

Atıf İçin: Kandil, C. ve Tunca Cosic, H. (2023). Zararlılarla Mücadelede Birlik İçi Avcılığın Parazitoidler Üzerine Etkisi. *İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13(3), 1528-1536.

To Cite: Kandil, C. & Tunca Cosic, H. (2023). The Effect of Intraguild Predation on Parasitoids in Pest Control. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 13(3), 1528-1536.

Zararlılarla Mücadelede Birlik İçi Avcılığın Parazitoidler Üzerine Etkisi

Cansu KANDİL, Hilal TUNCA COSİC*

Öne Çıkanlar:

- Birlik İçi avcılığın multitrofik ilişkilerdeki önemi
- Parazitoidlerin birlik içi avcılık içerisindeki rolü
- Parazitoidlerin birlik içi avcılıktan etkilenme derecesi

Anahtar Kelimeler:

- Birlik içi avcılık
- parazitoid
- biyoloji
- davranış

ÖZET:

Birlik içi avcılık (Intraguild predation, IGP), kısaca bir doğal düşmanın diğeri tarafından tüketilmesi olarak tanımlanır ve zararlılarla mücadeleyi olumsuz yönde etkileyebilecek yaygın bir olgudur. Biyolojik mücadele uygulamalarında parazitoidler zararlı böceklerin önemli doğal düşmanları arasında yer almaktadır ve genellikle IGP'den olumsuz yönde etkilenmektedirler. Zararlı böcek popülasyonlarının baskılanmasını engelleyen parazitoid ve birlik içi avcılık interaksiyonunda matematiksel modeller geliştirmek mümkündür. Genellikle, bir birlik içi avcının, parazitoidler üzerindeki IGP oranı, zararlı böcek üzerindeki avcılık oranından yüksek olduğu durumlarda zararlı böcek mücadelesini engellediği araştırmacılar tarafından saptanmıştır. Birlik içi avcılarının doğrudan parazitoid erginlerine saldırdığı veya parazitlenmemiş konukçulara göre parazitlenmiş konukçuları tercih ettiği örneklerde, bu durumun zararlı böceklerin baskılanmasını engellendiği gözlemlenmektedir. Ancak parazitoidlerin farklı savunma reaksiyonları sayesinde birlik içi avcılığın etkisi en düşük düzeye inmektedir. Birlik içi avcılığın zararlıların mücadelesi üzerindeki olumsuz etkileri parazitoid ve predatör davranışlarının daha iyi anlaşılmasıyla çözüme kavuşacaktır.

The Effect of Intraguild Predation on Parasitoids in Pest Control

ABSTRACT:

Intraguild predation (IGP) is defined as the consumption of one natural enemy by another and is a common phenomenon that can negatively affect pest control. In biological control applications, parasitoids are among the important natural enemies of harmful insects and they are generally adversely affected by IGP. It is possible to develop mathematical models for the interaction of parasitoid and IGP, which prevents the suppression of pest populations. Generally, it has been determined by researchers that an intraguild predator inhibits pest control when the rate of IGP on parasitoids is higher than the rate of predation on pests. There are instances where IGP predators directly attack parasitoid adults or prefer parasitized hosts over non-parasitized hosts. This event prevents the suppression of harmful insects. However, due to the different defense reactions of parasitoids, the effect of IGP is minimized. The negative effects of IGP on pest control will be resolved with a better understanding of parasitoid and predator behaviors..

Highlights:

- Importance of Intraguild predation in multitrophic relationships
- The role of parasitoids in Intraguild predation
- The rate of level affection of parasitoid by Intraguild predation

Keywords:

- Intraguild predation
- parasitoid
- biology
- behaviour

Cansu KANDİL ([Orcid ID: 0000-0001-6420-4772](https://orcid.org/0000-0001-6420-4772)), Hilal TUNCA COSİC ([Orcid ID: 0000-0003-3073-6628](https://orcid.org/0000-0003-3073-6628)), Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Ankara, Türkiye.

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Hilal TUNCA COSİC, e-mail: htunca@ankara.edu.tr

Bu çalışma Cansu KANDİL'in Yüksek Lisans seminerinin bir bölümünden oluşmaktadır.

GİRİŞ

Herbivorların doğal düşmanları tarafından popülasyon yoğunluklarının baskılanmasıyla tarımsal ürünlerin sürdürülebilir olarak herbivor zararından korunması sağlanır (Hairston ve ark., 1960; Altieri, 1997; Polanczyk ve Pratissoli, 2009). Doğada değişen düzeyde multitrofik ilişkilere rastlamak mümkündür (Oksanen ve ark., 1981; Carpenter ve ark., 1985; Carpenter ve Kitchell, 1993; Lathrop ve ark., 2002; Strong, 1992). Tür çeşitliliğine sahip komünitelerde, türlerin belirli trofik düzeylere ayrılması bazen karmaşık ilişkilere neden olabilir. Bu karmaşık ilişkilere en iyi örnek birlik içi avcılıktır (IGP). Birlik içi avcılık temel düzeyde bir doğal düşmanın diğeri tarafından tüketilmesi olarak tanımlanabilir ve bu olgu hem tarım hem orman ekosisteminde yaygın olarak görülmektedir (Polis ve ark., 1989; Arim ve Marquet, 2004; Potter ve ark., 2018; Wang ve ark., 2019). Birlik içi avcılık, predatör türlerin belirli bir trofik düzeyde bulunmasını karmaşılaştırır (Polis, 1991; Polis ve Holt, 1992; Strong, 1992). Tarımsal ekosistemlerde, birlik içi avcılığın etkisinin anlaşılması predatör-herbivor ve herbivor-bitki ilişkisinin daha iyi anlaşılmasına bağlıdır (Halaj ve Wise, 2001; Shurin ve ark., 2002).

Birçok ekolojik komünitede önemli bir doğal düşman grubu olan parazitoitler tarafından herbivorların kontrolünü etkileyen birlik içi avcılığın rolü ortaya konulmuştur. Araştırmacılar konukçu-parazitoit ilişkilerinin son derece önemli olduğunu bildirmişlerdir. Konukçu ve konukçuya özelleşmiş parazitoit, konukçu üzerinde güçlü bir baskı mekanizması oluşturabilme yeteneğindedir. Parazitoitlerin, parazitlenmiş konukçulara veya parazitoitlere doğrudan saldıran polifag predatörler nedeniyle birlik içi avcılığa duyarlı faydalı organizmalar olduğu bildirilmiştir (Brodeur ve Rosenheim, 2000). Bu nedenle, konukçu-parazitoit sistemlerinin, herbivor kontrolünü olumsuz yönde etkileyen birlik içi avcılık içerisinde önemli rolleri olabilir. Orman ve agro ekosistemlerde birlik içi avcılık nedeniyle parazitoit-konukçu ilişkilerinde olumsuzluklara neden olmasının üreticiler açısından ekonomik bir etkisi de vardır (Rosenheim ve ark., 1995). Birlik içi avcılığın konukçu-parazitoit sistemleri üzerindeki etkisini ele almak için, öncelikle bu ilişkinin konukçu-parazitoit sistemleri üzerindeki olumsuz etkileri tartışılmalıdır. Birlik içi avcılığın hangi düzeyde parazitoit-konukçu ilişkisini olumsuz yönde etkilediğini belirlemek için araştırmacılar matematiksel modeller oluşturmuşlardır.

Birlik içi avcılık ilişkisi, simetrik veya asimetric olabilir. Simetrik olduğunda, etkileşim halindeki her iki avcı tür, her gelişme döneminde birbirine saldırır veya bir avcının daha büyük dönemleri diğerrinin daha küçük dönemleri üzerinde beslenir. Söz konusu bu durumun tersi de gerçekleşebilmektedir (Polis ve ark., 1989). Araştırmacılar parazitoitler için, birlik içi avcılığın çoğunlukla asimetric yönde olduğunu bildirmişlerdir (Brodeur ve Rosenheim, 2000). Bu durum polifag predatörlerin, parazitoitler üzerinde birlik içi avcı rolü ile ispatlanmaktadır. Birlik içi avcı, fakültatif hiperparazitoit olduğunda sadece parazitlenmemiş konukçulara değil, aynı zamanda parazitlenmiş konukçulara da yumurta bırakmaktadır (Godfray, 1994). Konukçu, parazitoit ve fakültatif hiperparazitoit içeren sistemlerde, fakültatif hiperparazitoitin parazitoit üzerinde asimetric bir etkisi vardır (Hunter ve ark., 2002; Borer ve ark., 2004). Bir birlik içi avcının birlik içi av üzerindeki asimetric etkisi herbivor mücadelesini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Ancak, parazitoitler üzerindeki birlik içi avcılığın, predatör üzerindeki birlik içi avcılığa göre herbivor baskılamasını olumsuz yönde etkilemesinin daha düşük olasılıkta olduğu araştırmacılar tarafından bildirilmektedir (Ehler, 1995; Rosenheim ve ark., 1995). Parazitoitler üzerindeki birlik içi avcılık, parazitlenmiş konukçularda meydana gelirse doğrudan beslenme-avcılık ile bağlantılı olabildiği ifade edilmiştir (Polis ve ark., 1989). Parazitoitler üzerindeki IGP oranı zararlı böcek üzerindeki IGP oranından küçükse herbivor mücadelesindeki birlik içi avcılığın olumsuz etkilerine karşı koruma sağlayabilir.

Birlik İçi Avcılık Üzerine Matematiksel Modeller

Konukçu-parazitoit-avcı böcek ilişkilerinde matematiksel modeller geliştirmek için, ilk olarak, monofag avcılar yerine polifag bir avcılar ele alınmıştır. Polifag avcı tür çok sayıda av türüne saldırdığı için, ana konukçu ve parazitoit birlik içi polifag avcının besininin sadece küçük bir bölümünü oluşturacaktır. Monofag birlik içi avcı tür yalnızca spesifik olduğu konukçu ve parazitoitlere saldırır. Sonuç olarak konukçu-parazitoit sistemleri ile doğrudan ilişkili olan bir birlik içi avcı için model geliştirilmiş olur. Konukçu, parazitoit ve fakültatif hiperparazitoit içeren sistemler bu tanıma uyabilir. Yukarıda açıklanan bu iki durum, polifag ve monofag birlik içi avcılar arasındaki farklılıkları açıkça ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, birlik içi avcının konukçu- parazitoit ilişkisini her iki durumda da olumsuz yönde etkileyebileceği düşünülmektedir. Polifag birlik içi avcılar için, Nicholson-Bailey modeli modifiye edilerek konukçu-parazitoit ilişkileri modellenmiştir. Monofag birlik içi avcı dinamikleri için oluşturulan matematiksel modeller ise fakültatif hiperparazitoit gibi düşünülebilir. Araştırmacılar tarafından birlik içi avcı fakültatif hiperparazitoit olarak belirlenmiş olup fakültatif hiperparazitoitlerin, yüksek oranda monofag birlik içi avcılara en yakın olduğu düşünülmüştür. Monofag birlik içi avcılar için oluşturulan matematiksel modelleme de Nicholson-Bailey modeli temel alınmıştır. Ancak bir önceki modele göre daha karmaşıktır (Snyder ve Ives 2008; Wang ve ark., 2019).

Parazitoitlerin Predatör Tarafından Tüketilmesi

Matematiksel modeller, birlik içi avcılarının konukçu herbivorlara daha az saldırdığını buna karşın parazitoitler üzerinde daha fazla bir olumsuz etki yarattığını öne sürmüştür. Bazı birlik içi avcılarının bu şekilde davrandığına dair yapılan çalışmalarda bulunmaktadır. Tostawaryk (1971) tarafından konukçu bitki *Pinus banksiana* (Pinales: Pinaceae) üzerinde zararlı olan toplu beslenme davranışına sahip *Neodiprion swaini* (Middleton) (Hymenoptera: Diprionidae) ve *Neodiprion pratti* (Dyar) (Hymenoptera: Diprionidae) türleri ile doğal düşman arasındaki etkileşimler incelenmiştir. Bu iki zararlı türe etkili üç parazitoit türü bulunmaktadır bunlar *Spathimeigenia spinigera* (Townsend) (Diptera: Tachinidae), *Lamachus* türleri ve *Perilampus hyalinus* (Say) (Hymenoptera: Perilampidae) dir. Bu üç türün zararlı üzerindeki parazitlenme oranlarının yüksek olduğu ifade edilmiştir. Ancak bu parazitlenmiş larvaların çoğu, daha sonra *Podisus modestus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) türüne ait predatör pentatomidler tarafından avlanır.

Asilidae familyasına bağlı avcı sineklerin (Robber flies) hem parazitlenmiş hem de parazitlenmemiş çekirgelere saldırabildiği, aynı zamanda besin arayan ergin parazitoitleri de av olarak kullandığı belirlenmiştir. Ergin parazitoitlerin beslenmelerine yönelik arazide gerçekleştirilen büyük kafes denemelerinde bu avcı sineklerin çekirgelere oranla parazitoit erginleriyle beslenmeyi tercih ettikleri bildirilmiştir. Avcı sineklerin olmadığı kafeslerde parazitlenme oranlarının yüksek olduğu sonucuna varılmıştır (Rees ve Onsager, 1982).

Bu konuda yapılan başka bir çalışmada araştırmacılar badem (*Prunus dulcis*) ağaçları üzerinde beslenen San Jose kabuklu biti *Quadraspidiotus perniciosus* (Comst.) (Hemiptera: Diaspididae)'nin üzerinde *Aphytis* cinsine ait parazitoitleri gözlemlemişlerdir (Heimpel ve ark., 1997). Bu araştırmacılar, parazitoitlerin popülasyon yoğunluğunun en yüksek olduğu sonbahar döneminde, predatörlerden kaynaklanan ölüm oranının, laboratuvarında gözlemlendiği gibi ergin parazitoitlerin hayatta kalmasını azalttığını bildirmişlerdir. Parazitoit ile beslendiği gözlemlenen predatörler arasında, *Linepithema humile* (Hymenoptera: Formicidae), çeşitli örümcek türleri ve *Zelus renardi* (Kolenati) (Hemiptera: Reduviidae) olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle, predatörlerin parazitoitler üzerindeki olumsuz etkisi açlık ve aşırı sıcaklıklar kadar parazitoitin hayatta kalmasını olumsuz yönde etkilemesiyle açıklanabilir (Heimpel ve ark., 1997).

Traugott ve ark., (2012) Yaptıkları çalışmada polifag avcı-parazitoit ve yaprak biti ilişkisini ele almışlardır. Çalıştıkları polifag avcılar carabid, staphylinid ve bazı örümcek türleridir. Yaprak biti türleri *Sitobion avenae* (F.), *Rhopalosiphum padi* (L.) and *Metopolophium dirhodum* (Walker) (Hemiptera: Aphididae) parazitoit türleri ise *Ephedrus plagiator* (Nees) (Hymenoptera: Braconidae), dört *Aphidius* türü ve hyperparazitoit tür *Dendrocercus carpenteri* (Curtis) (Hymenoptera: Ceraphronidae)'dir. Predatör böceklerin midesinde yapılan DNA ekstraksiyonunda parazitoit erginlerin DNA'sına rastlanmıştır. Araştırmacılar bu durumu söz konusu predatörlerin doğrudan parazitoit erginleriyle beslendiklerini ifade ederek açıklamışlardır. Benzer olarak Velasco-Hernández ve ark., (2013) predatör *Geocoris punctipes* (Hemiptera: Lygaeidae)'in parazitoit *Eretmocerus eremicus* (Hymenoptera: Aphelinidae) erginleriyle beslendiğini ifade etmişlerdir. Yapılan çalışmalar oluşturulan matematiksel modelleri destekleyici yöndedir. Bu yönde bir beslenme herbivor popülasyonu üzerinde farklı etkiler oluşturabilmektedir.

Birlik İçi Avcılıktan Korunmak İçin Parazitoit Stratejileri

Seçici Yumurta Bırakma Davranışı Yoluyla Birlik İçi Avcılıktan Kaçınma

Taylor ve ark., (1998) ilk olarak, dişi parazitoitin davranışsal özelliğiyle birlik içi avcılardan kaçınmayı yaptıkları araştırmayla ortaya koymuşlardır. Çalışma bezelye yaprak biti *Acyrtosiphon pisum* (Haris) (Hemiptera: Aphididae) ve parazitoit *Aphidius ervi* (Hymenoptera: Aphidiidae) ile gerçekleştirilmiştir. Diğer yaprak biti parazitoitleri gibi, *A. ervi*'de, bezelye yaprak bitlerine saldıran polifag predatör türlerin bulunduğu geniş bir komünitenin üyesidir. Bu komünite içerisinde görülen en yaygın predatör, *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae)'dir. Bu predatörün larvaları veya erginleri, parazitlenmiş yaprak bitleri veya parazitoit pupalarını tükettiklerinde, *A. ervi*'nin birlik içi avcısı olarak görev yapar. Araştırmacılar yapmış oldukları çalışmada besin arayan bir uğur böceği larvası veya erginini barındıran yapraklar üzerinde aynı zamanda konukçu arayan parazitoit dişilerinin yaprakda kalış sürelerini karşılaştırmışlardır. Parazitoitin, uğur böceğinin larvasını veya erginini bulundurmayan bitkilere kıyasla, daha önce bir uğur böceği ergini ya da larvasının bulunması durumunda, parazitoitin konukçu arama davranışını yarı yarıya azalttığı ifade edilmiştir. Bu veriler, hem *A. ervi*'nin yumurtalarını uğur böcekleri tarafından tüketilme riski taşıyan konukçulara bırakmaktan kaçındığını göstermektedir. Bu çalışmada predatör *C. septempunctata* tarafından bırakılan kimyasal ipuçlarının dişi parazitoit tarafından birlik içi avcılıktan kaçınma davranışını başlatmak için yeterli olduğunu göstermiştir. Nakashima ve Senoo (2003) ve Nakashima ve ark. (2004) parazitoit *A. ervi*'nin uğur böceği *C. septempunctata*'dan kaçma davranışı konusunda ek çalışma sonuçları sunmuşlardır. Araştırmacılar bir uğur böceği ergininin veya larvasının 24 saat boyunca üzerinde yürüdüğü bakla (*Vicia faba*) yaprakları ve uğur böceği barındırmayan kontrol yapraklarından oluşan laboratuvar denemelerinde, parazitoitlerin kalış sürelerini kaydetmişlerdir. Parazitoit erginlerinin, *C. septempunctata* içeren yapraklar üzerinde daha az zaman harcadıkları ifade edilmiş ve bu sürenin 10 dakikalık bir gözlem periyodunda yaklaşık 30 saniyeden daha az olduğu belirlenmiştir. Bu uzaklaştırıcı etki süreyle sınırlıdır. Uğur böceğinin bulunduğu yapraklar, parazitoitin konukçu arama davranışını 18 saate kadar engellemiş, ancak daha sonra bu etkinin ortadan kalktığı ifade edilmiştir (Nakashima ve Senoo, 2003).

Parazitoitin konukçu aramasını engelleyen etkiden sorumlu kimyasal daha sonra izole edilmiştir (Nakashima ve ark., 2004). Bu kimyasal çeşitli coccinellid türlerinde ortak olan (Kosaki ve Yamaoka 1996) ve besin ararlarken coccinellidlerin ayak izlerinde bulunan iki yüzey hidrokarbonundan birinin neden olduğu bulunmuştur. Bu hidrokarbonların, aynı zamanda, bir coccinellidin daha önce bulunduğu bir yüzeye diğer bir coccinellidin yumurta bırakmasını önlemek için de kullanıldığı bildirilmiştir. Araştırmacılar belki de bu tür kimyasalların coccinellidlerin vücut yüzeylerinin her yerinde

bulunabileceğini ifade etmişlerdir (Hemptonne ve ark., 2001). Bir coccinellidin yokluğunda bitki yüzeyine yalnızca sentetik aktif hidrokarbonların püskürtülmesi, parazitlenme oranının %50 oranında azaldığını ortaya koymuştur (Nakashima ve ark., 2004).

Parazitoitler tarafından uğur böceklerinden bu şekilde kaçma davranışı sergilenmesi, ortamda bulunan yaprak biti popülasyonu parazitlenme oranı üzerinde ölçülebilir düzeyde etki yarattığı ifade edilmiştir. Raymond ve ark., (2000), parazitoit *Lysiphlebus fabarum* (Marshall) (Hymenoptera: Braconidae) tarafından fasulye yaprak bitinin, *Aphis fabae* (Scopoli) (Hemiptera: Aphididae) parazitlenme yüzdesinin genellikle konukçu bitkide yaprak biti yoğunluğu ile arttığını bildirmişlerdir. Bununla birlikte, en yüksek yaprak biti yoğunluğunu ve aynı zamanda en fazla sayıda uğur böceklerini barındıran konukçu bitki *Chenopodium album* L. (Caryophyllales: Amaranthaceae) olarak belirlenmiştir. *Chenopodium album* üzerinde artan yaprak biti yoğunluğu ile parazitlenme oranları artış meydana gelmemiştir. Parazitoitlerin, uğur böceği barındıran yaprak biti kolonilerinden kaçınmış olabileceği ifade edilmiştir. Birlik içi avcılığın bu şekilde önlenmesiyle, arazide konukçu bitki *C. album* üzerinde yaprak bitleri ortaya çıktığında nispeten düşük parazitlenme oranlarıyla karşılaşmaktadır (Raymond ve ark., 2000).

Shiojiri ve Takabayashi (2005) konukçu bitki *Rorippa indica* L. (Brassicales: Brassicaceae) nektarı ile beslenen çeşitli türlere ait avcı karıncalar olduğu gibi lahanaya yaprak güvesi larvaları da (*Plutella xylostella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Plutellidae)) bu bitki üzerinde beslenmektedir. *Plutella xylostella* larvaları da spesifik bir parazitoit olan *Cotesia plutellae* (Kurdjumov) (Hymenoptera: Braconidae) tarafından parazitlenmektedir. Parazitlenmemiş larvalar gibi, *C. plutellae* tarafından parazitlenen *P. xylostella* larvaları da *R. indica* üzerinde yüksek karınca avına maruz kalırlar çünkü nektar bulunan bu bitkide karınca yoğunlukları çok daha yüksektir. Parazitoit *C. plutellae*'nin, karıncaların birlik içi avcılığını önlemek için bir strateji olarak çiçekli bitkilerden kaçındıkları araştırmacılar tarafından ifade edilmiştir (Shiojiri ve Takabayashi, 2005).

Konukçu davranışını değiştirerek birlik içi avcılıktan kaçınma

Bazı yaprak biti parazitoitlerinin larvaları konukçusunun ölümünden hemen önce, konukçularının davranışını değiştirir. Yapılan bir çalışmada Brodeur ve McNeil (1989; 1992) patates yaprak biti *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) (Hemiptera: Aphididae) davranışının parazitoit *Aphidius nigripes* (Ashmead) (Hymenoptera: Aphidiidae) tarafından değiştirilmesini incelemiştir. Diyapoza girmek üzere olan parazitoitler, konukçu ölümünden kısa bir süre önce, genellikle konukçularının bitkideki gizli alanlara hareket etmesini tetiklerken, diyapoza girmeyen parazitoitler tarafından parazitlenen yaprak bitlerinin bitkide kalma olasılığı daha yüksektir (Brodeur ve McNeil, 1989). Predatörlerden korunmak için yapılan bu davranış değişikliğinin diğer bir avantajı da hiperparazitoitlerden korunmaktır. Bu çalışmada hiperparazitoit *Asaphes vulgaris* (Walker) (Hymenoptera: Pteromalidae)'in gizlenmiş parazitoit pupalarını bulma yeteneğinin zayıf olduğu ifade edilmiştir (Brodeur ve McNeil 1989). Bu konuda yapılan başka bir çalışmada Brodeur ve Vet (1994), birlik içi avcılarını uzaklaştırmak için konukçu davranışının daha sıra dışı bir şekilde değiştirildiğini bildirmişlerdir. Parazitoit *Cotesia glomerata* L. (Hymenoptera: Braconidae), pupa olmak için konukçusu *Pieris rapae* L. (Lepidoptera: Pieridae) 'den larva döneminden çıkış yapar. Konukçu *Pieris* larvası parazitoitin pupasına doğru ilerleyip parazitoit pupasının üzerine çıkar ve yaklaşan avcılara yönelik bir fiziksel savunma reaksiyonu ile *C. glomerata*'nın pupasını herhangi bir birlik içi avcıdan korur (Brodeur ve Vet, 1994).

Birlik İçi Avcılığa Karşı Parazitoitlerin Fiziksel Savunmaları

Hemiptera takımı üzerinde etkili olan parazitoitler, genellikle mumya denen yapıyı oluşturarak, konukçu ölümünde konukçu kütikulasının fiziksel olarak sertleşmesine neden olur. Mumya tabakası,

pupa döneminde sert çevre koşullarına karşı bir miktar fiziksel savunma sağlar. Ancak diğer bir avantajı ise, birlik içi avcılıktan korumaktır. Örneğin Hoelmer ve ark., (1994) *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera:Aleyrodidae)'nin parazitoiti *Encarsia transvena* (Timberlake) (Hymenoptera: Aphelinidae)'nin avcı coccinellid *Delphastus pusillus* (Coleoptera: Coccinellidae) tarafından birlik içi avcılığını incelemişlerdir. Bu parazitoitin, *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae)'ye saldırdığı araştırmacılar tarafından belirlenmiştir. Coccinellidlerin, parazitlenmemiş ve erken dönem parazitoitleri içeren konukçularla eşit oranlarda avlandığını, ancak parazitoit gelişimi ilerledikçe bu predatörlerin, parazitlenmiş konukçuları av olarak değerlendirmeyi tercih etmedikleri bildirilmiştir. Coccinellid avcılar tarafından parazitlenmemiş konukçuları av olarak tercih etmeme, parazitlenme nedeniyle ortaya çıkan beyazsinek kütikulasının sertleşmesinden kaynaklanmaktadır (Hoelmer ve ark., 1994).

Farklı araştırmacılar, parazitoit pupalarının fiziksel savunması olan mumya tabakası tarafından uzaklaştırılan benzer birlik içi avcılık durumlarını bildirmişlerdir. Parazitoit pupalarının fiziksel savunmaları, birlik içi avcılığın herbivorların baskı altına alınması üzerindeki olumsuz etkilerini ortadan kaldırır (Kindlmann ve Ruzicka 1992; Snyder ve Ives, 2003). Yapılan diğer bir çalışmada Colfer ve Rosenheim (2001) avcı *Hippodamia convergens* (Guérin- Méneville) (Coleoptera: Coccinellidae), pamuk yaprak biti *Aphis gossypii* (Glover) (Hemiptera: Aphididae) ve parazitoit *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae) arasındaki birlik içi avcılığı incelemişlerdir. Araştırmacılar yaptıkları besin denemelerinde, avcı böcek *H. convergens*'in, mumyalar (parazitlenmiş yaprak bitleri) yerine parazitlenmemiş yaprak bitleri ile beslenmeyi biraz daha fazla tercih ettiğini belirlemişlerdir (Colfer ve Rosenheim, 2001). Parazitoit pupalarındaki bu fiziksel koruma herbivor popülasyonunun regülasyonunu bozan birlik içi avcılığın olumsuz etkisinden kaçınmayı sağlamaktadır. Benzer olarak *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) (Hemiptera: Aphididae), *Aphelinus asychis* (Walker) (Hymenoptera: Aphelinidae) ve birlik içi avcı *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae) arasında da aynı besin ilişkisi olduğu bildirilmiştir (Snyder ve ark., 2004).

Bazı koşullarda ise parazitlenmiş konukçular, birlik içi avcılar tarafından genellikle parazitlendikten sonra ilk birkaç gün tüketilebilirler. Daha sonraki günlerde predatörlerin mandibula ve styletleri sertleşen mumyaya karşı etkisiz hale gelebilmektedir. Böylelikle parazitoitin hayatta kalma oranı artmaktadır. Bu konuda yapılan bir çalışmada *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae)'nin *Anagyrus pseudococci* (Girault) (Hymenoptera: Encyrtidae) tarafından parazitlenmiş unlubit türleri *Planococcus citri* (Risso) ve *Planococcus ficus* (Signoret) (Hemiptera: Pseudococcidae) üzerindeki beslenme davranışı incelenmiştir. Birlik içi avcı olan *C. montrouzieri* ergin ve larvalarının, iki ve dört günlük parazitlenmiş unlu bitlerle en az parazitlenmemiş unlu bitler kadar iyi beslendiği, ancak altıncı günden sonra beslenemediği gözlemlenmiştir (Muştu ve ark., 2008).

SONUÇ

Ekolojide trofik ilişkiler kapsamında birlik içi avcılık önemli bir yer tutmaktadır. Kendi içinde üçe ayrılmaktadır. Bunlar predatör-predatör, parazitoit-parazitoit ve predatör-parazitoit etkileşimleridir. Bu makalede predatör-parazitoit etkileşimi ele alınmaya çalışılmıştır. Araştırmacılar tarafından yapılan teorik matematiksel modellerde, birlik içi avcılığın uzun süreli sonuçlarını ele alırken, laboratuvar ve arazi çalışmalarında genellikle sadece bir veya birkaç parazitoit nesli ele alınabilmektedir (Snyder ve Ives, 2003; Briggs ve Borer 2005). Birlik içi avcılık içerdiği ilişkiler nedeniyle karmaşık bir yapıya sahip olduğu için laboratuvara aktarılabilen çalışmaların sayısı sınırlıdır. Özellikle zararlılar ile mücadelede birlik içi avcılığın parazitoitler üzerine olan olumlu ya da olumsuz etkilerin daha iyi anlaşılmasının sağlanması bu konuda yapılacak çalışmalara bağlıdır.

Çıkar Çatışması

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkısı

CK'nın seminerinin bir bölümü olan bu makalede literatür araştırması, çeviriler ve makalenin yazımını CK ve HTC tarafından gerçekleştirilmiştir.

KAYNAKLAR

- Altieri, M. A. (1991). Classical biological control and social equity. *Bulletin of Entomological Research*, 81: 365–369.
- Arim, M., & Marquet, P. A. (2004). Intraguild predation: A widespread interaction related to species biology. *Ecology Letters*, 7, 557–564. doi: 10.1111/j.1461-0248.2004.00613.x
- Borer, E. T., Murdoch, W. W., & Swarbrick, S. L. (2004). Parasitoid coexistence: linking spatial field patterns with mechanism. *Ecology*, 85, 667–78. <https://doi.org/10.1890/02-0566>
- Briggs, C. J., & Borer, E. T. (2005). Why short-term experiments may not allow long-term predictions about intraguild predation. *Ecological Applications*, 15, 1111–17. <https://doi.org/10.1890/04-1776>
- Brodeur, J., & McNeil, J. N. (1989). Seasonal microhabitat selection by an endoparasitoid through adaptive modification of host behavior. *Science*, 244: 226–8. DOI: 10.1126/science.244.4901.226
- Brodeur, J., & McNeil, J. N. (1992). Host behavior modification by the endoparasitoid *Aphidius nigripes*: a strategy to reduce hyperparasitism. *Ecological Entomology*, 17, 97–104. DOI:10.1111/j.1365-2311.1992.tb01164.x
- Brodeur, J., & Vet, L. E. M. (1994). Usurpation of host behavior by a parasitic wasp. *Animal Behavior*, 48, 187–92. <https://doi.org/10.1006/anbe.1994.1225>
- Brodeur, J., & Rosenheim, J. A. (2000). Intraguild interactions in aphid parasitoids. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 97, 93–108. <https://doi.org/10.1046/j.1570-7458.2000.00720>.
- Carpenter, S. R., & Kitchell, J. F. (1993). *The Trophic Cascade in Lakes*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Carpenter, S. R., Kitchell, J. F., & Hodgson, J. R. (1985). Cascading trophic interactions and lake productivity. *Bioscience*, 35, 634–9. <https://doi.org/10.2307/1309989>
- Colfer, R. G., & Rosenheim, J. A. (2001). Predation on immature parasitoids and its impact on aphid suppression. *Oecologia*, 126: 292–304. DOI: 10.1007/s004420000510
- Ehler, L. E. (1995). Biological control of obscure scale (Homoptera, Diaspididae) in California – an experimental approach. *Environmental Entomology*, 24, 779–95. <https://doi.org/10.1093/ee/24.4.779>
- Godfray, H. C. J. (1994). *Parasitoids, Behavioural and Evolutionary Ecology*. Princeton University Press, Princeton.
- Hairston, N. G., Smith, F. E., & Slobodkin, L. B. (1960). Community structure, population control and competition. *American Naturalist*, 94, 421–5.
- Halaj, J., & Wise, D.H. (2001). Terrestrial trophic cascades: how much do they trickle?. *American Naturalist*, 157, 262–81. DOI: 10.1086/319190
- Heimpel, G.E., Rosenheim, J. A., & Mangel, M. (1997). Predation on adult *Aphytis* parasitoids in the field. *Oecologia*, 110, 346–52.
- Hemptinne, J. L., Lognay, G., Doumbia, M., & Dixon, A. F. G. (2001). Chemical nature and persistence of the oviposition deterring pheromone in the tracks of the two spot ladybird, *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). *Chemoecology*, 11, 43–7.

- Hoelmer, K. A., Osborne, L. S., & Yokomi, R. K. (1994). Interactions of the whitefly predator *Delphastus pusillus* (Coleoptera: Coccinellidae) with parasitized sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae). *Environmental Entomology*, 23: 136–9. DOI:10.1093/ee/23.1.136
- Hunter, M. S., Collier, T. R., & Kelly, S. E. (2002). Does an autoparasitoid disrupt host suppression provided by a primary parasitoid?. *Ecology*, 83, 1459–69. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2002\)083\[1459:DAADHS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2002)083[1459:DAADHS]2.0.CO;2)
- Kindlmann, P., & Ruzicka, Z. (1992). Possible consequences of a specific interaction between predators and parasites of aphids. *Ecological Modeling*, 61, 253–65. [https://doi.org/10.1016/0304-3800\(92\)90021-6](https://doi.org/10.1016/0304-3800(92)90021-6)
- Kosaki, A., & Yamaoka, R. (1996). Chemical composition of footprints and cuticular lipids of three species of ladybird beetles. *Japanese Journal of Applied Entomology & Zoology*, 40, 47–53.
- Lathrop, R. C., Johnson, B. M., & Johnson, T. B. vd. (2002). Stocking piscivores to improve fishing and water quality: a synthesis of the Lake Mendota biomanipulation project. *Freshwater Biology*, 47, 2410–24. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.2002.01011.x>
- Mustu, M., Kilincer, N., Ulgenturk, S., & Kaydan, M. B. (2008). Feeding behavior of *Cryptolaemus montrouzieri* mealybugs parasitized by *Anagyrus pseudococci*. *Phytoparasitica*, 36 (4), 360-367.
- Nakashima, Y., & Senoo, N. (2003). Avoidance of ladybird trails by an aphid parasitoid *Aphidius ervi*: active period and effects of prior oviposition experience. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 109, 163–6. DOI:10.1046/j.1570-7458.2003.00094.x
- Nakashima, Y., Birkett, M. A., Pye, B. J., Pickett, J. A., & Powell, W. (2004). The role of semiochemicals in the avoidance of the seven-spot ladybird, *Coccinella septempunctata*, by the aphid parasitoid, *Aphidius ervi*. *Journal of Chemical Ecology*, 30, 1103–16. DOI: 10.1023/b:joec.0000030266.81665.19
- Oksanen, L., Fretwell, S. D., Arruda, J., & Niemelä, P. (1981). Exploitation ecosystems in gradients of primary productivity. *American Naturalist*, 118, 240–61.
- Polanczyk, R. A., & Pratisoli, D. (2009). Biological control of agricultural pests: principles and field applications. *Revista Ceres*, 56, (4), 410-419.
- Polis, G. A. (1991). Complex trophic interactions in deserts: an empirical critique of food-web theory. *American Naturalist*, 138: 123–55.
- Polis, G. A., & Holt, R. D. (1992). Intraguild predation: the dynamics of complex trophic interactions. *Trends in Ecology & Evolution*, 7, 151–4. [https://doi.org/10.1016/0169-5347\(92\)90208-S](https://doi.org/10.1016/0169-5347(92)90208-S)
- Polis, G. A., Myers, C. A., & Holt, R. D. (1989). The ecology and evolution of intraguild predation: potential competitors that eat each other. *Annual Review of Ecology & Systematics*, 20, 297–330.
- Potter Tamara, I., Greenville Aaron, C., & Dickman Christopher, R. (2018). Assessing the potential for intraguild predation among taxonomically disparate micro-carnivores: marsupials and arthropods *Royal Society Open Science*, 5171872. <http://doi.org/10.1098/rsos.171872>
- Raymond, B., Darcy, A. C., & Douglas, A. E. (2000). Intraguild predators and the spatial distribution of a parasitoid. *Oecologia*, 124, 367–72.
- Rees, N. E., & Onsager, J. A. (1982). Influence of predators on the efficiency of *Blaesoxipha* spp. parasites of the migratory grasshopper. *Environmental Entomology*, 11, 426–8. <https://doi.org/10.1093/ee/11.2.426>
- Rosenheim, J. A., Kaya, H. K., Ehler, L. E., Marois, J. J., & Jaffee, B. A. (1995). Intraguild predation among biological-control agents: theory and practice. *Biological Control*, 5, 303–35. <https://doi.org/10.1006/bcon.1995.1038>

- Shiojiri, K., & Takabayashi, J. (2005). Parasitoid preference for host-infested plants in affected by the risk of intraguild predation. *Journal of Insect Behavior*, 18, 567–76.
- Shurin, J. B., Borer, E. T., & Seabloom, E. W. vd. (2002). A cross-ecosystem comparison of the strength of trophic cascades. *Ecology Letters*, 5, 785–91. <https://doi.org/10.1046/j.1461-0248.2002.00381.x>
- Snyder, W. E., & Ives, A. R. (2001). Generalist predators disrupt biological control by a specialist parasitoid. *Ecology*, 82, 705–16.
- Snyder, W. E., & Ives, A. R. (2003). Interactions between specialist and generalist natural enemies: parasitoids, predators, and pea aphid biocontrol. *Ecology*, 84, 91–107.
- Snyder, W. E., Ballard, S. N., & Yang, S. vd. (2004). Complementary biocontrol of aphids by the ladybird beetle *Harmonia axyridis* and the parasitoid *Aphelinus asychis* on glasshouse roses. *Biological Control*, 30, 229–35. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2004.01.012>
- Snyder, W. E., & Ives, A. R. (2008). Behavior Influences Whether Intra-Guild Predation Disrupts Herbivore Suppression by Parasitoids. In *Behavioral Ecology of Insect Parasitoids: From Theoretical Approaches to Field* (Eds Wajnberg E., Bernstein, C., & van Alphen, J.)pp 71-91.
- Strong, D.R. (1992). Are trophic cascades all wet? Differentiation and donor-control in speciose ecosystems. *Ecology*, 73, 747–54.
- Taylor, A. J., Muller, C. B., & Godfray, H. C. J. (1998). Effect of aphid predators on oviposition behavior of aphid parasitoids. *Journal of Insect Behavior*, 11, 297–302.
- Tostawaryk, W. (1971). Relationship between parasitism and predation of diprionid sawflies. *Annals of the Entomological Society of America*, 64, 1424–7.
- Traugott, M., Bell, J. R., Raso, L., Sint, D., & Symondson, W. O .C. (2012). Generalist predators disrupt parasitoid aphid control by direct and coincidental intraguild predation. *Bulletin of Entomological Research*, 102, 239–247. DOI: 10.1017/S0007485311000551
- Velasco-Hernández, M. C., Ramirez-Romero, R., Cicero, L., Michel-Rios, C., & Desneux, N. (2013) Intraguild Predation on the Whitefly Parasitoid *Eretmocerus eremicus* by the Generalist Predator *Geocoris punctipes*: A Behavioral Approach. *PLoS ONE* 8(11): e80679. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0080679>
- Wang, S., Brose, U., & Gravel, D. (2019). Intraguild predation enhances biodiversity and functioning in complex food webs. *Ecology*