- 2) Örümceklere yaşam alanı sağlayacak bitki varlıklarının (yonca bitkisi gibi) arttırılması
- 3) Alternatif av türlerinin bulunması için mahsul çeşitliliği arttırılması
- 4) Koruma ve nem sağlamak amacıyla arazilerin saman ve kuru otlar ile örtülmesi

5) Tarım alanlarının işlenmemiş bırakılması gibi önlemler alınarak örümcek topluluklarının tarım arazilerindeki varlıklarının korunması ve artırılması sağlanabilir (Sarma ve ark., 2013).

Yapılan çalışmalar örümceklerin zararlılar ile mücadelede önemli bir Biyolojik Mücadele elemanı olabileceğini göstermektedir. Ancak örümcek topluluklarının diğer doğal düşmanlarla da beslenmeleri ve aralarında görülen kannibalizm biyolojik mücadeleyi bozabilmektedir. Sonuç olarak tarımsal ekosistemlerde örümceklerin av stratejileri, beslenme tercihleri, habitat tercihleri gibi özellikleri üzerine daha çok çalışma yapılması onların Biyolojik Mücadele'deki önemlerinin anlaşılabilir Entegre Zararlı yönetimine adaptasyonlarının sağlanması sürdürülebilir tarım açısından büyük önem taşımaktadır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye benzer oranda katkı sağlamış olduğunu beyan eder.

Kaynakça

- Akpınar A., Varol Mİ. Gaziantep ili Antepfıstığı bahçelerinde örümcek faunası ve zararlılara karşı laboratuvarında etkinliklerinin araştırılması. *Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 2019; 12(1): 527-532.
- Baba YG., Kusumoto Y., Tanaka K. Effects of agricultural practices and fine-scale landscape factors on spiders and a pest insect in Japanese rice paddy. *BioControl* 2018; 63: 265–275.
- Betz L., Tschardt T. Enhancing spider families and spider webs in Indian rice fields for conservation biological control, considering local. *Journal of Insect Conservation* 2017; 21: 495-508.
- Birişik N. Teoriden pratiğe biyolojik mücadele ve gelecek stratejisi. In: Birişik N. (ed) *Teoriden Pratiğe Biyolojik Mücadele*. Ankara: Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı 2013; 13-36.
- Birkhofer K., Gavish-Regev E., Endlweber K., Lubin YD., Von Berg K., Wise KH., Scheu S. Cursorial spiders retard initial aphid population growth at low densities in winter wheat. *Bulletin of Entomological Research* 2008; 98: 249–255.
- Cardoso P., Pekar S., Jocqué R., Coddington J. Global patterns of guild composition and functional diversity of spiders. *PLoS One* 2011; 6: 1-10.
- Costello MJ., Daane KM. Abundance of spiders and insect predators on grapes in central California. *Journal of Arachnology*, 1999; 27(2): 531-538.
- Craig CL., Bernard GD. Insect attraction to ultraviolet reflecting spiders webs and web decorations. *Ecology* 1990; 71: 616-623.

- Craig CL., Weber RS., Bernard GD. Evolution predator-prey systems: Spider foraging plasticity in response to the visual ecology of prey. *The American Society of Naturalists* 1996; 147: 205-229.
- Denno RF., Mitter MS., Langellotto GA., Gratton C., Finke DL. Interactions between a hunting spider and a web-builder: consequences of intraguild predation and cannibalism for prey suppression. *Ecological Entomology* 2004; 29(5): 566-577.
- Duman M., Mutlu Ç., Büyük M., Karaca V. Karacadağ çeltik ekim alanlarında bulunan faydalı böcek, örümcek ve polinatör türlerin belirlenmesi. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi* 2013; 4(1): 53-64.
- Efil L., Bayram, A., Deltshv C. Güneydoğu Anadolu Bölgesi yonca alanlarındaki örümcek türlerinin (Araneae) belirlenmesi. *Türkiye Entomoloji Bülteni* 2012; 2(1): 31-35.
- Elekçioğlu NZ. Determination of the natural mortality factors of *Citrus leafminer* [*Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae)] Adana. *Türkiye Entomoloji Dergisi* 2013; 37(1): 21-30.
- Ghavami S. The Potential of predatory spiders as biological control agents of cotton pests in Tehran Provinces of Iran. *Asian Journal of Experimental Sciences* 2008; 22(3): 303-306.
- Giuseppe C. Spiders (Araneae) as predators of the exotic *Metcalfa pruinosa* (Say, 1830) (Homoptera: flatidae) in the Central Western Po Flood Plain (Northern Italy). *Indian Journal of Arachnology* 2017; 6(1): 72-80.
- Heong KL., Bleih S., Rubia EG. Prey preference of the wolf spider, *Pardosa pseudoannulata* (Boesenberg et Strand). *Population Ecology* 1991; 33(2): 179-186.
- Hoefler CD., Chen A., Jakob EM. The potential of a Jumping Spider, *Phidippus clarus*, as a biocontrol agent. *Journal of Economic Entomology* 2006; 99(2): 432-436.
- Holling CS. The components of predation as revealed by a study of small-mammal predation of the European Pine Sawfly1. *The Canadian Entomologist* 1959; 91(5): 293-320.
- Horton DR., Miliczky ER., Jones VP., Baker CC., Unruh TR. Diversity and phenology of the generalist predator community in apple orchards of Central Washington State (Insecta, Araneae). *Canadian Entomologist* 2012; 144(5): 691-710.
- Huang X., Quan X., Wang X., Yun Y., Peng Y. Is the spider a good biological control agent for *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae)? *Zoologia* 2018; 35: 1-8.
- Isaia M., Beikes S., Paschetta M., Sarvajayakesevalu S., Badino G. Spiders as potential biological controllers in apple orchards infested by *Cydia spp.* (Lepidoptera: Tortricidae. In: Nentwig W., Entling M., Kropf C. (ed) 2010; Bern: Proceedings of the 24th European Congress of Arachnology.
- Jackson R., Pollard S. Predatory behavior of jumping spiders. *Annual Review of Entomology* 1996; 41: 287-308.

- Jeyaparvathi S., Baskaran S., Bakavathiappan G. Biological control potential of spiders on the selected cotton pests. *International Journal of Pharmacy and Life Sciences* 2013; 4(4): 2568-2572.
- Jesikha M. The potential of *pilixeppus petersi* as a biocontrol agent on *muska domestica*. *Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology* 2012; 2(3): 30-31.
- Kacar G., Kara PA., Ulusoy MR. Distribution of spiders (Araneae) in olive groves in the Eastern Mediterranean and South-Eastern Anatolia Regions of Turkey. *Pakistan Journal of Zoology* 2016; 48(3): 735-745.
- King R., Read D., Traugott M., Symondson W. Molecular analysis of predation: A review of best practice for DNA-based approaches. *Molecular Ecology* 2008; 17: 947-963.
- Kobayashi T., Takada M., Takagi S., Yoshioka A., Washitani I. Spider predation on a mirid pest in Japanese rice fields. *Basic and Applied Ecology* 2011; 12: 532–539.
- Lefebvre M., Franck P., Olivares J., Ricard JM., Mandrin JF., Lavigne C. Spider predation on rosy apple aphid in conventional, organic and insecticide-free orchards and its impact on aphid populations. *Biological Control* 2017; 104: 57-65.
- Liu S., Li Z., Sui Y., Schaefer DA., Alele PO., Chen J., Yang X. Spider foraging strategies dominate pest suppression in organic tea plantations. *BioControl* 2015; 60(6): 839-847.
- Maloney D., Drummond FA., Alford, R. Spider predation in agroecosystems: Can spiders effectively control pest populations? *Technical Bulletin* 2003; 190: 1-32.
- Marc P., Canard A. Maintaining spider biodiversity in agroecosystems as a tool. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 1997; 62: 229-235.
- Marc P., Canard A., Ysnel F. Spiders (Araneae) useful for pest limitation and bioindication. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 1999; 74(1): 229-273.
- Michalko R. Spiders as bioagents of pome orchard pests. Mendel University Faculty of Science Ph.D. Dissertation, pages:148, Bruno,Czech Republic 2017.
- Michalko R., Pekar S. Different hunting strategies of generalist predators result in functional differences. *Oecologia* 2016; 81(4): 1187-1197.
- Michalko R., Petráková L., Sentenská L., Pekár S. The effect of habitat complexity and density-dependent non-consumptive interference on pest suppression by winter-active spiders. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 2017; 242: 26-33.
- Miliczky ER., Horton DR. Densities of beneficial arthropods within pear and apple orchards affected by distance from adjacent native habitat and association of natural enemies with extra-orchard host plants. *Biological Control* 2005; 33(3): 249-259.
- Morin PJ. *Community ecology*. Malden, MA: Blackwell Science; Inc 1999.
- Nyffeler M., Birkhofer K. An estimated 400–800 million tons of prey are annually killed by the global spider community. *Science of Nature* 2017; 104.
- Nyffeler M., Sterling WL., Dean DA. How spiders make a living. *Environment Entomology* 1994; 23: 1357-1367.

- Patil R., Patil Y., Salunkhe P. Spider A potential biocontrol agent in insect pest management of vineyard. *International Journal of Creative Research Thoughts* 2018; 6(2): 1422-1427.
- Pedigo LP. *Entomology and pest management*. 4th ed. New Jersey: Prentice Hall; 2001 .
- Pearce S., Hebron WM., Raven RJ., Zalucki MP., Hassan E. Spider fauna of soybean crops in south-east Queensland and their potential as predators of. *Australian Journal of Entomology* 2004; 43: 57-65.
- Pekár S., Michalko R., Loverre P., Líznavá E., Černecká L. Biological control in winter: novel evidence for the importance of generalist predators. *Journal of Applied Ecology* 2015; 52(1): 270-279.
- Persons MH. Hunger effects on foraging responses to perceptual cues in immature and adult wolf spiders (Lycosidae). *Animal Behaviour* 1999; 57: 81-88.
- Persons MH., Rypstra AL. Preference for chemical cues associated with recent prey in the wolf spider *Hogna helluo* (Araneae: Lycosidae). *Ethology* 2000; 106(1): 27-35.
- Picchi MS., Bocci G., Petracci R., Entling MR. Effects of local and landscape factors on spiders and olive fruit flies. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 2016; 222: 138-147.
- Richert SE., Bishop L. Prey control by an assemblage of generalist predators: Spiders in garden test systems. *Ecology* 1990; 71: 1441-1450.
- Riechert SE., Harp JM. Nutritional ecology of spiders. In: Slansky F., Rodriguez JG. (ed) *Nutritional Ecology of Insects, Mites, and Spiders*. New York: John Wiley 1987; 645-672.
- Riechert SE., Lockley T. Spider as biocontrol agents. *Annual Review of Entomology* 1984; 29: 229-320.
- Sanyal D., Bhowmik P., Anderson R., Shrestha A. Revisiting the perspective and progress of integrated weed management. *Weed Science* 2008; 56(1): 161-167.
- Sarma S., Pujari D., Rahman Z. Role of Spiders in regulating insect pest in the agricultural ecosystem- an overview. *Journal of International Academic Research for Multidisciplinary* 2013; 1(5): 100-117.
- Schmidt JM., Harwood DJ., Rypstra AL. Foraging activity of a dominant epigeal predator: molecular evidence for the effect of prey density on consumption. *Oikos* 2012a; 121(11): 1715-1724.
- Schmidt MH., Lauer A., Purtauf T., Thies C., Schaefer M., Tschardtke T. Relative importance of predators and parasitoids for cereal aphid control. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 2003; 270(1527): 1905-1909.
- Schmidt MH., Thewes U., Thies C., Tschardtke T. Aphid suppression by natural enemies in mulched cereals. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 2004; 113(2): 87-93.
- Sinclair AR., Pech RP., Dickman CR., Hik D., Mahon P., Newsome AE. Predicting effects of predation on conservation of endangered prey. *Conservation Biology* 1998; 12(3): 564-575.

- Snyder WE., Wise DH. Antipredator behaviour of spotted cucumber beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) in response to predators that pose varying risks. *Environmental Entomology* 2000; 29: 35-42.
- Sunderland KD., Fracer AM., Dixon AF. Field and laboratory studies on money spiders (Linyphiidae) as predators of cereal aphids. *Journal of Applied Ecology* 1986; 23: 433-447.
- Şimşek A., Bolu H. Diyarbakır ili Antep fıstığı (*Pistacia vera* L.) alanlarındaki yararlı böcek faunasının belirlenmesi. *Bitki Koruma Bülteni*, 2016; 56(3): 267-282.
- Thomson LJ., Hoffman AA. Natural enemy responses and pest control: importance of local vegetation. *Biological Control* 2010; 52(2): 160-166.
- Traugott M., Bell J., Raso L., Sint D., Symondson WO. Generalist predators disrupt parasitoid aphid control by direct and coincidental intraguild predation. *Bulletin of Entomological Research* 2012; 102(2): 239-247.
- World Spider Catalog. <https://wsc.nmbe.ch/>. 2021; (Erişim tarihi: 06/06/2021).
- Young AP., Edwards GB. Spiders in United States field crops and their potential effect on crop pests. *Journal of Arachnology* 1990; 18: 1-27.