T.C
HARRAN ÜVİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PREDATÖR BÖCEK *Anthocoris minki* Dohrn (HETEROPTERA: ANTHOCORIDAE)'NİN ÇİFTLEŞME DAVRANIŞLARI

Abdalla TAGALDEEN

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2015

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
ŞEKİLLER DİZİNİ iv
ÇİZELGELER DİZİNİ v
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 7
3. MATERYAL ve YÖNTEM 18
3.1. Materyal 18
3.2. Yöntem 18
3.2.1. Çiftleşmemiş dişilerin yumurta bırakması 18
3.2.2. Dişi yatkınlığının belirlenmesi 18
3.2.3. Dişilerin üremesinde erkek varlığının etkisi 19
3.2.4. Dölleme kapasitesi 19
3.2.5. Başarılı çiftleşmenin süresi 20
3.2.6. İstatistiki analiz 20
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA 21
4.1. Çiftleşmemiş Dişilerin Yumurta Bırakması 21
4.2. Dişi Yatkınlığının Belirlenmesi 21
4.3. Dişilerin Üremesinde Erkek Varlığının Etkisi 24
4.4. Dölleme Kapasitesi 26
4.5. Başarılı Çiftleşme Süresi 30
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER 32
5.1. SONUÇLAR 32
5.2. ÖNERİLER 34
KAYNAKLAR 35
ÖZGEÇMİŞ 38

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

PREDATÖR *Anthocoris minki* Dohrn (HETEROPTERA: ANTHOCORIDAE)'NİN ÇİFTLEŞME DAVRANIŞLARI

Abdalla TAGALDEEN

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ertan YANIK
Yıl: 2015, Sayfa: 38

Anthocoris minki Dohrn (Heteroptera: Anthocoridae), antepfıstığı bahçelerinde zararlı *Agonoscena pistaciae* Burckhardt and Lauter (Homoptera: Psyllidae)'nin biyolojik mücadelesinde ümit var bir *Anthocoris* türüdür. Bu çalışmada, *A. minki*'nin çiftleşme davranışları araştırılarak bu türün üremesinde cinsiyetlerarası etkileşimin etkisi incelenmiştir. Bu çalışmada çiftleşmemiş dişiler hayatı boyunca hiçbir yumurta bırakmamış ve bunun aksine çiftleşmiş dişilerde minimum 4.13 dakika çiftleşme süresi olanları yumurta bırakmıştır. *A. minki* dişilerinin ilave çifteşmesi, bıraktığı yumurta sayısını azalmıştır. Çiftleşmiş dişilerin yanında beş tane erkek olduğunda, yanlız olan çiftleşmiş dişilerin bıraktığı yumurta sayısına göre daha az yumurta bırakmıştır. Ayrıca, her erkek, üç dişi ile bir gün içerisinde sırayla ve 1. ve 2. gün çiftleşmeler arasında aralık vererek, erkeklerin dölleme olanakları da test edilmiştir. Sonuçlara göre erkeklerin çok eşli (polygamous) olduğu görülmüş olup; sunulan bütün dişileri başarılı bir şekilde döllemişlerdir. Sonuçta, birinci sırada çiftleşmiş dişi tarafından bırakılan toplam yumurta sayısının, aynı erkek tarafından daha sonra çiftleşmiş dişilerin bıraktığı yumurta sayısına göre anlamlı bir şekilde daha fazla olduğu görülmüştür. Çiftleşmeler arasında verilen aralıklar, erkeklerin üremesinde önemli bir etkiye neden olmamıştır.

ANAHTAR KELİMELER: *Anthocoris minki*, Çoklu çiftleşme, Biyolojik mücadele, Kitle üretim

ABSTRACT

MSc Thesis

THE MATING BEHAVIOR OF PREDATOR BUG *Anthocoris minki* Dohrn (HETEROPTERA: ANTHOCORIDAE)

Abdalla TAGALDEEN

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Plant Protection

Supervisor: Assoc. Prof. Ertan YANIK
Year: 2015, Page: 38

Anthocoris minki (Heteroptera: Anthocoridae) is a promising indigenous *Anthocoris* species for biological control of *Agonoscena pistaciae* Burckhardt and Lauter (Homoptera: Psyllidae) pest in pistachio orchards. The mating behavior of *A. minki* was studied and examined the implications of intersexual interactions for the reproduction of this species. Virgin females were never found to lay eggs and the minimum copulations duration to lead to egg deposition was 4.13 minute. Additional copulation of *A. minki* female apear to have an adverse effect on egg deposition. Females deposited significantly fewer eggs in the presence of five virgin males than in their absence. Male copulation and insemination abilities were tested when a virgin male was allowed to copulate sequentially with three virgin females in 1 day or with 1- or 2-day intervals between matings. Results indicated that the males to be polygamous: they successfully inseminated all the offered females. Yet the total number of eggs laid by the first female to mate was significantly higher than the number laid by subsequent females. Time elapsed between matings had no significant effect on the reproductive output of the males.

KEY WORDS: *Anthocoris minki*, Multiple mating, Biological control, Mass rearing

TEŞEKKÜR

Bitki koruma alanında akademisyen ve araştırıcı olarak mesleğimin ayrıntılarını öğrenmek ve çevreye zarar vermeden en başarılı yöntemleri kullanarak zararlılara karşı mücadele edebilmek için önümde aşmam gereken birçok engel olduğunun farkında olarak,

Yüksek lisans eğitimi boyunca ilminden faydalandığım, insani ve ahlaki değerleri ile de örnek edindiğim, yanında çalışmaktan onur duyduğum ve ayrıca tecrübelerinden yararlanırken göstermiş olduğu hoşgörü ve sabırdan dolayı değerli danışman hocam, sayın Doç. Dr. Ertan YANIK'a,

Bitki Koruma Bölümünde bütün hocalarıma ve diğer bölümlerdeki herkese; birlikte çalışmaktan zevk aldığım asistan Sultan ÇOBAN arkadaşıma; değerli yüksek lisans öğrencilere,

Bu günlere gelmemde büyük pay sahibi olan aileme, özellikle Anneme "Kubra MOHAMMED" ve eşime "Kawthar ABDALLA" ve değerli dostlarıma teşekkürlerimi sunarım.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 4.1. *Anthocoris minki* dişilerinin bıraktığı yumurta sayısına çiftleşme sayısının etkisi..... 22
Şekil 4.2. *Anthocoris minki* dişilerin ömür uzunluklarının üzerinde çiftleşme sayısının etkisi..... 23
Şekil 4.3. Çiftleşmiş ve çiftleşmemiş *Anthocoris minki* dişilerinin ömür uzunlukları..... 23
Şekil 4.4. Bir kere çiftleşmiş *A. minki* dişilerinin bıraktığı ortalama yumurta sayısına erkek yoğunluğunun varlığının etkisi 24
Şekil 4.5. Bir kere çiftleşmiş *A. minki* dişilerinin dişi ömür uzunluğu üzerine erkekyoğunluğunun (varlığının) etkisi 25
Şekil 4.6. Bir kere çiftleşmiş *Anthocoris minki* dişilerinin ömür uzunluğu ile ortalama yumurta sayısı arasındaki regrasyon eğrisi 26
Şekil 4.7. Çiftleşmeler arasında 0, 1 veya 2 gün aralık verildiğinde çiftleşme süresine etkisi..... 27
Şekil 4.8. *Anthocoris minki* dişilerinin aynı erkek ile çiftleşmeler arasında 0, 1 veya 2 gün aralık verildiğinde) bırakılan yumurta sayısına etkisi..... 28
Şekil 4.9. *Anthocoris minki* dişilerinin aynı erkek ile çiftleşmeler arasında 0, 1 veya 2 gün aralık verildiğinde ömür uzunluğuna etkisi..... 29
Şekil 4.10. *Anthocoris minki*'nin çiftleşmiş ve çiftleşmemiş erkeklerin arasında ömür uzunluğunu.. 29
Şekil 4.11. *Anthocoris minki*'nin çiftleşmiş ve çiftleşmemiş dişilerinin ömür uzunluğ..... 30
Şekil 4.12. *Anthocoris minki* dişilerin bırakığı ortalama yumurta sayısına çiftleşme sürelerinin etkisi. 31

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 4.1. Yumurta açılma yüzdesinde erkek yoğunluğunun etkisi..... 25
Çizelge 4.2. *Anthocoris minki* dişilerinin çiftleşmeleri arasında verilen farklı aralıklarında yumurta açılma yüzdesi (%)..... 28

1. GİRİŞ

Tarımın ana hedefi, sadece birim alandan çok ürün almak olmayıp, aynı zamanda sürdürülebilir tarım tekniklerine uygun; çevre, insan ve hayvan sağlığına duyarlı ürün yetiştirmektir. Bunu sağlayabilmek içinse sağlıklı ve verimli tohum, fide ve fidan kullanmak ve iyi bir toprak işlemesi, sulama, gübreleme, budama vb. birçok tarım tekniklerini uygulamanın yanı sıra üründe kalite ve kantite yönünden önemli kayıplara neden olan hastalık, zararlı ve yabancı otlara karşı da bilinçli bir mücadele yapmakla mümkün olabilir. Gerek kalite ve gerekse kantite yönünden ürün kaybına neden olan bu değişik canlı gruplarına göre, çeşitli mücadele yöntem ve teknikleri geliştirilmiştir. Bunlar kültürel önlemler, fiziksel-mekaniksel mücadele, kimyasal mücadele, biyolojik mücadele, biyoteknik mücadele, entegre mücadele ve yasal mücadele olarak sıralanabilir. Ancak, bunlar içerisinde kimyasal mücadele, kolay uygulanabilmesi ve sonucunun hemen alınabilmesi gibi özellikleri nedeniyle diğerlerine oranla çok daha fazla kullanılan bir yöntem haline gelmiştir (Uygun ve ark., 2010).

Kimyasal mücadele uygulamaları, 1940'lı yıllarda sentetik pestisitlerin keşfedilmesinden sonra hızla artmış hastalık ve zararlılarla mücadelede tek çare olarak görülmüş ve 1950'li yıllara kadar da uzun süreli olumsuz etkileri fark edilmemiştir. Kimyasalların uzun vadede çevreye yaptıkları geriye dönüşümsüz olumsuz etkileri, ilk olarak 1962 yılında Rachel Carson (Carson, 1962) tarafından "Sessiz İlkbahar" (Silent Spring) adlı kitapta anlatılmıştır. Bu kitapta biyologlara, ekologlara, araştırıcılara, çevrecilere vb. birçok kesime çok önemli mesajlar verilmiş ve bundan sonra da bu konudaki çalışmalar hızla artmıştır. Çevre üzerine pestisitlerin çeşitli etkileri ve biyolojik kaynaklarının kullanımının sürdürülebilmesini ve korunmasını tercih eden yeni uluslararası trendlerin ortaya çıkmasının bir sonucu olarak biyolojik kontrolün önemi büyük ölçüde artmıştır. Uluslararası gıda üretim politikalarının gittikçe kimyasal mücadele kullanımının alternatiflerini talep etmesi, biyolojik kontrolün ekonomik ve canlı bir şekilde kullanılmasını hedef alan teknikler vasıtasıyla yeniden ortaya çıkmıştır (Van Lenteren ve ark., 2003)

Van Lenteren (2000)'in önerisine göre, genellikle agroekosistemlerde doğal olarak mevcut olan predatör populasyonlarının, bir zararlı organizmanın yoğunluğunu ekonomik zarar seviyesinin altında tutmak için yeterli değildir. Böylece, düşük zararlı populasyonlarının elde edilebilmesi için yeterli sayıda doğal düşmanlarının kitle üretimi ve salınması gereklidir.

Biyolojik mücadele çalışmalarına ağırlık verilmesinin nedeni, sadece kimyasal mücadelenin olumsuz etkisinden kurtulmak değil; aynı zamanda belki daha da önemlisi, doğada zararlıları %99 oranında baskı altında tutan yararlı mikro ve makro organizmalardan yararlanılmak istenmesidir. Doğada doğal olarak bulunan böcekler, akarlar, bakteriler, funguslar, virüsler, nematodlar, balıklar, kuşlar, memeliler, salyangozlar, sümüklüböcekler ve protozoalar vb. canlı gruplarının hemen her birinde doğal düşman niteliğinde türler bulunmakta olup, bunların tümü biyolojik mücadelede özellikle de doğal biyolojik mücadelede doğal dengenin korunması açısından vazgeçilmez bir öneme sahiptirler. Ancak insanlar tarafından yönlendirilen biyolojik mücadelede en yüksek başarı parazitoit, predatör ve entomopatojenlerde görülmektedir (Uygun ve ark., 2010).

Doğanın bir parçası olan ve doğal düşman olarak adlandırılan bu canlı grupları biyolojik mücadelede değişik yöntemlerle uygulanmaktadır. Bu yöntemler, yeni doğal düşmanların ithal edilerek yerleştirilmesi, doğal düşmanların çoğaltılarak salınması ve doğada mevcut doğal düşmanların korunması ve desteklenmesidir. Biyolojik mücadelede kullanılan etmenler; parazitoitler, predatörler, entomopatojenler ve antogonistler olarak gruplandırılırlar. Biyolojik mücadele etmenlerinin etkenlikleri ile ilgili yapılan birçok çalışmalara göre, predatör grupların daha önemli olduğu gösterilmiştir. Ancak, birçok böcek takımında bulunan predatör grupları, genellikle polifagtırlar. Belirli bir ava özelleşmiş olanları çok azdır. Bunların hem ergin öncesi, hem de ergin dönemleri genellikle avcıdır. Çok yaygın olmamakla birlikte bazı predatörlerin erginleri avları ile değil, ballı madde, nektar, polen, su vb. maddelerle de beslenirler (Uygun ve ark., 2010).

Ergin predatörler yumurtalarını avlarının bulunduğu yerlere bırakırlar, yumurtadan çıkan larvalar avlarını aramaya başlarlar ve buldukları avları ya çiğneyerek ya da sokup-emerek oburca tüketirler. Bunlar genellikle kendinden daha ufak ve zayıf avlara saldırırlar. Ancak, bazı predatör türleri kendinden daha iri bireylere saldırdığında onu ilk önce bir zehirle hareketsiz hale getirirler ve ondan sonra yemeye başlarlar. Bazı gelin böceği erginlerinin 1-2 aylık ömürlerinde günde 100 kadar yaprakbiti tükettiği bilinmektedir. Polifag olmaları nedeniyle predatörler özellikle koruma ve destekleme şeklindeki biyolojik mücadele programlarında kullanılabilecek en önemli doğal düşman etmen grubunu oluştururlar. Ancak, gerek kitle üretimlerinin pahalı ve zor olması ve gerekse yapay besi ortamlarında üretilenlerin doğadaki etkinliklerinin belirlenmesinde önemli zorlukların yaşanması, predatörlerin çoğaltılarak biyolojik mücadele programlarında kullanılmasını sınırlamaktadır. Bunun yanında bazı türlerde kannibalizmin görülmesi, bazı türlerin ise zararlı olmayan diğer canlılarla beslenmesi, predatörlerin diğer olumsuz yönlerini oluşturmaktadır (Uygun ve ark., 2010).

Predatör ve parazitoitler bir bölgedeki arthropod faunasında dengeyi oluşturan en önemli faktörlerden birisidirler. Doğal populasyonlarda zararlı türün populasyonu yükselince bunun üzerinde beslenen predatör ve parazitoit populasyonu sadece gıda faktörünün artması nedeniyle yükselir. Predatör ve parazit populasyonunun fazlaca beslenmeleri nedeniyle zararlı populasyonu düşmeye başlar. Buna bağlı olarak gıdanın azalması neticesinde predatör populasyonu belirli bir düzeye inerek dengelenir. Yukarıdaki örnekte sadece birer zararlı ve predatör türün gıda faktörünün etkisi nedeniyle birbiri arasındaki bağıntı basitçe izah edilmiştir. Fakat aslında doğa çok daha komplekstir. Böcek türleri üzerinde sadece gıda etkili olmayıp bütün çevre faktörleri etkili olmaktadır. Diğer taraftan ortamda zararlı tür tek olmayıp onun akrabalarının da olabildiği gibi, zararlı tür üzerinde beslenen predatör ve parazit türler de tek olmayıp birden fazla predatör ve parazit tür zararlı veya zararlılar üzerinde beslenebilir. Böylece ortamdaki bütün arthropod türlerinin populasyonları birbirlerini etkilemekte ve çeşitli çevre faktörlerininde etkisiyle biyolojik savaşım mekanizması daha kompleks bir durum göstermektedir (Uygun ve ark., 2010).

Bu nedenle biyolojik savaşımda başarıya ulaşmak için bütün bu faktörler göz önüne alınarak çok detaylı araştırmaların yapılması gerekmektedir. Predatörlük durumu çok fazla ve oldukça önemli bir biyolojik olay olmasına rağmen, mekanizması ve zararlı populasyonlar üzerinde etkileri hakkında önemli sayılacak bilgiler oldukça azdır. Klasik olarak predatörlük teorisi, belirli biyolojik olaylar içerisinde küçük bir temele dayanır. Çok karışık değişkenlerin iyi bir şekilde açıklanması her predatör av interaksiyonunu etkiler ve farklı türlerin oluşturduğu birbirinin aynısı ve aynı faktörlerin etkisi altında kalan iki predatör av interaksiyonunu bulmak mümkün değildir. Bu nedenle her bir predatör-av durumu şüphesizdir ki tektir. Fakat muayyen temel elementler her olayı etkiler ve bu nedenle bütün olaylar aşağı yukarı aynı temele benzemektedir (Uygun ve ark., 2010).

Bütün predatör av durumlarında predatörler tarafından yok edilen av sayısı iki genel elementin ürünüdür. Mevcut olan predatör sayısı ve her bir predatör tarafından tüketilen av sayısı. Bu elementlerin her biri farklı bir populasyon tepkisi oluştururlar. Şöyle ki; predatör sayısı, sayısal etki ve her bir predatör tarafından yenilen av sayısında fonksiyonel tepki olarak isimlendirilir. Predatörler arasında oligofag ve monofaglık durumu yaygın değildir. Fakat polifaglık çok yaygındır. Oligofag predatörlerde mevcut avların dağılımı dar, polifaglarınki ise geniştir. Oligofag türler için av populasyonu düşünce kendi sayılarıda düşmesine karşın, polifag türlerde konukçulardan birinin sayısı azalsa da predatör besinini diğer avlardan sağlayacağı için predatör populasyonunda düşme olmaz. Bunun yanında polifag türleri belirli bir zararlı ava yöneltmek kolay olur. Biyolojik savaşımda kullanılabilir. Hayati olayların birbirine uyumu (synchronizasyon), parazitle ve konukçuları arasındaki interaksiyonda olduğu kadar predatör-av interaksiyonunda kritik değildir. Çünkü predatörler avlarının fizyolojik durumuna fazla bağımlı değillerdir. Fakat parazitler ve konukçularında olduğu gibi predatör ve avlarda predatörlük olayı oluşmadan önce aynı ortamda bir araya gelmelidirler ve av bir gıda olarak bulunmalı ve tayin edilmelidir (Uygun ve ark., 2010). Bu nedenle arama durumu parazitlerde olduğu kadar predatörlerde de önemlidir. Bununla beraber parazitlerden daha ileri olarak, predatörler avlarından daha kuvvetli olmalıdır.

Ayrıca saldırganlık, predatörlüğe yararlı organlara sahip olma, predatörlük taktikleri ve avın korunması predatörlüğü etkileyen diğer hususlardır. Bazı predatörler kendi büyüklüklerinden daha büyük avlarını tuzak kurarak yakalarlar. tipik bir predatör ise kendi avını daima aramak, onu bulmak zorundadır ve bütün hayatı boyunca ilave avları bulmaya devam etmektedir. Yakalanan her avla birlikte, av populasyonunda azalma olmakta bu nedenle her bir predatör için mevcut besin miktarı azalacak ve yeter oranda av bulma olasılığı düşecektir. Predatör böceklerin çoğunluğu Orthoptera, Dictyoptera, Heteroptera, Neuroptera, Thysanoptera, Lepidoptera, Diptera ve Hymenoptera takımları içinde yer almaktadır. Heteroptera takımı içinde en önemli familya Anthocoridae familyasıdır. Anthocoridae familyası türlerinin çoğu predatör olup, avlarını böcekler ve diğer arthropoda türleri oluşturmaktadır. Böceklerden daha çok ise Homoptera takımına bağlı Psyllidae, Aphididae ve Coccoidea türlerini tercih etmektedirler (Önder, 1982). Antepfıstığı ve armut ağaçlarında zararlı türler arasında önemli bir yere sahip olan pisillidler, ağaçların yaprak ve sürgünlerinde, bitki özsuyu ile beslenerek zararlara neden olmaktadır (Önuçar, 1983; Winfield et al., 1984). Antepfıstığı ve armut bahçelerinde yoğun ilaç kullanımıyla pisillidlerin insektisitlere karşı dayanıklılık kazanması ve yoğun ilaçlama yapılan bahçelerde zararlıları baskı altında tutacak doğal düşmanların azalması, pisillid türlerini antepfıstığı ve armut ağaçlarının ana zararlısı durumuna getirmektedir (Uygun ve ark., 2010).

Biyolojik mücadele programlarının başarısı, büyük bir şekilde doğal düşmanların çiftleşme davranışlarına bağlıdır (Van Lenteren, 1999; Hardy ve ark., 2005). Biyolojik mücadele ajanlarının tarla koşullarında populasyonlarını çok çabuk arttırabilmek, çiftleşme özellikleri de dahil birçok faktöre bağlıdır. Aynı zamanda çift olmanın doğası, kur yapma, çiftleşme ve çiftleşme sonrası etkileşimler de parazitoit ve predatörlerin etkin kitle üretimlerini etkiler (Hardy ve ark., 2005). Buna rağmen, birçok önemli doğal düşmanların çiftleşme sistemi daha keşfedilmemiştir. Anthocoridlerin birçok türleri farklı agro-ekosistemlerde biyolojik ajan olarak kullanılmakta ve bu türlerin beslenme alışkanlıkları ise yaygın bir şekilde çalışılmıştır (Coll ve Ridgway, 1995; Cocuzza ve ark., 1997; Lattin, 1999; Tavella ve ark., 2000).

Anthocoridler; pisillid, trips, akar ve afit gibi zararlı türlerin biyolojik mücadelesinde yaygın olarak kullanılan doğal düşmanların bulunduğu bir böcek grubudur (Lattin, 1999). *Anthocoris minki* Dohrn (Hemiptera: Anthocoridae) antepfıstığı pisillasının önemli bir biyolojik mücadele ajanıdır (Çelik, 1981; Mart ve ark., 1995; Yanık and Unlu, 2010). Antepfıstığı pisillası, *Agonoscena pistaciae* Burckhardt ve Lauterer (Hemiptera: Psyllidae), antepfıstığı ağaçlarında verim kayıplarına neden olan önemli bir zararlıdır (Mart ve ark., 1995; Mehrnejad, 2001; Souliotis ve ark., 2002). İnsektisitlere karşı dayanıklılık kazanmasından dolayı antepfıstığı pisillası ile mücadele etmek zordur (Mehrnejad, 2001). Bu yüzden zararlının kontrolünde biyolojik mücadele önemli bir yere sahiptir. *A. minki*' nin biyolojik mücadele programında önemli bir yeri vardır ve ticari olarak üretilip antepfıstığı pisillası ile mücadelede kullanılabilecek potansiyele sahiptir.

Bu çalışmada *A. minki*'nin çiftleşme davranışının karakterize edilmesi ve üremede cinsiyetler arası etkileşimin araştırılması amaçlanmıştır. *A. minki* kitle üretiminin yapılan çalışma ile elde edilecek sonuçlar, *A. minki*'nin üremesini artırma yollarını önerecek ve kitle üretimde maliyet etkinliği sağlayacaktır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Kimura ve Tsubaki (1986), beyaz kelebek, *Pieris rapae crucivora* Boisduval (Lepidoptera: Pieridae)'nın dişi boyutu ve yaşa özel doğurganlık arasındaki ilişki ile ilgili bir çalışma yapmıştır. *P. rapae* dişisinin birkaç üreme parametrelerinde bireysel farklılıklarını, kontrollü laboratuvar koşullarında araştırmışlardır. Çalışmalarına göre, dişi boyu ve yaşa özgü doğurganlık, bireyler arasında belirgin değişkenlik göstermiştir. Büyük dişilerde küçük olanlardan daha erken yaşta ovipozisyon başladığını ve bir de büyük dişilerin küçük olanlardan daha doğurgan olduğunu saptamışlardır. Ayrıca, büyük dişilerin yumurtalarının büyük oranını, üreme ömrünün erken dönemlerinde bıraktığını, küçük dişilerin ise üreme ömrünün sonlarında yumurtalarının büyük çoğunluğunu bıraktıklarını bildirmişlerdir. Aynı zamanda, dişi boyutu ile ilişkili yaşa özgü doğurganlık varyansının önemini, bu türün habitat kullanımı ve büyüklüğünün mevsimsel değişikliğine göre tartışmışlardır.

Fadamiro ve ark. (1998), Avrupa mısır kurdu, *Ostrinia nubilalis* (Hübner) (Lepidoptera: Crambidae)'in dişilerinin üreme performansı ve ömür uzunluğunun çoklu çiftleşme, çiftleşme gecikmesi ve ergin beslenmesi üzerindeki etkisi ile ilgili bir çalışma yapmışlardır. Avrupa mısır kurdu *O. nubilalis'* in feromon-çiftleşme bozulması üzerine yeni çalışmalarında, çiftleşme sıklığında önemli bir düşüş kaydedildiğini; ancak, doğru şekilde etkili populasyon kontrolü açısından değerlendirebilmek için, ayrıca muamele edilmiş alanlarda yakalanan yabani dişilerin çiftleşmesinde belirgin bir gecikme görüldüğü belirtilmiştir. Çalışmalarında, *O. nubilalis*'in üreme performansının üzerinde çiftleşme geciktirmesi ve çoklu çiftleşmenin etkisini incelemek temel bir amaç olup, en az iki defa çiftleştirilmiş dişilerin doğurganlığı ve ömür uzunluğunun üzerinde daha faydalı olduğunu belirlemişlerdir. Buna ek olarak bir kez çiftleşen dişiler ile karşılaştırıldığında, çoklu çiftleştirilen dişilerin çok yumurta bıraktığının önemli ölçüde görüldüğünü ve çiftleşme geciktirme bakımından, bir defa veya hiç çiftleşmemiş dişilerde 3 günlük çiftleşme geciktirilmesinin, bundan daha kısa sürede geciktirilen dişilere göre daha az doğurganlık gösterdiğini belirtmişlerdir. Çiftleşmede 1 haftalık geciktirmenin doğurganlık üzerinde yaklaşık sıfıra yakın bir etkisi olduğu da

saptanmıştır. Ayrıca, üreme üzerinde şeker ile beslenmenin etkisinin genel olarak görünmediğini belirtmişlerdir. Son olarak, çiftleşmemiş dişilerin çiftleşmiş dişilerden daha uzun yaşadığı; şeker ile beslenen çiftleşmiş dişilerin, su ile beslenen çiftleşmiş dişilerden daha uzun ömürlü olduğunu bildirmişlerdir.

Cook (1999), *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidotera: Pyralidae) güvesinin dişi doğurganlığının üzerine spermin etkisini inceleyerek bir çalışma yapmıştır. Araştırıcı tarafından *P. interpunctella* dişilerinin bir defadan fazla çiftleşmesinin iki muhtemel nedenleri incelenmiştir: 1) dişilerin doğurganlığını korumak amacıyla yeterli spermin elde edilmesinin gerektiği ve 2) erkeklerin dişi içine bıraktığı sperm olmayan bileşenlerin dişi doğurganlığını ve dolayısıyla ömür uzunluğunu uzattığı. Ancak, sperm sayısı ve erkekler tarafından aktarılan spermatofor kütlesinin ardışık çiftleşmeler ile gittikçe azaldığını söylemiştir. Ayrıca, dişilerin bir veya iki kez çiftleşme için izin verildiğinde birinci ya da ikinci çiftleşmede erkeklerin bıraktığı sperm sayısının değiştiğini göstermişlerdir. Dişilerin birkaç sperm içeren bir tek küçük spermatofor almasının (ikinci çiftleşmesi olan erkekten) tüm yumurtaların döllenmesi için yeterli olduğunu belirtmiştir. Ayrıca, dişilerin daha fazla spermatofor materyali almasının sonucunun, doğurganlığında veya ömür uzunluğunda bir artış göstermediği de bildirilmiştir. Çalışmasında dişilerin bütün yumurtalarını döllemek için yeterli sperm olmasına rağmen bir daha çiftleşmesinin nedeni de tartışılmıştır.

Adams (2000), *Perillus bioculatus* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae)'un yumurtlamasında besin ve çiftleşme etkisinin belirlenmesi için bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada, *P. bioculatus*'un kontrol dişileri ve yapay diyet ile beslenen dişileri erkekler ile hayat boyunca bir arada tutarak çok sayıda çiftleşmelerini sağlamıştır. Ancak, denemesinde kontrol dişilerde 4 defa çiftleşme görüldüğünü, yapay diyet verilen dişilerin ise 8.4 defa çiftleştiğini; ayrıca çiftleşme ve yeterli beslenmenin bu böceğin yumurtlamasında ön koşul olduğunu belirtmiştir. Çalışmasında çiftleşmemiş dişilerin ortalama olarak 22 tane yumurta, çok çiftleşmiş kontrol dişilerin 138 tane, bir defa çiftleşmiş dişilerin 84 ve çok çiftleşmiş ve yapay besin verilen dişilerin ise 42 tane yumurta bıraktığını bildirmiştir. Çalışmasının sonuçlarına göre, çok çiftleşmenin

yumurta canlılığını korumak için gerekli olmadığını, ancak dişinin ömrü boyunca yumurtlamasının devam etmesi için gerekli olduğunu bildirmiştir. Ayrıca, yapay diyet verilen dişilerde kontrol dişilere göre yumurta sayısının düşüş sebebinin, yumurtlama işleminin bozukluğu olmadığını, ancak daha az olgun oosit üretimiyle ilişkilendirildiğini belirtmiştir. Bunun aksine, çiftleşmemiş dişiler tarafından bırakılan düşük yumurta sayısının, yumurtalık folikül oluşmasından olmadığını, yumurtlama sürecinin azalmasından kaynaklandığını vurgulamıştır.

Arnqvist ve Nilsson (2000), böceklerde çok çiftleşmeyle ilgili derleme çalışmalarında önerdikleri teoriye göre, erkek uygunluğunun genellikle çiftleşme oranını sürekli arttırdığını, bir ya da birkaç çiftleşmelerin dişi üreme başarısını en üst düzeye çıkarmak için yeterli olduğunu bildirmişlerdir. Bu tahminlerin aksine, böceklerin çoğunluğunda dişilerin çok çiftleşmediğini saptamışlardır. Sonuçlara göre dişinin ömrü boyunca üreme artışı açısından, fazla çiftleşmenin doğrudan yararlı olduğunu göstermişlerdir. Ayrıca, çiftleşme öncesi besleme olmayan türlerde dişilerin ömür uzunluğunda olumsuz etkilerin yaşandığını, fakat olumlu etkilerinin (yumurta üretim artışı ve doğurganlık) makul düzeyde çiftleşme oranı için bu olumsuz etkilerden daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Bu araştırıcılar, gelecekteki araştırmaların dişi çiftleşme oranlarının değerlendirilmesinde nicel bir anlayış kazanılmasının amaçlanması gerektiğini söylemişlerdir.

Ryne ve ark. (2001), kurumeyve güvesi, *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae)' nin üreme başarısı ve çiftleşme sonrası davranışlarının üzerine sperm boyutu ve çoklu çiftleşmenin etkisi ile ilgili bir çalışma yapmışlardır. Çalışmasında, çok çiftleştirilen türlerde babalık sağlanmasının çok önemli bir konu olduğunu söylemiştir. Birçok lepidoptera türlerinde, çiftleşme sırasında erkekler tarafından büyük bir miktarda sperm, guddeler ve besinin, dişinin üreme sisteminin (bursa copulatrix) içine eklendiğini belirtilmiştir. Ancak, türlerin çoğunda erkeklerin büyük miktarda sperm vermesinin, ya dişi tarafından erkeğin çağırılmasını durdurmasına neden olması ya da yeniden çiftleşmenin süresini uzatmaya neden olmasının babalığın da tespit edilmesini sağladığını belirtmiştir. Çalışmada, *P. interpunctella*'nın çoklu

çiftleşmesinde kullanılan sperm büyüklüğünün değişiklikleri ve sperm miktarının çiftleşme sonrası davranışı üzerinde nasıl etkilediğini araştırılmıştır. Önceki yapılmış diğer çalışmalar ile uyumlu olarak; sonraki çiftleşmelere göre, ilk çiftleşme sırasında erkeklerin önemli ölçüde daha büyük sperm eklediği bulunmuştur. Çiftleşmeler sırasında sperm düşüşü olmadığı zaman, sperm miktarının larva çıkışı ile alakası olmadığı belirtilmiştir. Bazı erkeklerin ise en az sekiz kez çiftleşmesi ile larva çıkışı değerlendirildiğinde, larva çıkışının çiftleşme sayısı ile ilişkisi olmadığı belirtilmiştir.

Ayrıca, ilk çiftleşmede dişinin büyük sperm miktarı almasına rağmen, feromon üretimi ve arama davranışı açısından, bu durumun dişinin çiftleşme sonrası davranışı üzerinde hiçbir etkisi olmadığı tespit edilmiştir. Ancak, çiftleşmiş dişilerin ilk sekiz günden sonra, bursa copulatrix (üreme sistemi) ağırlığı üzerinde doğrusal olarak bir azalış görüldüğünü, bu yüzden dişilerin sperm dışında başka maddeler de absorbe etmesi önerilmiştir. Araştırmacı, çalışmasında dişilerin büyük sperm miktarından faydalanmasının dişinin çiftleşme sonrası davranışını etkilemediğini ve erkeklerin neden ilk çiftleşme için daha fazla enerji harcadıklarını tartışmıştır.

Luis ve ark. (2004), Lepidoptera takımında dişi doğurganlığı, erkeğin çiftleşme tarihi ve çiftleşmemiş erkeklerin iyi bir çiftleşme yapıp yapmadığı konularını saptamak amacıyla bir deneme yapmışlardır. Böceklerde, sperm ve ilgili maddelerin büyük kısmının, cinsel seçim süresince gelişmesinin dişilerdeki çoklu çiftleşmelerin geciktirilmesini veya yumurtlama oranını arttırmasına neden olduğu belirtilmiştir. Ancak, dişilerin, çiftleşme sırasında aktarılan besini kullanarak, ömür uzunluğu ve doğurganlığı arttırabilmesinin de mümkün olduğunu belirtmişlerdir. Böyle durumlarda erkeğin sperm boyutunun da doğal seçilim altında geliştiği söylenmiştir. Lepidoptera takımına bağlı böceklerde, daha önce defalarca çiftleşmiş erkeklerdeki sperm boyutunun daha küçük olduğu görülmüştür. Ancak, dişi doğurganlığı üzerinde erkeklerin çiftleşme tarihinin etkisinin, türler arasında büyük ölçüde değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir. Dolayısıyla, çalışmalarında 25 türün, 29 tür denemesinden elde edilen verileri kullanarak bir meta analizi yapmışlardır. Buna göre, genel olarak çiftleşmemiş erkekler ile çiftleştirilen dişilerin üremesinin, önce çiftleşmiş erkekler ile çiftleştirilen dişilerden

anlamlı derecede daha yüksek olduğu saptanmıştır. Fakat taksonomik grubun herhangi bir etkisini kontrol ettikleri zaman bir defadan fazla çiftleşmiş türlerin ortalama etkisinin, bir kez çiftleşmiş türlerden önemli ölçüde daha büyük olduğunu saptamışlardır ve ayrıca, erkeğin çiftleşme tarihinin sperm boyutu üzerindeki muhtemel etkisinin bir kez çiftleşmiş dişilere göre, çok çiftleşmiş dişilerde daha güçlü olduğunu belirlenmiştir.

Nilsson (2004), çoklu çiftleşmenin etkisi ve böceklerde üreme farklılıklarının belirlenmesi ile ilgili yaptığı çalışmasında, birden fazla çiftleşmenin (multiple mating) doğada yaygın olduğunu açıklamıştır. Dişilerin ömrü boyunca yavru üretimi açısından, birden fazla çiftleşmeden faydalanarak bıraktıkları yumurta sayısında artış olduğunu bildirmiştir. Çiftleşme beslemesi olmayan türlerde, çiftleşme oranın arttırılmasının dişi ömrünün azalmasına yol açtığını ve sonuçlara göre dişi çiftleşme oranının optimum ortalamasının varlığını güçlü bir şekilde desteklediğini belirtmiştir. Ancak, deneysel çalışma sonuçlarında fasülye böceği (*Callosobruchus maculatus*) (Fabricius) (Coleoptera: Chrysomelidae)'nde dişi uygunluğu ve çiftleşme oranı arasındaki ilişki incelediğinde, dişi uygunluğunun iki alternatif çiftleşme oranının maksimize olduğunu, bazı türlerin çiftleşme faydaları ve maliyetleri arasında daha karmaşık bir ilişki gösterebildiğini belirtmiştir. Çiftleşme beslenmesi olan türlerin meta analizinde, sadece arttırılmış çiftleşme oranının ve dişi uygunluğunun olumlu etkisinin bulunduğunu ve bu gruptaki dişilerin gerçek çiftleşme oranını kısıtlamasına neden olduğunu ve cinsel seçimin, üreme özelliklerinin gelişim değişikliklerinde çok güçlü bir motif olduğunu bildirmiştir.

Pires ve ark. (2004), *Panstrongylus megistus* (Burmeister) (Hemiptera: Reduviidae)'nin cinsel davranışları ile ilgili bir deneme yapılarak, *P. megistus*'un cinsel davranışlarını etkileyen faktörleri, laboratuvar koşullarında incelemişler ve bu türlerin çiftleşme davranışının genel tanımını sunmuşlardır. Çalışmalarında; çiftleşme sıklığındaki ilk beslenme sonrası geçen zamanın etkisini, çiftleşmek için erkeklerin motivasyonunu ve dişiler tarafından ret (çiftleşme reddi) davranışını analiz etmişlerdir. Ayrıca, bu türde dişi tarafından kabul edilen çiftleşme sayısı da belirlemişlerdir.

Son olarak, çiftleşme için dişiler etrafında erkek toplanmasını teşvik eden cinsel kimyasal sinyalinin varlığını da değerlendirmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre, çiftleşme sıklığının erginin ilk beslenmesinden sonra geçen süre ile arttığını belirtmişlerdir. Erkeklerin çiftleşme girişimi sayısının, zamanın bir fonksiyonu olarak değişmemesine rağmen, dişinin ret davranışının giderek daha az olduğunu göstermişlerdir. Dişiler tarafından, alt tabaka üzerinde vücut düzleşmesi, karın hareketleri, kaçma veya ses çıkarma ile çiftleşmenin reddedildiğini belirtmişlerdir. Ayrıca, tek bir çiftleşme sonrasında, dişilerin genellikle tekrar çiftleşmeyi kabul etmediğini de tespit etmişlerdir. Son olarak, çiftlerin etrafında ne erkeğin ne de dişinin toplanmadığının gözlemlenmesinin, *P. megistus'*un bir cinsel toplama feromonunun olmadığını gösterdiğini vurgulamışlardır.

Horton ve ark. (2005), *Anthocoris antevolen* White'in üç populasyonu arasındaki populasyon içi ve populasyonlar arası çiftleşme ile ilgili yaptıkları çalışmalarında çiftleşme davranışlarının farklılıklarını karşılaştırmışlardır. Bu konuda mümkün olan tüm populasyon içi ve populasyonlar arasındaki etkileşimler çalışılmıştır. Bütün çaprazlamalarda erkeklerin ve dişilerin çiftleşmesi üzerinde çalışıp, özellikle ilk çiftleşmelerde populasyon içi ve populasyonlar arasında hızlı bir şekilde çiftleşmeye başladıklarını belirlemişlerdir. Tüm çaprazlamalarda dişilerin, erkekler tarafından çiftleşme girişimlerine direndiklerini ve iki populasyonda, farklı populasyondan gelen bir erkek ile çitleştirildiği zaman, aynı populasyondan gelen erkeğe göre, dişi direncinin artmış olduğunu saptamışlardır. Üçüncü populasyondaki dişilerin de populasyon içi ve populasyonlar arasındaki erkeklere karşı benzer seviyelerde direnç gösterdiğini bildirmişlerdir.

Horton ve ark. (2005), *Anthocoris* spp.'in üç türünde, *A. nemoralis* (Fabricius), *A. tomentosus* (Pericart) ve *A. whitei* (Reuter) yumurtalık olgunlaşması, preovipozisyon süresi ve lipid rezervi üzerine çiftleşme gecikmesinin etkisi ile ilgili bir çalışma yapmışlardır. Araştırıcılar çiftleşmemiş dişilerin yumurtalık (oosit) gelişim derecesinin üç tür arasında farklılık gösterdiğini, çiftleşmemiş *A. tomentosus*'ta dişinin yaşı ilerlediğinde yumurtalık boyutunda herhangi bir artış görülmediğini, çiftleşmemiş *A.*

nemoralis ve *A. whitei* ergin olduktan sonra 2'nci gününden itibaren yumurtalıkta bazı büyümeler olduğunu, çiftleşme gecikmesinin (3 veya 10 gün) çiftleşme zamanından itibaren preovipozisyon süresi ölçüldüğünde bu türler arasındaki farklılıkların bir sonucu olarak *A. whitei*ve ve *A.nemoralis'*de *A. tomentosus*'a göre daha az etkisinin olduğunu, çiftleşmiş *A. nemoralis* ve *A. whitei*'nin yumurtalarında embriyo gelişiminin çiftleşmeyi takiben 2 gün içinde görülebildiğini, *A. tomentosus*'ta ise çiftleşmeden 5 gün sonra görülebildiğini bildirmişlerdir.

Haddrill ve ark. (2007), iki noktalı gelin böceği, *Adalia bipunctata* (Linnaeus) (Coleoptera: Coccinellidae)'nın üzerinde üreme uygunluğunda birden fazla çiftleşmenin zamansal etkisini belirlemek için bir araştırma yapmışlardır. Böceklerin, birden fazla çiftleşme maliyetleri ve yararları ile ilgili bugüne kadar en iyi kanıtları sağladığı gösterilip, *A. bipunctata* türünde son derece karışık çiftleşme sisteminin çoğaltılarak, türün içinde birden fazla çiftleşmenin faydalarını araştırmışlardır. Denemelerinde, bir erkek ile defalarca çiftleştirilen dişilerin ve eşit sayıda birden fazla erkekle çiftleştirilen dişilerin üreme başarısının zamansal deseninin karşılaştırıldığında, zamanla yavru üretimi ve çıkış oranında geçici olarak farklar bulunduğunu belirtmişlerdir. Ancak desenlerin karmaşık olmasına rağmen, elde ettikleri verilere göre, bazı durumlarda dişilerin bir defadan fazla çiftleşmekten yararlanmış olduklarını da belirtmişlerdir. Buna göre, birden fazl çiftleşmenin (multiple mating) gelişmesini tam bir şekilde anlamak için, bu çiftleşmede masrafların ve faydaların gittikçe arttığını anlamak gerektiğini vurgulamışlardır.

Simmons ve Kotiaho (2007), *Onthophagus binodis* Thunberg (Coleoptera: Scarabaeidae)'in alternatif erkeklerinin içinde ve arasındaki kur, fertilite ve ömür uzunluğunun üzerine üremenin etkisini belirlemek için bir çalışma yapmışlardır. Erkeklerin, ömür uzunluğu üzerine üremenin olumsuz etkilendiği faktörlerle karşılaştırdıklarında, cinsel seçilim teorisinde dişilerin karşısına çıktığını belirtmişlerdir. *O. binodis* erkeklerinin alternatif üreme taktiklerini uygulayıp; bu taktiklere göre, büyük erkekler mücadele ederek dişilere yardım etmekte olup, küçük erkeklerin ise büyük erkekler tarafından korunan dişiler ile gizlice çiftleştiği bulunmuştur. Ayrıca, küçük

erkeklerin her zaman sperm rekabetine maruz kaldığı ve beklentiler teorisi ile uyumlu olarak küçük erkeklerin büyük erkeklerden daha fazla sperm harcadıkları belirtilmiştir. Çalışmalarında, çiftleşmenin gelecekteki doğurganlık ve /veya kur yapma ve çekicilik üzerinde erkeklerin sperm harcamasından gelip gelmediğini ve bu özelliklerin alternatif çiftleşme taktikleri arasında farklılık olup olmadığını belirlemek için bu model sistemi kullanmışlardır. Dişiler ile çiftleşmiş ve çiftleşmemiş erkeklerin ömrü kontrol edilerek, doğurganlık ve kur davranışı değerlendirilmiştir. Ancak, üremenin doğurganlık pahasına değil, önemli bir ölçüde ömür pahasına olduğu bulunmuştur. Ortalama olarak, çiftleşmiş populasyonlardan gelen erkeklerin, çiftleşmemiş populasyonlardan gelen erkeklerden daha düşük kur oranına sahip olduğu saptanmışlardır. Ancak, bu küçük etkinin istatistiksel anlamı olmadığını, erkeklerin çiftleşmenin tamamlanması için gereken sürede önemli artışlar ile ilgili olduğu belirlenmişlerdir. Küçük erkeklerin büyük erkeklerden daha düşük kur oranlarına sahip olmasının çiftleşmeyi tamamlamak için uzun süre gerektirdiğini saptamışlardır. Araştırıcılar, çalışmalarında sperm harcamalarını ölçmemelerine rağmen, belirtikleri küçük erkeklerin düşük kur oranı ve uzun çiftleşme hızı arasındaki ilişkinin sperm üzerinde daha fazla harcamaya neden olduğu, önceki çalışmalarda kaydedilmiştir.

Bretman ve ark. (2009), *Drosophila melanogaster* erkeklerinin sperm seviyesinin rekabetine karşı plastik tepkilerinin (ortamdaki değişikliklere karşılık olarak fenotip değiştirmek için bir organizmanın becerisi), erkeğin üreme uygunluğunu arttırmasına neden olabileceği ile ilgili yapmış oldukları çalışmalarında; erkekler tarafından sperm rekabet düzeyine evrimsel ve plastik tepkiler açısından bu türün, yaygın türler arasında olduğunu rapor etmişlerdir. Ayrıca, erkek üreme başarısının sonuçları konusunda rekabet kapsamında değerlendirilen güvenilir testlerin yapılmadığını söylemişlerdir. Erkek üreme başarısı üzerine sperm rekabetinin etkisini incelemiş ve test ederek teori tarafından görülen sonuçların doğru olup olmadığına karar vererek erkeğe olan algının değişebileceğini belirtmişlerdir. Çiftleşme öncesi rakip olan erkeklere maruz kalmanın, erkek ejekülatininin yatırımını (çiftleşme süresi olarak ölçülen) arttırdığını; aksine, çiftleşme arenasında rakip erkeklere maruz kalmanın, çiftleşme süresini azalttığını belirtmişlerdir. Desenlerin mevcut teori ile kesin olarak uygun olmamasına rağmen;

sonuçlara göre bu sistemde sperm arasındaki rekabetin şiddetinin, sperm rekabetine karşı erkeklerin yanıtlarını şekillendirmesinde önemli olduğunu belirtmişlerdir. Sonrasında, sperm rekabet seviyesine tepki veren erkeklerin rekabet kapsamında dişilerde yüksek üreme uygunluğunun gerçekleşip gerçekleşmediğini test etmişlerdir. Çiftleşme öncesinde rakipleri ile tutulan erkeklerin daha sonra uzun süre çiftleştiklerini, ayrıca, bu erkeklerin bir dişiyle çiftleşmelerinde birinci veya ikinci aday olsalar da normal şekilde çiftleştiklerini belirtmişlerdir. Hatta sonraki çiftleşmelerde spermlerin çoğunluğunun çıkarılmasına rağmen, erkeklerin plastik stratejilerini kullanmasının rekabet kapsamında üreme başarısını önemli ölçüde arttığı bildirmişlerdir.

House ve ark. (2009), *Nicrophorus vespilloides* (Herbst) (Coleoptera: Silphidae)'in dişilerinin birden fazla çiftleşmeden faydalanıp faydalanmamasını belirlemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Denemelerine göre, erkek üremesinin başarısının genellikle çiftleşme sayısına göre arttığını, ama dişi için bu durumun doğru olması gerekmediğini söylemişlerdir. Çalışmalarında *N. vespilloides'*in aynı tür erkek (monogamously) ile tekrar tekrar çiftleşen veya farklı türlere ait erkekler (polyandrously) ile defalarca çiftleşen böceklere örnek sağlamış olduğunu söylemişlerdir. Ayrıca, çalışmalarının sonuçlarına göre, defalarca çiftleşmiş dişilerin daha fazla yumurta bıraktığını ve dolayısıyla daha fazla sayıda larva üretilmiş olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, farklı türlere ait erkekler ile çok sayıda çiftleştirilen dişilerin, aynı türlere ait erkekler ile çok sayıda çiftleştirilen dişilerden daha fazla (iki kat) yumurta bıraktıklarını kaydetmişlerdir. Diğer taraftan, genel olarak dişilerin çok sayıda çiftleştiklerini dolayısıyla, birden fazla çiftleşmenin adaftif bir strateji olduğunun düşünülmemesi gerektiğini bildirmişlerdir. Aynı zamanda, daha çeşitli türlerde çoklu çiftleşmenin potansiyel faydalarının belirlenmesinin, hangi koşullar altında daha gerçek sonuçları verdiğini ve birden fazla çiftleşmenin dişi tarafından erkeklerinin seçimine tepki olarak fark edilebilmesi için, bir süre çalışmaların yapılması gerektiğini belirlenmiştir.

Leon-Beck ve Coll (2009), *Orius laevigatus* (Hemiptera: Anthocoridae)'nin çiftleşme sistemi ile ilgili laboratuvar ortamında bir çalışma

yapmışlardır. Bu çalışmada, çiftleşmemiş dişinin yumurta bırakması, çiftleşmiş dişinin ek olarak bir daha çiftleştirilebilmesi, dişi yumurta bırakmasında erkek varlığının etkisi, erkek dölleme kapasitesi (sperm tüketimi) ve başarılı çiftleşmenin minimum süresini belirlemişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre, çiftleşmemiş dişiler tarafından hiçbir yumurta bırakılmadığını ve dişilerin çoğunluğunun (%96.7; 29/30) ek çiftleşmeden kaçınarak ilk çiftleşmede yumurta bıraktıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca; erkeklerin varlığının yumurta bırakma üzerinde olumsuz bir etkisi olduğunu, dişilerin yanında erkek sayısı ne kadar fazla olursa o kadar oranda bırakılan yumurta sayısının da azaldığını saptamışlardır. Aynı zamanda çiftleşme süresinin, çiftleşmeler arasındaki verilen süre ile önemli bir şekilde etkilendiğini de bildirmişlerdir. Son olarak, tüm denemelerde başarılı çiftleşmenin ortalama süresinin 296±8.1 saniye (4′56″) olduğunu, minimum çiftleşme süresinin ise 105 saniye (1′35″) olduğunu saptamışlardır.

Flay ve ark. (2010), pirinçbiti, *Sitophilus oryzae* (Linnaeus) (Coleoptera: Curculionidae)'nin dişi üreme sağlığı üzerindeki birden fazla çiftleşme etkisi ile ilgili yaptıkları çalışmada, dünyada depolanan ürünlerde önemli bir zararlı olan *S. oryzae*'nin çalışmalarında birden fazla çiftleşmesinin laboratuvarda dişi üreme uygunluğunda nasıl etkilendiğini incelemişlerdir. Buna göre, 60 gün içinde dişiler sürekli erkekler ile çiftleştirilerek, aynı erkeklerle iki kez ve farklı erkeklerle dört kez çiftleştirilen dişilerin hayatı boyunca yavru üremesinde önemli bir düşüş görülmediğini, aynı erkekler ile bir veya iki kez ya da farklı erkekler ile dört defa çiftleştirilen dişilerin hayatı boyunca yavru miktarlarında önemli bir düşüş görüldüğünü bildirmişlerdir. Bu nedenle, aynı erkekle bir ya da iki kez çiftleştirilmenin, dişi üreme uygunluğunun en üst düzeye çıkarılması için yeterli olmadığını belirtmişlerdir. Ancak, dört tane farklı erkekle çiftleştirilen dişilerin hayatı boyunca yavru üretmesinde önemli düşüş yaşanmasının nedeninin, belki aşırı çiftleşmekten üreme organının hasarı veya diğer faktörlerle bu organların kendi fertilitesini kaybetmesinden kaynaklanabileceği bildirilmiştir.

Long ve ark. (2010), cinsel çatışma etkilerine ilişkin, *D. melanogaster* (Meigen) (Diptera: Drosophilidae)'nin çiftleşme başarısında çiftleşme zamanlamasının etkisinden bahsederek bir çalışma yapmışlardır. Çalışmalarında, potansiyel önemine rağmen, dişi

ömür boyu üreme başarısında büyük ölçüde role sahip olan çiftleşme (ler) zamanlamasını, varyasyon kaynağı olarak göz ardı etmişlerdir. Buna göre, laboratuvar koşullarına adapte edilmiş *D. melanogaster'*i kullanarak, tekli ve birden fazla çiftleşmelerin kalıpları içinde zamansal değişimin dişi doğurganlığını nasıl etkilediğini tespit etmişlerdir. Çiftleşmemiş dişilerin ilk çiftleşmesinden sonra doğurganlığını arttırdığı, sonraki çiftleşmelerde de doğurganlığının devam ettiğini fakat kısa süreli olduğunu belirtmişlerdir. Son olarak, bu doğurganlık artışının, en azından *D. melanogaster* populasyonunda dişilerin birden çok çiftleşmelerinin doğrudan maliyetlerini kısmen dengelediğini bildirmişlerdir.

Backhouse ve ark. (2012), predator böcek *Xylocoris flavipes* (Reuter) (Hemiptera: Anthocoridae)'in üreme ve ömür uzunluğunun üzerine birden fazla çiftleşmenin etkisi ile ilgili bir çalışma yapmışlardır. Optimal çiftleşme tekerrürlerinin, üreme maliyetlerinin cinsel farklılaşma sonucu olarak cinsiyetler arasında farklılık gösterdiğini ancak normalde dişilerdeki çiftleşmenin, erkeklerden daha pahalı olduğu söylenmiştir. Çiftleşme sistemlerinde dişiler için üremenin masraflı olduğu halde, cinsel çatışmayı başlatarak, doğrudan (dişi doğurganlığını azaltması veya ölüme neden olması) veya dolaylı (mortalite riskini arttırması veya yavru canlılığını azaltması) olarak dişilerde bireysel ve populasyon olarak hayatları boyunca başarılı üremelerinin azaltılmasına neden olduğu belirtilmiştir. *X. flavipes*'deki bir travmatik döllemenin (örneğin, bazı böceklerde erkeklerin dişinin karnını yararak spermini direkt kan dolaşımına aktarması ve bu şekilde döllemenin daha başarılı olması) ve birden fazla çiftleşmenin doğrudan ve dolaylı maliyetlerini incelediklerini söylemişlerdir. Çalışmalarında, *X. flavipes*'in dişilerinin uluslararası biyolojik kontrol ajanı olarak; dişi doğurganlığı, yumurta canlılığı, yaşam boyu doğurganlık zamanlaması, ömür uzunluğu ve av tüketimiüzerinde erkeklerin travmatik döllemesinin ölçülmesini amaçlamışlardır. Toplam bırakılan yumurta sayısı veya yavru canlılığı açısından çiftleşmeler arasında fark bulunamamış, ancak günlük doğurganlık zamanlamaları ve ergin ömür uzunluğunda önemli farklılıklar bulunmuştur. Ancak ömrü boyunca üreme açısından, dişilerin kendi ömür uzunluğu için travmatik döllemenin çiftleşme maliyetleri ile telafi ettiğini görmüşlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Anthocoris minki kültürü 25˚C± 1, %60± 10 RH, and 16L: 8D laboratuvar koşullarında tutulup *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) yumurtası ile beslenmiştir. Ayrıca taze fasulye baklaları da su ihtiyacı ve yumurta bırakma yeri olarak kullanılmıştır. Çiftleşmemiş erginleri bulabilmek için hemen *A. minki*'nin 5.inci dönem nimfleri ayrılarak, havalandırılmış bir plastik kaplara (Ø 7 cm) bırakılmış ve yanında av ve su emdirilmiş pamuk ile birlikte konmuşlar, bu şekilde ergin oluncaya kadar tutulmuştur. Bundan sonra grup halinde 0.5 litrelik plastik kavanozlara taşınmıştır. Yumurta bırakma yeri olarak kap içine eklenen taze fasulye baklaları her üç günde bir değiştirilmiştir. Operculumun açıldığı stereoskop mikroskopta görülerek açılmış yumurtalar da belirlenmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Çiftleşmemiş dişilerin yumurta bırakması

Deneme gününde, otuz tane çiftleşmemiş *A. minki* dişisi plastik kaplara (Ø 5 cm) birer tane olarak yerleştirilip, her dişi yanında av ve taze fasulye baklası yumurta bırakma materyali olarak bırakılmış bu taze fasulye baklaları her 3 günde bir değiştirilip, fasulyelerin üzerinde yumurtlama olup olmadığı stereoskop mikroskop ile belirlenmiştir. Aynı zamanda bütün dişilerin ömür uzunluğunu da günlük olarak kaydedilmiştir.

3.2.2. Dişi yatkınlığının belirlenmesi

Dişi yatkınlığı, çiftleşmiş dişilerin çiftleşmemiş erkek ile bir daha çiftleşme istekliliği test edilmiştir. Deneme gününde, her kapta bir tane çiftleşmemiş erkek (1-2 gün yaşta) ile bir tane (2-3 gün yaşta) çiftleşmemiş dişiler deneme kaplarında (petri kabı, Ø 5 cm) birer tane olacak şekilde konulmuş ve çiftleşme süresi kaydedilmiştir. Birinci

çiftleşme sonunda erkekler uzaklaştırılıp av ve yumurta bırakma materyali (taze fasulye baklası) ise kap içine yerleştirilmiştir. Çiftleşmiş dişilerin çiftleşmemiş erkeklerle çiftleşme isteğini, birinci çiftleşme olduktan sonra 1, 7 ve 14. Gün de tekrar çiftleştirilmiştir. Ayrıca, ergin dişinin ömrü üzerinde çiftleşmenin etkisini değerlendirmek için dişi ömrü kaydedilmiştir.

Deneme için, 40 adet dişi 5.inci dönem aşamasında ayrılmış ve ergin durumuna geçtikten sonra, ömür uzunluğu günlük olarak kaydedilmiştir. Bu deneme, 10 tekerrürlü tam tasadüfi deneme deseninde kurulmuştur.

3.2.3. Dişilerin üremesinde erkek varlığının etkisi

Erkek varlığının dişinin üremesinde etkisini, bir tane dişi ile 0, 1, 3 ve 5 adet erkek bireyle birlikte bırakarak belirlenmiştir. Deneme gününde, 5 adet (2-3 gün yaşında) çiftleşmemiş dişi birer tane olarak petri kaplarına (Ø 5 cm), birer tane çiftleşmemiş erkek (1-2 gün yaşında) ile konulmuştur. Kur davranışı ve çiftleşme süresi de kaydedilmiştir. Çiftleşme sonunda, her dişi içinde av ve yumurta bırakma materyali (fasulye) ile deneme alanına (petri kabı, Ø 9 cm) taşınmıştır. Bir, 3 veya 5 çiftleşmemiş erkekler birinci, ikinci ve üçüncü kabın içine yerleştirilmiştir. Dördüncü kapta, çiftleşmiş dişiler hayat boyunca yalnız olarak kalıp, beşinci kaptaki kalan tek çiftleşmiş dişi üzerine ise beş tane çiftleşmemiş dişi eklenmiştir; bu beşinci kap, engellemeyi belirlemek için kontrol görevi alarak eğer varsa *Anthocoris* yoğunluğundaki artıştan değil, eşeyler arasındaki etkileşimden kaynaklanmaktadır. Toplam yumurta sayısı ve yumurta açılma yüzdesi dişilerin hayatı boyunca kaydedilmiştir. Deneme süresince ölen Anthocoridler (erkek, çiftleşmemiş dişiler) değiştirilerek, her bir deneme kabındaki toplam birey sayısı sabit kalmıştır. Denemeler tam şansabağlı deneme deseninde 16 tekerrürlü yapılmıştır.

3.2.4. Erkek Dölleme kapasitesi

Erkek bireyin çiftleşme davranışı ve dölleme kapasitesi saptamak amacıyla, bir tane çiftleşmemiş erkek, üç tane çiftleşmemiş dişi ile bir günde sırayla, ya da çiftleşmeler

arasında 1 ve 2 gün olacak şekilde çiftleştirilerek incelenmiştir. Deneme gününde, 1- 2 gün yaşınd üç adet erkek, 2 -3 gün yaşında bir adet çiftleşmemiş dişi ile deneme alanları (Ø 5 cm) içinde birer tane olarak konulmuştur ve çiftleşme süresi kaydedilmiştir. Erkeklerin ikinci ve üçüncü çiftleşmeleri, diğer iki çiftleşmemiş dişi ile hem aynı günde hem de 1 ve 2 gün sonra da olmuştur. Çiftleşmeler olduktan sonra, erkekleri havalandırılmış kaplara (Ø 7 cm) av ile ayrılıp ömür uzunlukları kaydedilmiştir. Çiftleşmiş dişiler çiftleşme olduktan sonra içinde av ve yumurta bırakma materyali (fasulye) petri kaplarında (Ø 5 cm) beslenmiştir. Ayrıca toplam yumurta sayısı ve yumurta açılma oranı da kaydedilmiştir. Ergin erkeğin ömür uzunluğuna üç çiftleşmenin etkisini değerlendirmek için, 22 tane erkek 5'inci dönemde ayrıldı ve onlar ergin olduktan sonra ölüm oranı günlük olarak kaydedilmiştir. Denemeler tam tasadüfi deneme deseninde 8 tekerrürlü yapılmıştır.

3.2.5. Başarılı çiftleşmenin süresi

Yukarıdaki (3.2.2, 3.2.3 ve 3.2.4) bölümlerden elde edilen verileri kullanılarak başarılı çiftleşme için gereken minimum süre ve ortalama çiftleşme süresi belirlenmiştir. Başarılı çiftleşme, yumurta bırakma ile sonuçlanan çiftleşme olarak tanımlanmıştır. Sperm azalmasının muhtemel etkisini dahil etmemek için, ayrıca yumurta sayısı üzerinde çiftleşme süresinin etkisi, sadece çiftleşmemiş erkekler ile yapılan çiftleşmelerden elde edilen veriler ile test edilmiştir.

3.2.6. İstatistiki analiz

Verilerin analizinde varyans analizi (ANOVA) yapılarak, ortalamalar arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir.

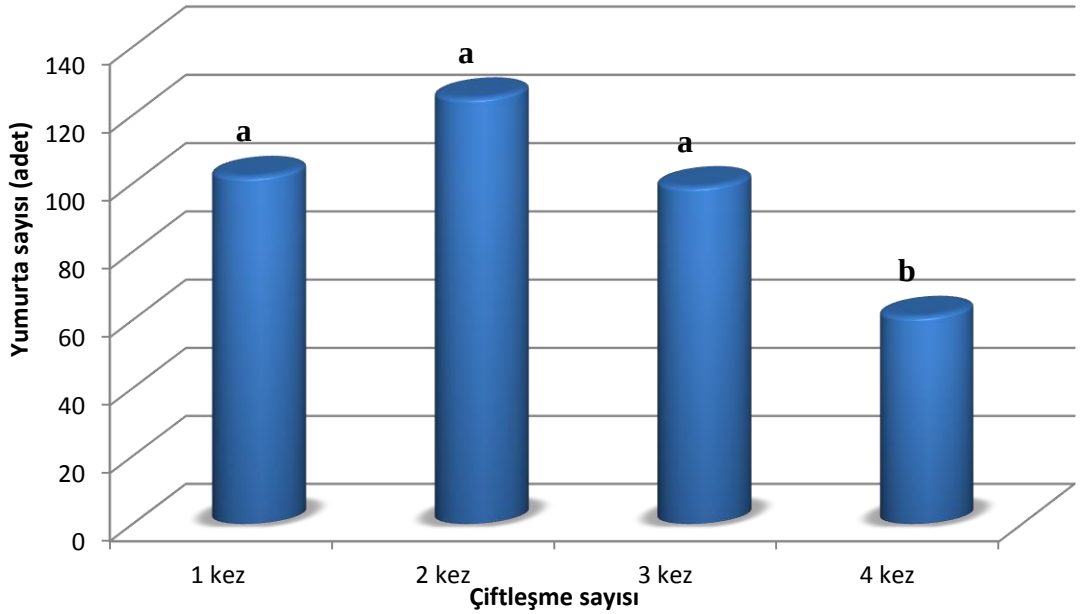
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Çiftleşmemiş Dişinin Yumurta Bırakması

Çalışmaya göre, deneme boyunca çiftleşmemiş dişilerin hiçbir yumurta bırakmadığı bulunmuştur.

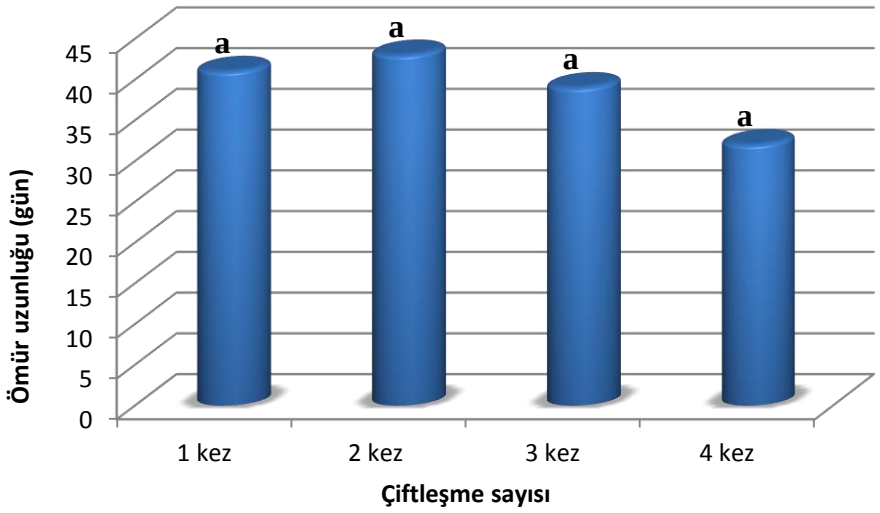
4.2. Dişi Yatkınlığının Belirlenmesi

Bu denemede dişilerin tamamı, (%100, 40/40 dişiler) birinci çiftleşme olduktan sonra yumurta bırakmışlardır. Başarılı bir şekilde çiftleştirilen (yumurta bırakan) dişiler, birden fazla çiftleşmelerden kaçınmıştır. Ancak, sonraki çiftleşmeler için petri kaplarına el ile vurularak sarılmış ve çiftleşmeye zorlanmışlardır. Denemede 1, 7 ve 14 gün sonra ikinci, üçüncü veya dördüncü çiftleşme sonunda yumurta bırakan dişiler, belki birinci çiftleşmeleri başarısız olup, daha sonra birkaç defa çiftleştirildiği için yumurta bırakmışlardır. Ancak, elde edilen sonuçlara göre, çiftleşme sayısının artması ile yumurta sayısında da önemli bir düşüş gözlenmiştir (Şekil 4.1). Sonuca göre, dört kez çiftleşmiş dişilerin bıraktığı ortalama yumurta sayısı, bir, iki ve üç kez çiftleşmiş dişiler tarafından bırakılan ortalama yumurta sayısına göre istatistik olarak önemli derecede daha azdır ($F = 1.53$, $P < 0.05$).



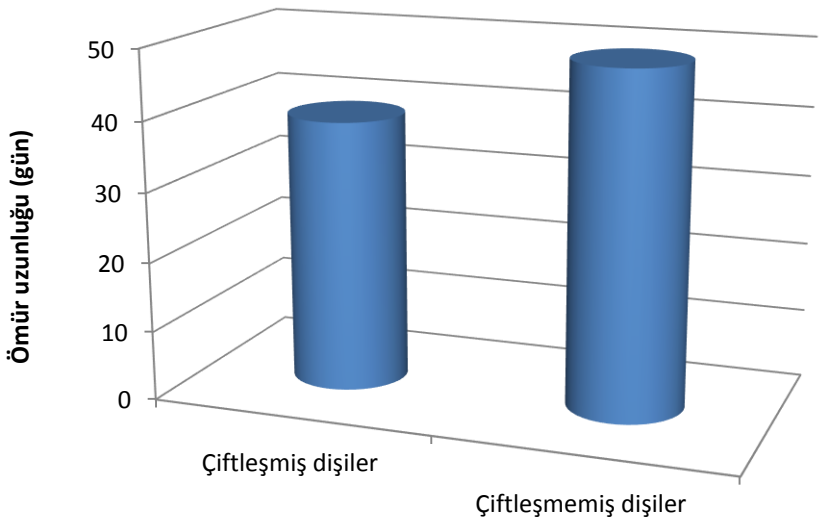
Şekil 4.1. *Anthocoris minki* dişilerinin bıraktığı yumurta sayısına çiftleşme sayısının etkisi (1kez: bir defa çifteştirilen dişi, 2 kez: ilk çiftleşmeden 1 gün sonra bir daha çiftleştirilen dişi, 3 kez: ilk çiftleşmeden 1 gün sonra ve 7 gün sonra da çiftleştirilen dişi, 4 kez: ilk çiftleşmeden 1, 7 ve 14 gün sonra tekrar çiftleştirilen dişilerdir).

Ömür uzunluğuna birden fazla çiftleşmenin etkisi bakımından ise (Şekil 4.2), *A. minki* dişilerinin ömür uzunlukları üzerinde çiftleşme sayısının etkisi istatistik olarak farklı bulunmamıştır ($F = 0.92$, $P < 0.05$).



Şekil 4.2. *Anthocoris minki* dişilerin ömür uzunluklarının üzerinde çiftleşme sayısının etkisi (1 kez: bir defa çifteştirilen dişi, 2 kez: ilk çiftleşmeden 1 gün sonra bir daha çiftleştirilen dişi, 3 kez: ilk çiftleşmeden1 gün sonra ve 7 gün sonra da çiftleştirilen dişi, 4 kez: ilk çiftleşmeden 1, 7 ve 14 gün sonra tekrar çiftleştirilen dişilerdir).

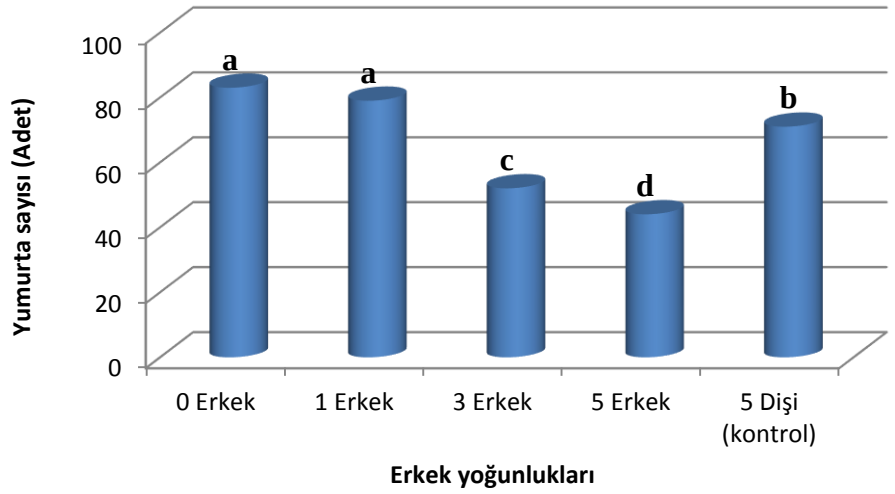
Ortalama olarak, çiftleşmemiş dişilerin ömür uzunluğu (47.6 ± 2 gün (n = 20), çiftleşmiş dişilerden (37.0 ± 2 gün (n = 40) %25 daha uzun ömürlü olduğu bulunmuştur (Şekil 4.3.).



Şekil 4.3**.** Çiftleşmiş ve çiftleşmemiş *Anthocoris minki* dişilerinin ömür uzunlukları

4.3. Dişi Üremesinde Erkek Varlığının Etkisi

Dişi yanında erkek sayısı arttıkça, bırakılan toplam yumurta sayısı da önemli bir şekilde azalmıştır ($F = 40.23$, $P < 0.05$) (Şekil 4.4). Bırakılan ortalama yumurta sayısı, yalnız kalan çiftleşmiş dişiler ve yanında bir tane erkek olan çiftleşmiş dişiler arasında önemli fark bulunmamıştır ($P > 0.05$). Çiftleşmiş dişinin yanında çiftleşmemiş beş dişinin de bulunması, yanlız kaldığındakinden önemli derecede az ($P < 0.05$) yumurta bırakmıştır. Ayrıca, beş erkek ile birlikte tutulan dişilerin bıraktığı yumurta sayısı, beş adet çiftleşmemiş dişi ile birlikte tutulan dişiler tarafından bırakılan yumurta sayısının % 38 daha az olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.4).



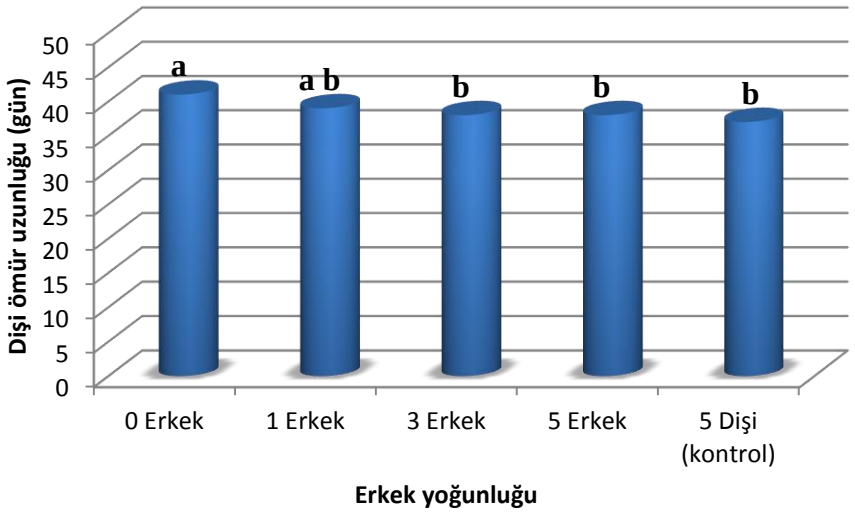
Şekil 4.4 Bir kere çiftleşmiş *A. minki* dişilerinin 0, 1, 3 ve 5 adet erkek veya 5 adet çiftleşmemiş dişi ile beraber yerleştirildiğinde bıraktığı ortalama yumurta sayısına erkek yoğunluğunun varlığının etkisi

Ancak, yumurta açılma oranının (% 91.06 ± 1.7), erkek yoğunluğu tarafından önemli ölçüde etkilenmiş olduğu görülmemiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Yumurta açılma yüzdesinde erkek yoğunluğunun etkisi

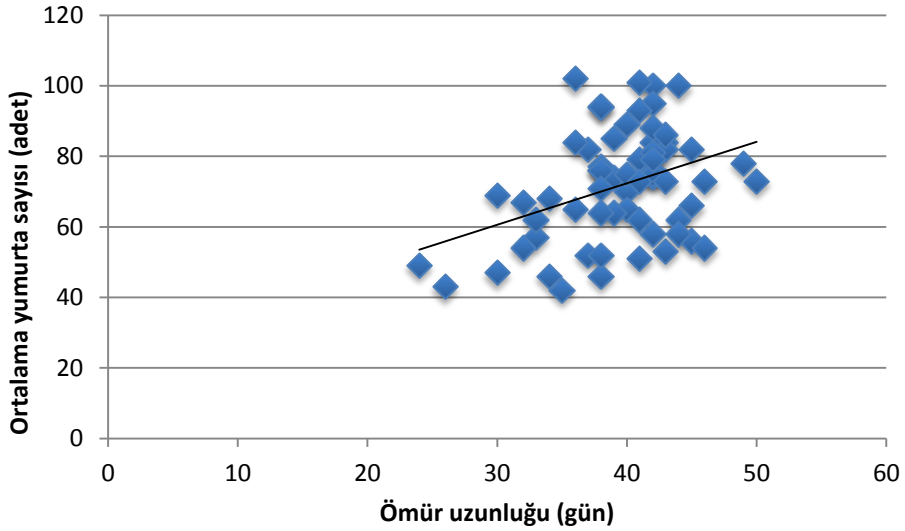
	Ortalama yumurta sayısı	Açılan yumurta sayısı	Açılma oranı %
Çiftleşmiş dişi + 0 erkek	82.62	74.93	90.68
Çiftleşmiş dişi + 1 erkek	79.68	71.62	89.68
Çiftleşmiş dişi + 3 erkek	52.62	47.43	90.22
Çiftleşmiş dişi + 5 erkek	44.06	40.37	91.47
Çiftleşmiş dişi + 5 çiftleşmemiş dişi	71.87	67.06	93.25

Çiftleşmiş dişilerin ömür uzunluğu üzerinde erkek yoğunluğunun önemli bir etkisi görülmüştür ($F = 1.97$, $P < 0.05$) (Şekil 4.5). Çiftleşmiş dişilerin yanında bir erkek bulunduğu ile yalnız bulunduğunda ömür uzunlukları arasında fark ($P > 0.05$) bulunmazken, yanında 3 ve 5 erkek ile 5 çiftleşmemiş dişi bulunduğunda ömür uzunluğunda önemli fark ($P < 0.05$) görülmüştür. Dişinin yanında birden fazla erkek veya dişi bulunması, dişi ömründe önemli ($P < 0.05$) kısalmaya neden olmuştur.



Şekil 4.5 Bir kere çiftleşmiş *A. minki* dişilerinin 0, 1, 3, 5 erkek; ve 5 adet çiftleşmemiş dişi ile yumurtlama dönemi boyunca beraber yerleştirildiğinde dişi ömür uzunluğu üzerine erkek yoğunluğunun (varlığının) etkisi

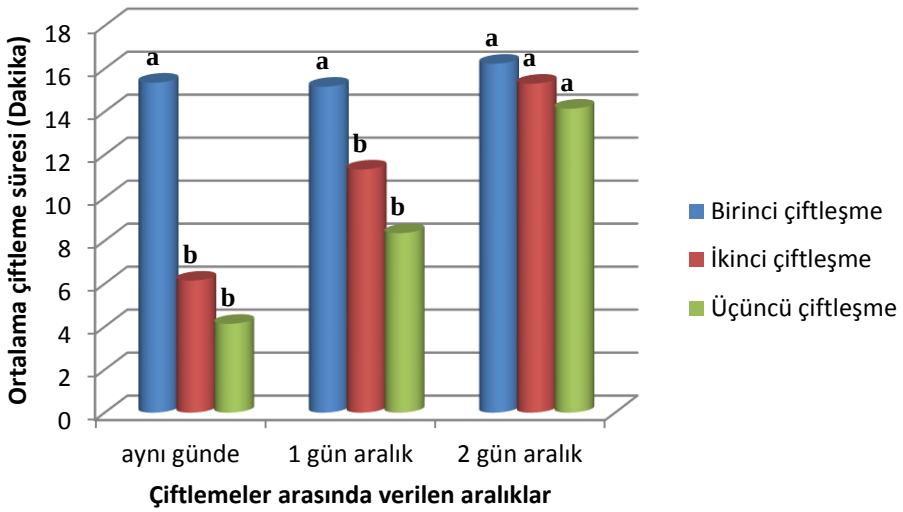
Dişi ömür uzunluğu ve bıraktığı yumurta sayısı arasında regrasyon eğrisinde pozitif ilişki bulunmuştur (Şekil 4.6.).



Şekil 4.6. Bir kere çiftleşmiş *Anthocoris minki* dişilerinin ömür uzunluğu ile ortalama yumurta sayısı arasındaki regrasyon eğrisi

4.4. Erkek Dölleme Kapasitesi

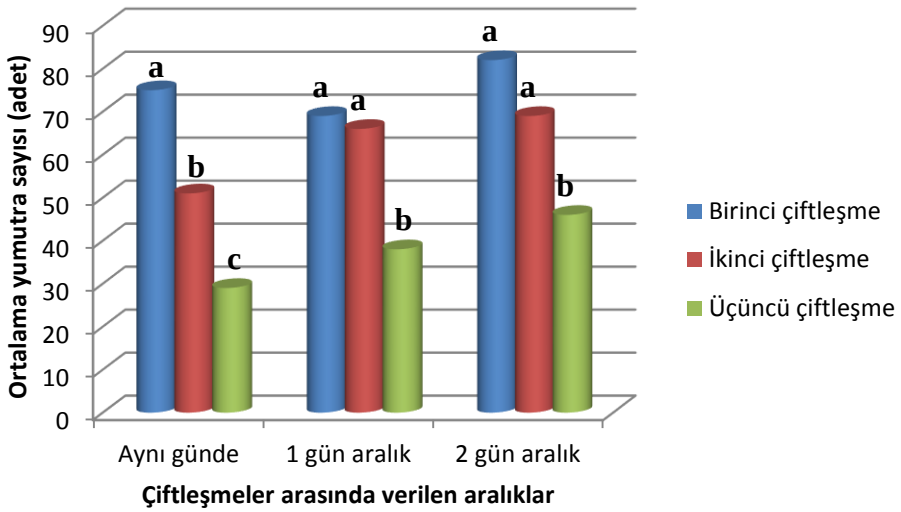
Aynı erkeğin farklı dişiler ile çiftleşmeler arasında aralık 2 gün verildiğinde, üç çiftleşmenin süre uzunluğu arasında önemli fark bulunmamıştır ($F = 0.63$, $P > 0.05$). Bunun aksine, üç çiftleşmenin aynı gün içerisinde sırayla olduğunda, ikinci ve üçüncü çiftleşme süreleri, birinci çiftleşme süresinden önemli miktarda daha kısa olduğunu saptanmıştır ($F = 18.21$, $P < 0.05$).



Şekil 4.7. Çiftleşmeler arasında 0, 1 veya 2 gün aralık verildiğinde (aynı günde: 1 gün içerisinde 1 erkek tarafından 3 adet dişinin çiftleşmesi, 1 gün aralık: ilk çiftleşmeden 1 gün aralık vererek aynı erkek ile üç dişi çiftleşmesi, 2 gün aralık: ilk çiftleşmeden 2 gün aralık verip aynı erkek tarafından üç dişinin çiftleşmesi) çiftleşme süresine etkisi

Aynı şekilde, bir gün aralık verildiğinde üç çiftleşme süreleri arasındaki görülen farklılıklarda, istatistik olarak önemli ($F = 4.64$, $P < 0.05$) bulunmuştur. Çiftleşmeler arasında aralık süresinin 1 gün olduğunda, üç çiftleşme sürelerinin arasında sabit bir düşüş gözlenmiştir (sırasıyla 15.16, 11.31 ve 8.35 dak.).

Ortalama yumurta sayısı açısından, çiftleşmeler arasındaki aralığa bakmadan, aynı erkek tarafından üçüncü kez çiftleştirilen dişinin bıraktığı yumurta sayısı, birinci veya ikinci defa çiftleştirilen dişilerin yumurta sayısına göre önemli derecede ($P < 0.05$) daha azdır (Şekil 4.8.). Bir gün içerisinde üç çiftleşme gerçekleştirildiğinde, her çiftleşmede bırakılan ortalama yumurta sayıları arasında önemli fark ($F = 15.79$, $P < 0.05$) bulunmuştur. Aynı zamanda, çiftleşmeler arasında bir gün ($F = 7.40$, $P < 0.05$) veya iki gün ($F = 9.64$, $P < 0.05$) aralık verildiğinde, aynı erkeğin üçüncü kez çiftleşmesiyle dişi, birinci ve ikinci çiftleşmesindeki dişinin yumurta sayısına göre önemli miktarda daha az yumurta bırakmıştır.



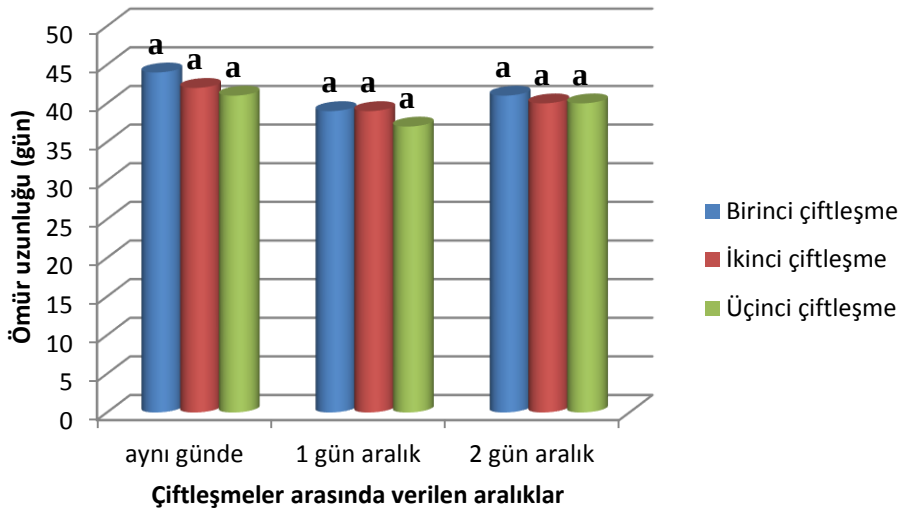
Şekil 4.8. *Anthocoris minki* dişilerinin aynı erkek ile çiftleşmeler arasında 0, 1 veya 2 gün aralık verildiğinde (aynı günde: 1 gün içerisinde 1 erkek tarafından 3 adet dişinin çiftleşmesi, 1 gün aralık: ilk çiftleşmeden 1 gün aralık vererek aynı erkek ile üç dişi çiftleşmesi, 2 gün aralık: ilk çiftleşmeden 2 gün aralık vererek aynı erkek ile üç dişinin çiftleşmesi) bırakılan yumurta sayısına etkisi

Çiftleşmeler arasındaki verilen sürenin erkeklerin dölleme yeteneğine olumsuz etkisi olmamıştır. Aynı erkek ile birden fazla çiftleşen dişiler yumurta bırakmışlardır. Aynı zamanda, çiftleşme sayısı veya çiftleşmeler arasındaki verilen süresinin yumurta açılma oranını etkilememiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. *Anthocoris minki* dişilerinin çiftleşmeleri arasında verilen farklı aralıklarında (aynı gün, 1 gün aralık ve 2 gün aralık) yumurta açılma yüzdesi (%)

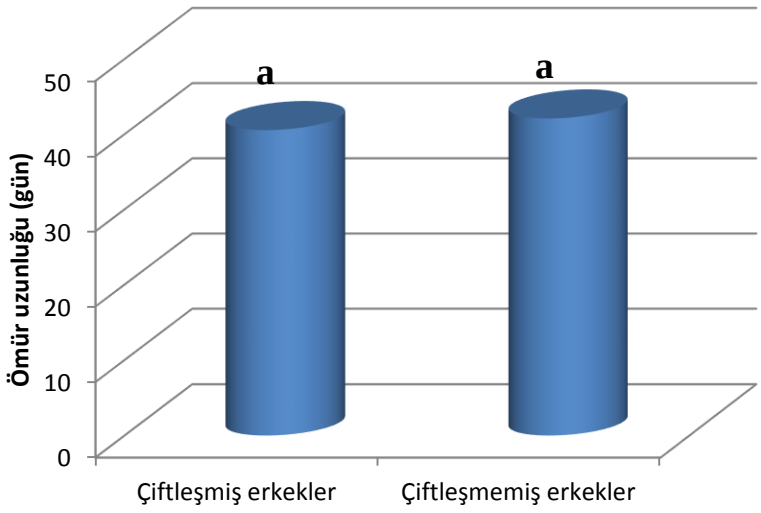
	Birinci çiftleşme (%)	İkinci çiftleşme (%)	Üçüncü çiftleşme (%)
Aynı günde	84.30	93.27	89.72
1 gün aralık	84.95	90.16	89.12
2 gün aralık	93.53	87.50	81.96

Farklı aralıklarda çiftleşmiş dişilerin ömür uzunlukları arasında önemli fark görülmemiştir ($P > 0.05$) (Şekil 4.9). İstatistik sonucuna göre, çiftleşmeler aynı gün içerisinde ($F = 0.69$, $P > 0.05$), 1 gün aralık ($F = 0.36$, $P > 0.05$), veya 2 gün aralık ($F = 0.12$, $P > 0.05$) olsa da ömür uzunluğu üzerinde önemli etkide bulunmamıştır.



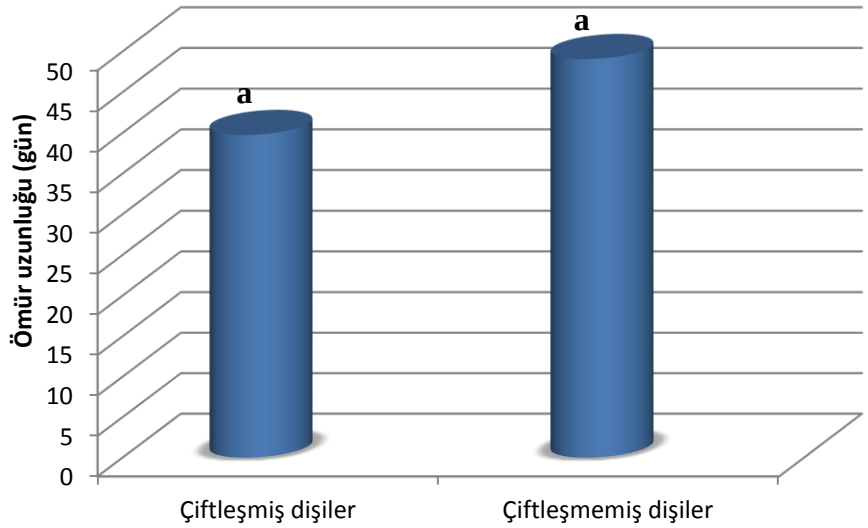
Şekil 4.9. *Anthocoris minki* dişilerinin aynı erkek ile çiftleşmeler arasında 0, 1 veya 2 gün aralık verildiğinde (aynı günde: 1 gün içerisinde 1 erkek tarafından 3 adet dişinin çiftleşmesi, 1 gün aralık: ilk çiftleşmeden 1 gün aralık vererek aynı erkek ile üç dişi çiftleşmesi, 2 gün aralık: ilk çiftleşmeden 2 gün aralık vererek aynı erkek ile üç dişinin çiftleşmesi) ömür uzunluğuna etkisi

Çiftleşmiş erkeklerin ortalama ömür uzunluğu, çiftleşmemiş erkeklerin ortalama ömür uzunluğundan anlamlı bir farklılık göstermemiştir ($F = 0.51$, $P > 0.05$) (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. *Anthocoris minki*'nin çiftleşmiş ve çiftleşmemiş erkeklerin arasında ömür uzunluğunu

Çiftleşmiş dişilerin ortalama ömür uzunluğu, çiftleşmemiş dişilerin ortalama ömür uzunluğuna göre aralarında önemli fark ($F = 1.83$, $P > 0.05$) bulunmamıştır.

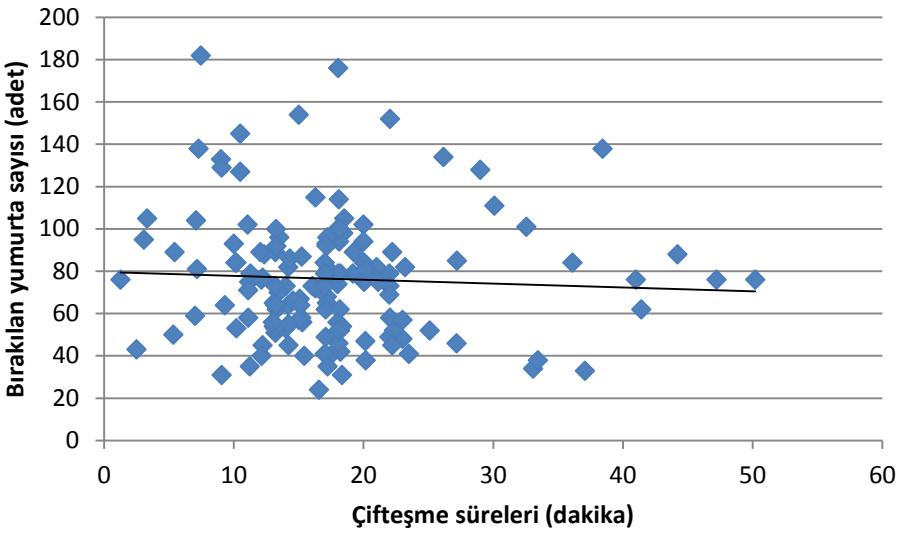


Şekil 4.11. *Anthocoris minki*'nin çiftleşmiş ve çiftleşmemiş dişilerinin ömür uzunluğu

4.5. Başarılı Çiftleşme Süresi

Bütün denemelerde, başarılı çiftleşme ortalama süresi 17 dakika olup, başarılı bir çiftleşme için gereken minimum süre ise 4.13 dakika olmaktadır. Çiftleşen bireylerin yumurta bırakması başarılı çiftleşme olarak değerlendirilmiştir.

Anthocoris minki dişilerinin bıraktığı yumurta sayısına çiftleşme süresinin etkisi görülmektedir. Genel olarak çiftleşme süresi arttıkça bırakılan yumurta sayısında azalma görülmüştür (Şekil 4.12.).



Şekil 4.12 *Anthocoris minki* dişilerin bırakığı ortalama yumurta sayısına çiftleşme sürelerinin etkisi

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Sonuçlara göre, *A. minki* tek çiftleşmeye yatkın olup, çiftleşmiş dişiler, çiftleşmeler arasındaki aralık süresine önem vermeden, birden fazla çiftleşme işleminden kaçınmıştır. Ancak, sonraki çiftleşmelerde petri kapları sarsılarak çiftleşmeye zorlandıklarında çiftleştikleri görülmüştür. Çiftleşmeyen dişilerin yumurta bırakmaması ve çiftleşmiş dişilerin ergin dönemi boyunca yumurtlamış olduğundan dolayı, onların erkek spermleri depolayıp, yumurta bırakma dönemi boyunca kullandıklarını göstermektedir (Scudder, 1971). Çiftleşmiş dişilerin ömür uzunlukları, çiftleşmemiş dişilere göre kısa olup, bu durumda, ömür uzunluğunun üzerinde çiftleşmenin etkisi olabilir (Arnqvist ve Nilsson, 2000). Aynı zamanda çiftleşmiş bir dişideki ömür kısalması, yumurta olgunlaşması veya yumurta bırakma işlemlerinde enerji tüketilmesinden kaynaklamış olduğunu söylenebilir (Thornhill ve Alcock, 1983; Simmons ve Kotiaho, 2007).

Çalışma sonuçlarına göre, erkek bireylerin varlığının çiftleşmiş dişilerin üremesi ile bir ilişkisi olduğu belirlenmiştir. Yanında beş adet erkek olan çiftleşmiş dişilerin yumurta ortalaması, yanlız kalan dişi, yanında bir adet erkek olan dişi ve yanında beş adet çiftleşmemiş dişi olan dişiler tarafından bırakılan yumurta sayısına göre, daha az olduğu görülmüştür. Erkeklerin birden fazla çiftleşmesi, dişilerdeki yumurta verimi üzerinde olumsuz etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Mendes et al. (2003) *O. insidiosus* dişilerinin, Leon Beck ve Coll (2009) *O. laevigatus* dişilerin yanında erkeğin olmasının, yalnız kalan çiftleşmiş dişi ile karşılaştırıldığında, toplam yumurta sayısında anlamlı bir şekilde azalma olduğunu bildirmişlerdir. Araştırıcılar böcekler arasındaki rastgele karşılaşmalardan meydana gelen yoğunluk ile ilgili stresin de buna neden olabileceğini bildirmişlerdir. Çiftleşmiş dişinin yanında beş adet *Anthocoris* dişisi bulunan kontrol denemesinden elde edilen etkiler, sadece böcek yoğunluğuna ait bir etki değil, cinsiyetler arası etkileşimden kaynaklanmış olduğunu göstermiştir.

Yumurta açılma oranı üzerinde çiftleşmiş dişiler yanındaki erkeklerin sayısı anlamlı bir şekilde etkilememekle birlikte, erkek varlığı sadece yumurta sayısı üzerinde etkilemiştir. Ayrıca, erkek yoğunluğu arttıkça, dişi ömür uzunluğunun azaldığı görünmektedir. Dişi ömür uzunluğu ile bıraktığı yumurta sayısı arası pozitif bir ilişki olduğundan dişinin az yumurta bırakması erkek yoğunluğunun artması ile erkek varlığının dişi ömür uzunluğunu kısaltmasından kaynaklanmış olabilir.

A. minki erkekleri birden fazla çiftleşmeye yatkın olup; her erkek tarafından başarıyla üç adet *A. minki* dişisi döllenmiştir. Aynı gün içerisinde sırayla üç çiftleşme yapıldığında, ikinci ve üçüncü çiftleşme süresi kısa olup, aksi takdirde çiftleşmeler arasında 1 veya 2 gün aralık olduğunda tüm üç çiftleşme süreleri biribirine yakın olmuştur. Çiftleşmeler arasında verilen aralıklar ve çiftleşme süresi arasındaki pozitif ilişki olduğu, pek çok böcek türlerinde görülmektedir (Dewsbury, 1982; Arnqvist ve Danielsson, 1998). Bununla birlikte, sonuçlarımıza göre, döllemenin başarısı (bırakılan yumurta sayısı) çiftleşmeler arasındaki aralık süresinin bir etkisi olmayıp, daha çok çiftleşme sayısının etkisinden kaynaklandığı gösterilmiştir. Üçüncü sırada çiftleştirilmiş dişi tarafından bırakılan ortalama yumurta sayısı, birinci veya ikinci sırada çiftleşmiş dişi tarafından bırakılan toplam yumurta sayısına göre, oldukça azdır. Erkeklerin birden fazla çiftleşme yaptıktan sonra dölleme yeteneğinin azalması, Royer ve Mcneil (1993) tarafından *O. nubialis*'te ve Leon Beck ve Coll (2009) tarafından *O. laevigatus* türünde de bulunmuştur. *Plodia interpunctella*'da, *Culicoides melleus*'ta ve *O. laevigatus*'te olduğu gibi (Linley and Hinds, 1974; Cook, 1999; Leon-Beck and Coll, 2009), iki kez çiftleşmiş *A. minki* erkeklerinin spermleri tüketilmiş olup, dolayısıyla, üçüncü sırada dişinin çiftleşmesinin eksik olduğu için, yumurta bırakmasında bir düşüşe neden olmaktadır. Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre, *A. minki* erkeklerin spermleri, üç defa çiftleştikten sonra tükenmiş olup ve üç gün içerisinde yeniden oluşmadığı söylenebilir.

*A. minki'*nin erkek ve dişileri arasında birden fazla çiftleşme yatkınlığı davranışında farklı tepki göstererek, predatörün kendi kitle üretim protokolleri ve arazi koşullarında salımı için çok önemli etki olacağı düşünülmektedir. Bir kez çiftleşmiş

dişilerin ek çiftleşmeye yatkın olmayıp, ek çiftleşmelere karşı ciddi bir şekilde direniş gösterebilmektedir (Leon-Beck, 2007).

Erkeklerle bırakılan dişiler, yanlız kalan dişilere göre daha az yumurta bırakmışlardır. Ayrıca, daha önce çiftleşmiş erkek ile çiftleştirilen dişilerin daha az yumurta bıraktığı gözlenmiştir.

5.2. Öneriler

Yapılan çalışma sonucunda, *A. minki'*nin kitle üretim tesislerinde, cinsiyet oranında az sayıda erkek kullanılması ve dişileri döllenince erkeklerin uzaklaştırılması ile kitle üretim işlemi daha etkin yapılabilir. Ayrıca, dişi çiftleşmesinde, daha önce çiftleşmiş erkeklerden kaçtığı için, bunları uzaklaştırıp, dişilerin sadece çiftleşmemiş erkekler ile çiftleşmesini tavsiye edilmektedir (Leon-Beck, 2007). *A. minki* ergininin birinci gününden itibaren çiftleşebilecek bir böcek olduğu için, erkeğin ergin olunca 2-3 gün içerisinde dişilerden mutlaka ayrılmalıdır. Erkeklerin uzaklaştırılması hem *A. minki* kitle üretimin masraflarını azaltacak, hem de kitle üretiminde etkili bir biyolojik mücadele etmeni üretilecektir.

Ayrıca, sonuçlarımıza göre, tek çiftleşmeli denemelerde dişilerin çiftleşmesinden sonra 10'uncu günden itibaren günlük ortalama yumurta sayısı yükselip 30'uncu günden sonra bu dişilerin günlük ortalama yumurta sayısı gittikçe azalmıştır. Bundan dolayı *A. minki* dişileri 30 günden fazla ömür uzunluğuna sahip olmasına rağmen, çiftleşmiş dişilerin bir aydan fazla kültür içinde tutulmasına gerek yoktur. Böylece *A. minki* kitle üretimi tesislerindeki üretme işlerinin kesilmesi ve üretim matiyetlerinin azaltılması için dişilerin bir defa çiftleştikten sonra bir ay içerisinde kültürden kaldırılması gerektiğini önerilmektedir. Son olarak, dişilerin tek çiftleşmeye yatkın olduğu ve doğurganlığı üzerinde erkek varlığının olumsuz etkisinden dolayı, dişi ağırlıklı olarak araziye salınması tavsiye edilebilir.

KAYNAKLAR

ADAMS, T. S., 2000. Effect of diet and mating on oviposition in the two spotted stink bug *Perillus bioculatus* (F) (Htereoptera: Pentatomidae). Annals of the Entomological Society of America, 93 (6): 1288-1293.

ARNQVIST, G. and NILSSON, T., 2000. The evolution of polyandry: multiple mating and female fitness in insects. Animal Behavior, 60: 145- 164.

ARNQVIST, G. and DANIELSSON, I., 1998. Postmating sexual selection: the effects of male size and recovery period on paternity and egg production rate in a water strider. Behavioral Ecology, 10: 358- 365.

BACKHOUSE, A., SAIT, S. M. and CAMERON, T. C., 2012. Multiple mating in the traumatically inseminating warehouse pirate bug *Xylocoris flavipes*: effects on fecundity and longevity. Biology Letters, 8: 706- 709.

BONTE, M. and DE CLERCQ, P., 2008. Developmental and reproductive fitness of *O. laevigatus* (Hemiptera: Anthocoridae) reared on factitious and artificial diets. Journal of Economic Entomology, 101(4):1127-33.

BRETMAN, A., FRICKE, C. and CHAPMAN, T., 2009. Plastic responses of male *D. melanogaster* to the level of sperm competition Increase male reproductive fitness. Proceedings of the Royal Society B, (2009) 276: 1705–1711.

CALVO, D. and MOLINA, M. J., 2005. Fecundity-body size relationship and other reprod--uctive aspects of *Streblote panda* (Lepidoptera: Lasiocampidae). Annals of the Entomological Society of America. 98: 191-196.

CARSON, R., 1962. *Silent Spring*. mariner books, *Silent Spring* initially appeared serialized in three parts, *The New Yorker* magazine 1st. Pub. Houghton Mifflin.

COCUZZA,G. E., De CLERCQ, P., LIZZIO, S., VAN DE VEIRE, M., TIRRY, L. and DEGHEELE, D., 1997. Life tables and predation activity of *Orius laevigatus* and *O. albidipennis* at three constant temperatures. Entomologia Experimentalis et Applicata, 85: 189- 198.

COOK, P. A., 1999. Sperm numbers and female fertility in the moth *Plodia interpunctell* (Hubner) (Lepidoptera; Pyralidae). Journal of Insect Behavior, 12: 767-779.

COLL, M., and RIDGWAY, R. L., 1995. Functional and numerical responses of *O. insidiosus* (Heteroptera*:*anthocoridae) to its prey in different vegetable crops. Annals of the Entomological Society of America, 88: 732–738.

ÇELİK M. Y., 1981. Gaziantep ve çevresinde antep fıstıklarında Psylloidea'ya bağlnemı li zararlı türlerin tanınmaları, yayılışları, konukçuları, kısa biyolojileri ve doğal düşmanları üzerinde araştırmalar. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Araştırma Eserleri Serisi, No. 51, Ankara, 108s.

DEWSBURY, D. A., 1982. Ejaculate cost and mate choice. American Naturalist, 119: 601–610.

DILL, L. M., HEDRICK, A. V. and FRASER, A., 1999. Male mating strategies under predation risk: do females calls the shots?. Behavioral Ecology, 4: 452- 461.

FADAMIRO, H. Y. and BAKER, T. C., 1999. Reproductive performance and longevity of female European corn borer, *Ostrinia nubilalis*: effects of multiple mating, delay in mating, and adult feeding. Journal of Insec Physiology, 45: 385-392.

FLAY, C., HE, X. Z. and WANG, Q., 2010. Influence of multiple mating on female reproductive fitness in the rice weevil, *Sitophilus oryzae*. New Zealand Plant Protection, 63: 201-20.

HADDRILL, P. R., SHUKER, D. M., MAYES, S. and MAJERUS, M. E. N., 2007. Temporal effects of multiple mating on components of fitness in the two-spot ladybird, *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). European Journal of Entomology, 104: 393- 398.

HARDY, L. C. W., ODE, P. J. and SIVA-JOTHY, M. T., 2005. Mating behaviour, insects as natural enemies: a practical perspective. Springer, 219-260.

HINDS, M. J. and LINLEY, J. R., 1974. Changes in male potency with age after emergence in the fly, *Culicoides melleus*. Journal of Insect Physiology, 20: 1037 1040.

HORTON, D. R., LEWIS, T. M. and NEVEN, L. G., 2005. Ovarian Development and lipid reserves are affected by mating delays in three Species of Anthocoris (Hemiptera: Anthocoridae). The Canadian Entomologist, 137: 328-336.

HORTON, D. R., BAYER, M. A. and LEWIS, T. M., 2005. Differences in mating behavior among three populations of *Anthocoris antevolens* (Heteroptera: Anthocoridae): a comparison of intra- and interpopulation crosses. Annals of the Entomological Society of America, 98 (4): 608-614.

HOUSE, C. M., WALLING, C. A. and MOORE, A. J., 2009. Females benefit from multiple mating but not multiple mates in the burying beetle *Nicrophorus vespilloides*. European Society for Evolutionary Biology, 22: 1961–1966.

KIMURA, K. and TSUBAKI, Y., 1986. Female size and age-specific fecundity in the small white butterfly, *Pieris rapae* crucivora Boisduval (Lepidoptera: Pieridae). Population Ecology, 28: 295-304.

LATTIN, J. D., 1999. Bionomics of the Anthocoridae. Annual Review of Entomology, 44: 207–231.

LEON-BECK and COLL, 2009. The mating system of the flower bug *Orius laevigatus.* Biological Control, 50: 199–203.

LEON-BECK, M. and COLL, M., 2007. The reproductive biology of the omnivorous bug *O. laevigatus*. M.Sc. Thesis, The Hebrew University of Jerusalem.

LINLEY, J. R. and HINDS, M. J., 1974. Male potency in Culicoides melleus (Coq. (Diptera: Ceratopogonidae). Bulletin of Entomological Research, 64: 123–128.

LONG, T. A., PISCHEDDA, A., NICHOLS, R. V. and RICE, W. R., 2010. The timing of mating influences reproductive success in *D. melanogaster*: implications for sexual conflict. Journal of Evolutionary Biology, 23:1024-32.

LUIS, M. T. V. and JENNIONS, M. D., 2004. Male mating history and female fecundity in the Lepidoptera: do male virgins make better partners?. Behavioral Ecology and Sociobiology, 57:318–326.

MENDES, S. M., BUENO, V. H. P. and ARVALHO, L. M., 2003. Influence of the presence/absence of males in the oviposition of *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae). International Organization for Biological and Integrated Control (IOBIC) WPRS Bulletin, 26: 143–146.

MART, C., ERKILIC, L., BOLU, H., UYGUN, N. and ALTIN, M., 1994. Species and pest control methods used in pistachio orchards of Turkey. Acta Horticulturae, 419: 379-386.

MEHRNEJAD, M. R., 2001. The current status of pistachio pests in Iran. OptionsMéditerranéennes- CIHEAM, 56: 315-322.

NILSSON, T., 2004. Polyandry and the evolution of reproductive divergence in insects. Doctoral thesis, Department of Ecology and Environmental Science.

ÖNDER, F., 1982. Türkiye Anthocoridae (Heteeroptera) faunası üzerinde taksonomik ve faunistik araştırmalar. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları no: 459 Bornova-İzmir. 159 s.

ÖNUÇAR, A., 1983. İzmir ve çevresinde bitkilerde zararlı Psyllids (Homoptera: Psyllinea) türlerinin tanınmaları, konukçuları ve taksonomileri üzerinde araştırmalar. T. C. Tarım ve Orman Bakalığı Araştırma Eserleri Serisi 44 (in Turkish).

PIRES, H. H. R., LORENZO M. G. and LAZZARI, D. M., 2004. The sexual behaviour of *panstrongylus megistus* (Hemiptera: Reduviidae): an Experimental study. Memorias do Instituto Oswaldo Cruz, 99: 295- 300.

ROYER, L. and MCNEIL J. N., 1993. Male investment in the European Corn Borer, *O. nubilalis* (Lepidoptera: Pyralidae): impact on female longevity and reproductive performance. Functional Ecology, 7: 209–215.

RYNE, C., ZHU, J., DONGEN, S. V. and LÖFSTEDT, C., 2001. Spermatophore size and multiple mating: Effections on reproductive success and post-mating behavior in the Indian meal moth *P. interpunctella*. Behaviour 138: 947-963.

SCUDDER, G. G. E., 1971. Comparative morphology of insect genitalia. Annual Review of Entomology 16, 379–406.

SIMMONS, L. W. and KORTIAHO, J. S., 2007. The effects of reproduction on courtship, fertility and longevity within and between alternative male mating tactics of the horned beetle, *Onthophagus binodis*. Journal of Evolutionary Biology, 20: 488- 495.

SOULIOTIS, C., MARKOYIANNAKI-PRINZIOU. D. and LEFKADITIS, F., 2002. The problems and prospects of integrated control of *Agonoscena pistaciae* (Hom., Sternorrhyncha) in Greece. Journal of Applied Entomology, 126: 384-88.

TAVELLA, L., TEDESCHI, R., ARZONE, A. and ALMA, A., 2000. Predatory activity of two Orius species on the western flower thrips in protected pepper crops (Ligurian Riviera, Italy). International Organization of Biological and Integrated Control, WPRS Bulletin, 23: 231–240.

THORNHILL, R. and ALCOCK, J., 1983. The evolution of insect mating systems. Florida Entomological Society, 67: 180- 182.

THORNHILL, R. L., 1976. Reproductive behavior of the lovebug, *Plecia nearctic* (Diptera:Bibionidae). Annals of the Entomological Society of America, 69: 843-847.

UYGUN, N., ULUSOY M. R. ve SATAR, S., 2010. Biyolojik mücadele. TürkIiye Biyolojik Mücadele Derneği, 1: 1-14.

VAN LENTEREN, J. C., 2000. Measures of success in biological control of arthropods by augmentation of natural enemies, Kluwer Academic Publishers, 77-103.

VAN LENTEREN, and J. C., 1999. Fundamental knowledge about insect reproduction: essential to develop sustainable pest management. Invertebrate Reproduction and Development, 36: 1- 15.

YANIK, E., and UNLU, L., 2010. The effects of different temperatures and relative humidity on the development, mortality and nymphal predation of *Anthocoris minki*. Phytoparasitica, 38: 327–335.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı **:** Abdalla TAGALDEEN

Uyruğu **:** SUDAN

Doğum Yeri ve Tarihi **:** Kass, South Darfur; 1984

Faks **:** 00249 183 489015

e-mail **:** kalus120@yahoo.com

EĞİTİM

Derece	**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	: Elnagah Lisesi, Kass, Güney Darfur	1999
Üniversite	: Gezira University, Wad-madani- Sudan	2009
Yüksek Lisans	: Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, Şanlıurfa-Türkiye	2015

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**
2011	Zalingei Üniversitesi	Araştırma Görevlisi

UZMANLIK ALANI : Bitki Koruma

YABANCI DİLLER : İngilizce, Türkçe