

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

BAL ÇEŞİDİNİN PARAZİTOİT *Bracon hebetor* Say, 1836 (HYMENOPTERA: BRACONIDAE) ERGİNLERİNİN ÖMÜR UZUNLUĞUNA ETKİLERİ

The Effects of Honey Variety on Longevity of the Adult Parasitoid, *Bracon hebetor* Say, 1836 (Hymenoptera: Braconidae)

Adnan SARIKAYA

Amasya Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, 05100, İpekköy, Amasya, TÜRKİYE, ORCID No:0000-0002-6131-9002, Yazışma Yazarı / Corresponding Author: E-posta: adnansarikaya@hotmail.com

Geliş Tarihi / Received: 18.04.2020

Kabul Tarihi / Accepted:18.05.2020

DOI: 10.31467/uluaricilik.718805

ÖZ

Türkiye’de üretilen çeşitli balların lepidopter parazitoidi *Bracon hebetor*’un erginlerinin ömür uzunluğuna etkileri araştırıldı. Denemeler 25±1°C sıcaklık ve %60±5 bağıl nem koşullarındaki laboratuvar ortamında yapıldı. Denemeler süresince herhangi bir fotoperiyot uygulanmadı. Parazitoit erginlerinin yetiştirilmesi için konak olarak *Galleria mellonella* larvaları kullanıldı. Yeni çıkmış parazitoit erkek ve dişileri cinsiyetlerine göre ayrıldıktan sonra, ayrı ayrı sadece su, çiçek balı, ayçiçeği balı, kestane balı, lavanta balı ve meşe balı ile beslendiler. Gözlemler bütün parazitoitler ölünceye kadar günlük olarak devam etti ve ölü bireyler üzerinden cinsiyet ayırımı yapıldı. Bütün denemeler farklı parazitoit erginleriyle farklı zamanlarda üç kez tekrar edildi. En yüksek dişi parazitoit ömür uzunluğu lavanta balında elde edilirken, en yüksek erkek parazitoit ömür uzunluğu ayçiçeği balında elde edildi. Bütün deney gruplarında dişi parazitoitler erkeklerden daha uzun yaşadılar. Farklı balla beslenme hem erkek hem de dişi parazitoitlerin ömür uzunluğunu sadece suyla beslenenlere göre önemli ölçüde arttırdı. Bütün deney gruplarındaki parazitoitlerin ömür uzunlukları arasındaki farklılıklar, muhtemelen her bir balın besinsel bileşenlerinin kompozisyonunun farklı olmasıyla ve parazitoidin metabolik ihtiyaçlarıyla açıklanabilir.

Anahtar kelimeler: Hymenoptera, *Bracon hebetor*, parazitoit, ömür uzunluğu, bal çeşidi.

ABSTRACT

The effects of various honey produced in Turkey on the longevity of the adult lepidopteran parasitoid, *Bracon hebetor* was investigated. Experiments were carried out in laboratory conditions, 25±1°C and relative humidity of 60±5%. There was no photoperiodic regimen used during the experiments. Larvae of *Galleria mellonella* were used as a host to rear the parasitoid adults. After the newly emerged adult parasitoid males and females were separated according to sexes, they were fed individually with only water, flower-honey, sunflower-honey, chesnut-honey, lavender-honey, and oak-honey. Observations continued daily until all parasitoids died and sex discrimination was made on the dead parasitoids. All experiments were repeated three times with different adult parasitoids and at different times. The longevity of male parasitoids obtained from sunflower-honey fed adults was the highest, while the highest longevity of female parasitoids was obtained from lavender-honey fed adults. Female parasitoids lived longer than male parasitoids in all experimental groups. Feeding with different honey types significantly increased the longevity of both male and female parasitoids compared to those that were fed only water. Differences between the longevity of parasitoids in all experimental groups can probably be explained by the different composition of the nutritional components of each honey and how this corresponds to the metabolic requirements of the parasitoid.

Key words: Hymenoptera, *Bracon hebetor*, parasitoid, longevity, honey variety.

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

EXTENDED ABSTRACT

Aim: Carnivorous insects, parasitoids, are commonly used as biological control agent. Parasitoids utilize sugar-containing foods to achieve maximum longevity. Floral nectar, homopteran honey and honey can be main sources of carbohydrates if they are present in the environment around the parasitoids. In this study, the effects of the various honey types produced in Turkey on the longevity of the adult lepidopteran parasitoid, *Bracon hebetor* was investigated.

Materials and Methods: Experiments were carried out in laboratory conditions $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ and relative humidity of $60\pm 5\%$. There was no any specific photoperiodic regimen used during the experiments. Larvae of *Galleria mellonella* were used as a host to rear the parasitoid adults. After the newly emerged adult parasitoids were separated according to sexes, they were divided into six experimental groups. While only water-soaked cotton balls were given to male and female parasitoids in as a control group, flower-honey soaked cotton balls were given to the second group, sunflower-honey soaked balls were given in third group, chestnut-honey soaked cotton balls were given in fourth group, lavender-honey soaked cotton balls were given in fifth group, and oak-honey soaked cotton balls were given in sixth group. All honey extracts were prepared by diluting them with sterile water at a 1:4 (w:v) ratio and these were administered using a soaked cotton balls. Experimental groups were observed every day until all parasitoids were dead, and the dead parasitoids were removed and recorded according to their sexes. All experiments were repeated three times with different adult parasitoids and at different times.

Result: Male parasitoids fed with only water lived a mean of 8.53 days, flower-honey treated ones lived on average of 29.48 days, with sunflower-honey they lived on average of 34.59 days, with fed chestnut-honey they lived on average of 23.42 days, with lavender-honey they lived on average of 30.52 days and with oak-honey they lived on average of 33.58 days. Female parasitoids fed with only water lived a mean of 14.06 days, with flower-honey they lived on average of 42.48 days, with sunflower-honey they lived on average of 64.63 days, with fed chestnut-honey they lived on average of 53.62 days, with lavender-honey they lived on average of 69.94 days and with oak-honey they lived on average of 59.83 days. Female parasitoids in all experimental groups lived longer than male parasitoids. Feeding with the

various honey types increased the longevity of both female and male parasitoids.

Conclusion: Differences between the longevity of parasitoids in all experimental groups might be due to the different amounts of sugar in each honey. According to our results, *Bracon hebetor* can be used as an effective biological control agent in agroecosystems if the proper nutrition is provided. According to our results, during the mass production of the parasitoid in the laboratory and the release of it into field as biological control agent, the lavender-honey soaked cotton balls can be given as food for the parasitoid. Using this treatment may increase the effectiveness of *Bracon hebetor* as biological control agent.

GİRİŞ

Doğal olarak üretilen en karmaşık gıda maddelerinden biri olan bal; bitkilerin canlı kısımlarının, salgılarının, çiçeklerindeki nektarlarının veya üzerinde beslenen bazı böceklerin salgılarının bal arıları tarafından toplanarak, vücutlarındaki özel maddelerle karıştırılıp bileşimi değiştirildikten sonra olgunlaşması için petek gözlerinde depolanması sonucunda meydana gelen tatlı bir üründür (Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği 2012, Gündüz 2015, Abeshu ve Geleta 2016). Konsantrasyonunu düşürerek bir indirgen şeker çözeltisi olan bal; diğer bazı şekerleri, enzimleri, aminoasitleri, organik asitleri, fenolik maddeleri, Maillard reaksiyon enzimlerini, vitaminleri ve mineral maddeleri de içeren çok kompleks bir karışımdır (Gündüz 2015, Abeshu ve Geleta 2016). Yüksek bir beslenme değerine sahip olması (303 kal/180 g) ve barındırdığı karbohidratların vücut tarafından hızlı bir şekilde emilebilmesi nedeniyle her yaştaki insana (özellikle çocuklar ve sporculara) önerilen ve hiçbir işlem yapılmadan tüketilebilen tek gıda maddesidir (Gündüz 2015). Balın kalitesi, bitkinin kaynağına ve kompozisyonuna göre belirlenir. Farklı bölgelerde üretilen ve farklı bitkisel orijinli balların bileşimi farklıdır ve balın kalitesini ve fiyatını belirlemektedir (Abeshu ve Geleta 2016).

Arıcılık ülkemizin zengin bitki örtüsü nedeniyle hemen her bölgesinde yapılabilen ve yapanlar tarafından son derece onurlu bir iş olarak kabul edilen bir meslektir. Ülkemiz, toplam kovan sayısı ve üretilen bal miktarı açısından dünyanın önde gelen ülkelerinden bir tanesidir, fakat kovan başına düşen bal verimi açısından daha gerilerde yer almaktadır (Köseoğlu v.d. 2008, Semerci 2017). Ayılar, arı

kuşları, kirpiller, *Varroa* paraziti, *Nosema*, (eşek arıları, karıncalar ve güveler gibi) diğer böcek türleri; bal arılarının başlıca doğal düşmanlarıdır. Bunların bir kısmı, arıların ürettikleri yüksek besin değerine sahip olan balı ve diğer arı ürünlerini besin kaynağı olarak kullanmaktadırlar. Bu durum, kovan başına düşen bal verimini de azaltmaktadır. Fiziksel ve kimyasal mücadele yöntemleri de yeterince etkili olamamaktadırlar (Tutkun ve Boşgelmez 2003). Kovan (bal mumu) güveleri, kovan başına bal üretimini etkileyen en önemli zararlıların başında gelmektedir. Büyük kovan (bal mumu) güvesi, *Galleria mellonella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Pyralidae) ve küçük kovan (bal mumu) güvesi *Achroia grisella* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Pyralidae) erginlerinin kovan içerisine bıraktıkları yumurtaların açılmasıyla, larvalar kovan içerisinde galeriler açarak arı kolonisinin o kovana bal bırakmasını engellemekte, böylece ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Allan 2000). Kovan (bal mumu) güvelerinin kontrolünde bugüne kadar çeşitli nematodlar, bakteriler, funguslar ve çeşitli predatör böcekler kullanılmıştır. Laboratuvar koşullarında başarılı olan bu uygulamalar, kovanda ve depolanmış peteklerde istenilen başarıyı verememiştir. Bal arılarında ve insanda olumsuz bir etkisi olmayan *Bacillus thuringiensis* bakterisinin sporları, kovan (balmumu) güvesi larvaları tarafından alındığında toksik etki göstermekte ve onları öldürmektedir, biyolojik mücadele amacıyla kullanılan ve başarılı olan en önemli bakteridir (Krieg 1974). Son zamanlarda, biyolojik kontrol ajanı olarak parazitoitlerin kullanılması popüler hale gelmiştir. Parazitoitlerin laboratuvarda yetiştirilmesi sırasında konak olarak kovan (bal mumu) güvelerinin larvaları yaygın olarak kullanılmaktadır (Sarıkaya 2003, Sarıkaya ve Gülel 2011, Akbaş 2019, Akbaş ve Sarıkaya 2019). Bu durum, *B. thuringiensis* bakterisi dışında bir başka biyolojik mücadele ajanının kovan zararlılarına karşı güvenli bir şekilde kullanılabileceğini ortaya koymaktadır.

Parazitoitler, bir başka canlının (konak) vücudunda ergin öncesi gelişim dönemlerini tamamlayan ve sonunda onu öldüren vampir (karnivor) böceklerdir (Godfray 1994, Quicke 1997). Parazitoitler, çoğunlukla tarımsal ekosistemlerdeki kelebek zararlılarını konak olarak kullanırlar (Akbaş ve Sarıkaya 2019) ve bu özellikleri sayesinde biyolojik mücadelede 'ajan' olarak yaygın şekilde kullanılan yararlı böceklerdir (Liyong 1986, Hokkanen ve Lynch 2003). Erkek parazitoitler, genellikle dişilerden daha önce erginleşirler ve konakların başında beklerler:

dişiler erginleştikten sonra hemen çiftleşirler. Çiftleşmiş dişi parazitoitler, kitlesel olarak laboratuvarda yetiştirildikten sonra biyolojik kontrol ajanı olarak araziye salınabilirler. Bu ergin dişilerin temel görevi, konak aramak ve yumurtalarını konaklara bırakarak kendi türünün devamını sağlamaktır. Ergin dişiler, zamanlarının büyük bir kısmını yabancı olduğu bu çevrede konağını arayarak geçirir ve çevredeki şeker içeren besin kaynaklarını tüketir. Şayet dişi besinsiz kalırsa, sahip olduğu yumurtaları besin olarak tüketir. Buna yumurta rezorpsiyonu adı verilir (Doutt 1959, Godfray 1994). Bu durum parazitoit dişilerine evrimsel olarak verilmiş bir şans olmasına rağmen, biyolojik kontrolde hiç de istenilen bir durum değildir (Liyong 1986, Godfray 1994, Quicke 1997, Shaw 1997, Hokkanen ve Lynch 2003).

Bracon hebetor Say, 1836 (Hymenoptera: Braconidae), çoğunlukla depo zararlısı güve türlerinin son evre larvalarını konak olarak kullanan bir larva ektoparazitoitidir (Alam v.d. 2014, Akbaş 2019). Bu çalışmanın amacı, ülkemizde üretilmiş olan çeşitli balların parazitoit *B. hebetor*'un ömür uzunluğuna etkilerini araştırmak ve kovan (bal mumu) güvelerine karşı biyolojik kontrol ajanı olarak uygunluğunu incelemektir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Denemelerde kullanılan ballar, 2014 yılı içerisinde Ordu ili ve civarında üretilen ve analiz için Ordu Arıcılık Araştırma Enstitüsü'ne getirilen numunelerden temin edildi. Bu çalışma sırasında; salgı balı olarak meşe balı, multifloral bal olarak çiçek balı, monofloral bal olarak ayçiçek balı, lavanta balı ve kestane balı kullanıldı. Denemelerde parazitoit olarak *Bracon hebetor*, konak olarak da *Galleria mellonella*'nın son evre larvaları kullanıldı. Denemeler, 25±1°C ve 60±5 bağıl nem içeren laboratuvar koşullarında yapıldı ve denemeler süresince herhangi bir fotoperiyodik rejim uygulanmadı (Sarıkaya 2003, Sarıkaya ve Gülel 2011, Akbaş 2019).

Konak ve parazitoit kültürlerinin kurulması

Amasya Üniversitesi Biyoloji Bölümü, Zooloji Laboratuvarı'nda sürekli olarak üretilen *G. mellonella* erginleri, konak kültürlerinin kurulmasında kullanıldı. Üç-beş gün yaşlı 5 erkek ve 5 dişi, içinde yarısına kadar sterile edilmiş, balsız petek bulunan 5

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

L'lik cam kavanozlara yerleştirildiler. Kavanozların ağız bir tülbent ile kapatıldıktan sonra, 25±1°C ve 60±5 bağıl nem içeren laboratuvar koşullarında tutuldular. Böylelikle toplam beş adet konak kültürü kuruldu. Kültür kaplarına peteklerin tüketilme durumuna göre, sterile edilmiş balsız petek ilave edildi. Böylece istenildiğinde ve gerektiği miktarda konak erginleri ve son evre larvalar temin edildi. Konak son evre larvaları, parazitoit kültürlerinin kurulmasında ve denemelerde kullanıldılar (Sarıkaya 2003, Sarıkaya ve Gülel 2011).

Bir petri kabına (10 cm x 2 cm), 4-5 adet son evre *G. mellonella* larvası ve 0-3 gün yaşlı 5 dişi ve iki erkek parazitoit konuldu. Parazitoitlerin beslenebilmesi için %20'lik sükröz çözeltisi emdirilmiş pamuk topçuklar da petri kabına ilave edildi. Her petri kabının üzerine tarih ve numarası yazıldı. Böylece 15-20 kadar deney seti hazırlandı. Hazırlanan setler, 25±1°C ve 60±5 bağıl nem içeren laboratuvar koşullarında tutuldular. Bütün setler her gün kontrol edildi, iki günde bir besin topçukları yenisiyle değiştirildi ve böylece ergin parazitoitlerin besin ihtiyaçları temin edildi. Bundan 5-6 gün sonra, bütün setlerdeki parazitoit erginleri çıkarıldı. Yaklaşık 10 gün sonra, yumurtadan çıkan parazitoit pupaları renk değiştirmeye başlayınca, setlerdeki konak larvalarının atıkları ve besin topçukları da çıkarıldı. Böylelikle deney setlerinde sadece parazitoit pupaları bırakıldı. Bu sayede yeni çıkan parazitoit erginlerinin konak artıkları ve parazitoit erginlerinin besiniyle beslenmesi önlenildi. Birkaç gün sonra setlerden elde edilen parazitoit erginleri toplandı ve cinsiyetlerine göre ayrıldı. Bu erginlerin bir kısmı parazitoit kültürlerinin kurulmasında kullanılırken, bir kısmı da ömür uzunluğu denemelerinde kullanıldı (Akbaş 2019).

Bal Çeşidinin *Bracon hebetor*'un ömür uzunluğuna etkileri

Deney setlerinden elde edilen ergin parazitoitlerin ergin çıkışı devam ettiği sürece (3-4 gün süresince), günün aynı saatlerinde toplanmasına dikkat edildi. Böylece yaklaşık aynı gün yaşlı ergin parazitoitlerin elde edilmesi sağlandı. Daha sonra, ergin parazitoitler cinsiyetlerine göre ayrıldı. Bir deney tüpüne (16 cm x 2 cm) en fazla 25 tane olacak şekilde yerleştirildi. Tüpün ağız, parazitoit erginlerinin kaçmasını önlemek için bir pamuk ile kapatıldı. Toplanan tüm parazitoit tüpleri, altı eşit deney grubuna ayrıldı. Daha sonra altı ayrı deney grubu oluşturuldu. İlk gruptaki erkek ve dişilere

sadece su emdirilmiş pamuk topçuğu verilirken (kontrol grubu), ikinci gruptakilere çiçek balı, üçüncü gruptakilere ayçiçeği balı, dördüncü gruptakilere kestane balı, beşinci gruptakilere lavanta balı ve altıncı gruptakilere meşe balı emdirilmiş pamuk topçukları, *ad libitum* besin olarak verildi. Bütün ballar, 1:4 (w/v) oranında steril suyla sulandırılarak hazırlandı ve pamuk topçuklara emdirildi. Tüplerin üzerine toplandıkları tarih, cinsiyeti ve beslenme grubu yazılarak, 25±1°C ve 60±5 bağıl nem içeren laboratuvar koşullarında tutuldular. Deney setleri, bütün parazitoitler ölünceye kadar her gün kontrol edildi, ölen parazitoitler tüplerde alındı, beslenme grubu ve cinsiyetlerine göre kaydedildi. Denemeler, farklı parazitoit erginleriyle farklı zamanlarda üç defa tekrar edildi.

İstatistiksel analizler

Verilerin istatistiksel analizi için SPSS (ver.25) paket programı kullanıldı (IBM Corp. Released 2017). Çeşitli bal özütlerinin parazitoit erginlerinin ortalama ömür uzunluğu verilerinin değerlendirilmesinde 'Tek yönlü varyans analizi' kullanıldı. Ortalamalar arasındaki farkın önem kontrolü için de 'Tukey HSD testi' yapıldı. Verilerin değerlendirilmesinde p=0,05 güven sınırı esas alındı.

BULGULAR

Farklı balla beslemenin parazitoit, *B. hebetor* erginlerinin ömür uzunluğuna etkileri Tablo 1'de gösterildi. Sadece su verilen erkek parazitoitler (kontrol grubu), ortalama 8,53 gün yaşarken, dişi parazitoitler ortalama 14,06 gün yaşadılar (Tablo 1). Erkek parazitoitlerde en yüksek ömür uzunluğu, ayçiçeği balıyla beslenen grupta ortalama 34,59 gün olarak bulundu. En düşük ömür uzunluğu ise, kestane balıyla beslenen grupta ortalama 23,42 gün olarak bulundu. Çiçek balıyla beslenen gruptakiler ortalama 29,48 gün, lavanta balıyla beslenen gruptakiler ortalama 30,52 gün ve meşe balıyla beslenen gruptakiler de ortalama 33,58 gün yaşadılar (Tablo 1). Dişi parazitoitlerde en yüksek ömür uzunluğu, lavanta balıyla beslenen grupta ortalama 69,94 gün olarak bulundu. En düşük ömür uzunluğu ise çiçek balıyla beslenen grupta ortalama 42,48 gün olarak bulundu. Kestane balıyla beslenen gruptakiler, ortalama 53,62 gün, meşe balıyla beslenen gruptakiler ortalama 59,83 gün, ayçiçeği balıyla beslenen gruptakilerde ortalama 64,63 gün yaşadılar (Tablo 1).

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Farklı ballarla beslenme, kontrol grubuna göre hem erkek ($F=418,860$, $df=804$, $p<0,01$) hem de dişi parazitoitlerin ortalama ömür uzunluğunu önemli ölçüde arttırdı ($F=487,064$, $df=758$, $p<0,01$), (Tablo 1). Bütün deney gruplarında dişi parazitoitler, erkek parazitoitlerden daha uzun yaşadılar (Tablo 1 ve Şekil 1).

Erkek parazitoitlerde çiçek balıyla beslenenlerin ömür uzunluğu, kontrol grubuna (su) göre yaklaşık 3,45 kat artarken, ayçiçeği balıyla beslenenlerinki 4,05 kat, kestane balıyla beslenenlerinki yaklaşık 2,75 kat, lavanta balıyla beslenenlerinki yaklaşık 3,58 kat ve meşe balıyla beslenenlerinki de yaklaşık 3,94 kat arttı (Tablo 1).

Dişi parazitoitlerde çiçek balıyla beslenenlerin ömür uzunluğu, kontrol grubuna (su) göre yaklaşık 3,02 kat artarken, ayçiçeği balıyla beslenenlerinki 4,60 kat, kestane balıyla beslenenlerinki yaklaşık 3,81 kat, lavanta balıyla beslenenlerinki yaklaşık 4,97 kat ve meşe balıyla beslenenlerinki de yaklaşık 4,25 kat arttı (Tablo 1).

Balla besleme, bütün beslenme gruplarındaki parazitoit erginlerinin hayatta kalma yüzdelerini de etkiledi. Hayatta kalma yüzdeleri, dişi parazitoitlerde erkek parazitoitlerden belirgin şekilde fazla oldu (Şekil 1).

TARTIŞMA

Parazitoit erginleri, maksimum ömür uzunluğuna erişmek için içinde buldukları ortamdaki şeker içeren besin maddelerini bulmak ve tüketmek zorundadırlar (Bianchi ve Wackers 2008, Wu v.d. 2008). Parazitoitlerin içinde buldukları ortamdaki şeker içeren başlıca besin kaynakları; (floral) nektar, homopter balı ve baldır (Fadamiro ve Heimpel 2001, Sood ve Pajni 2006, Wyckhuys v.d. 2008). Shaw (1997), şekerlerin yanında protein ve vitaminleri de içerdiği için balın parazitoitler için mükemmel bir besin kaynağı olduğunu ve bu sayede parazitoit dişilerinin yaşamları boyunca yumurtalarını olgunlaştırabileceğini bildirmiştir.

Bugüne kadar değişik konsantrasyondaki bal çözeltilerinin parazitoitlerin ömür uzunluğuna etkilerine dair yapılmış çok sayıda çalışma olmasına rağmen (Temerak 1983, Leatemia v.d. 1995, Mitsunaga v.d. 2004, Sood ve Pajni 2006, Salman v.d. 2012, Benelli v.d. 2017), aynı konsantrasyondaki farklı balların parazitoitlerin ömür uzunluğuna etkilerine dair yapılmış çalışmaya literatürde rastlanmadı. Bu çalışmada, salgı balı olarak meşe balı, multifloral bal olarak çiçek balı, monofloral bal olarak ayçiçeği balı, lavanta balı ve kestane balı kullanıldı. Bu ballarla beslenen parazitoit erginlerinin ömür uzunluklarının (Tablo 1) ve hayatta kalma yüzdelerinin (Şekil 1) belirgin şekilde arttığı görüldü. Bu durum diğer araştırmacıların bulgularına da benzerlik göstermektedir (Sood ve Pajni 2006, Salman vd. 2012, Benelli v.d. 2017).

Tablo 1. Bal çeşidinin parazitoit *Bracon hebetor* erkek ve dişilerinin ergin ömür uzunluğuna (gün) etkileri.

Bal çeşidi	Ergin ömür uzunluğu (gün)	
	Erkek (ort±S.H.)* (n)	Dişi (ort±S.H.)* (n)
Su	8,53±0,16a (n=127)	14,06±0,23a (n=170)
Çiçek balı	29,48±1,37b (n=128)	42,48±2,74b (n=101)
Ayçiçeği balı	34,59±2,08c (n=140)	64,63±3,04c (n=120)
Kestane balı	23,42±1,04d (n=135)	53,62±2,88d (n=101)
Lavanta balı	30,52±1,98b (n=133)	69,94±3,56e (n=138)
Meşe balı	33,58±2,01c (n=144)	59,83±2,98f (n=132)

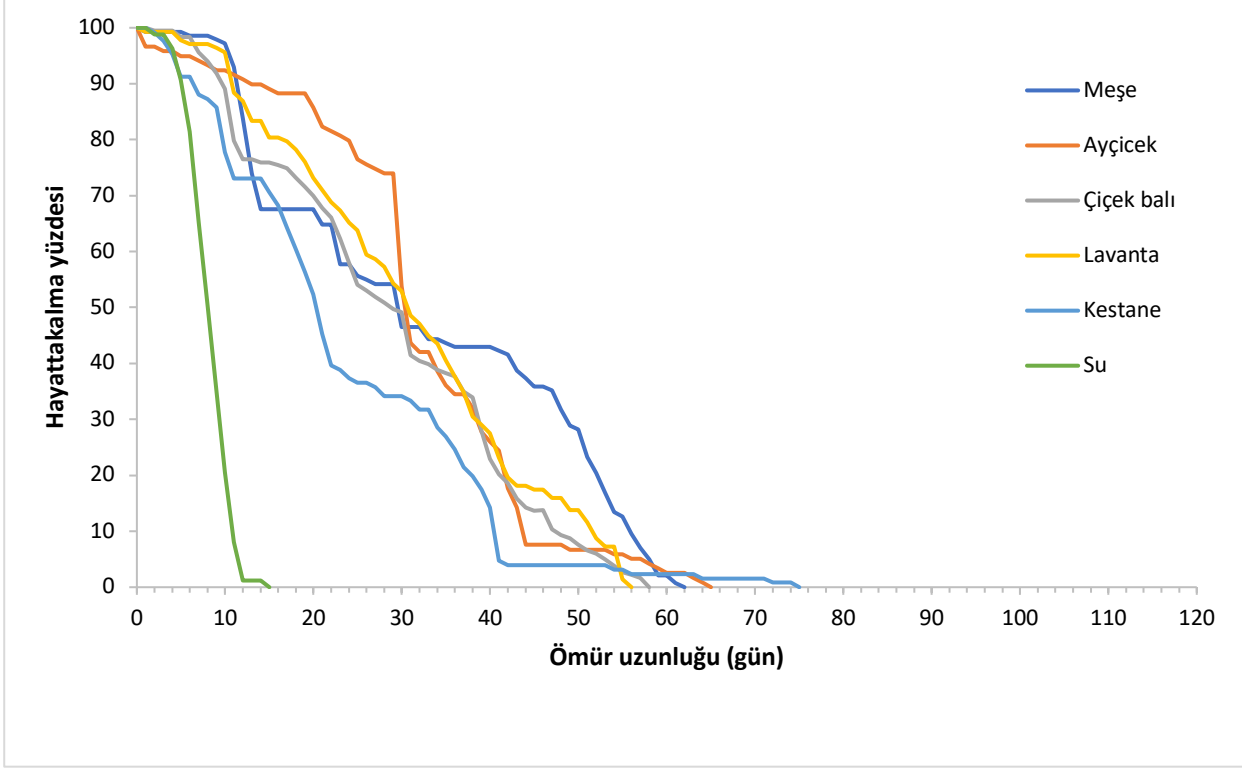
*Aynı sütunda aynı harfi taşıyan değerler arasındaki fark, istatistiksel olarak önemsizdir, $p>0,05$.

n: Parazitoit sayısı

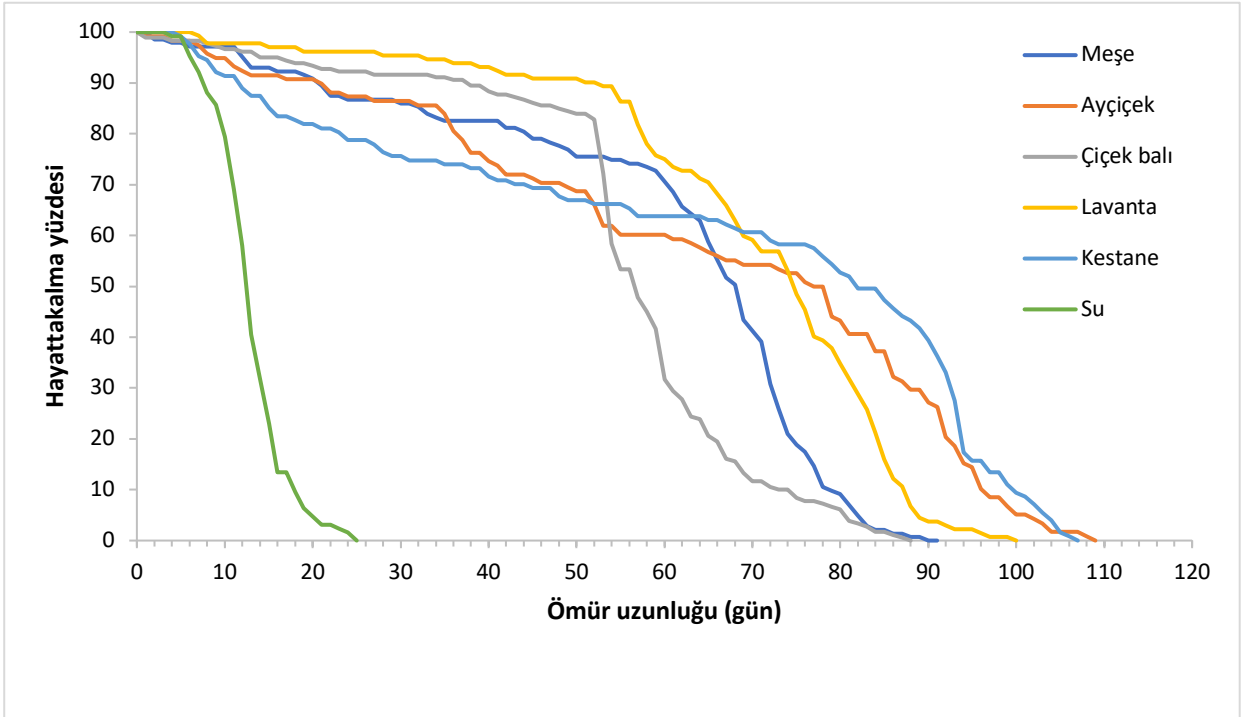
ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Şekil 1. Farklı balla beslenen parazitoid *Bracon hebetor* erkek (a) ve dişilerinin (b) hayatta kalma yüzdesine etkileri.

a) Erkek



b) Dişi



Parazitoitler temel enerji kaynağı olarak daha çok basit şekerleri, özellikle sükroz ve glikozu kullanılmaktadırlar (Olson v.d. 2000, Fadamiro ve Heimpel 2001, Chen ve Fadamiro 2006, Wu v.d. 2008, Wyckhuys v.d. 2008, Benelli v.d. 2017). Chen ve Fadamiro (2006), doğal olarak meydana gelen beş şekerin *Pseudacteon tricuspis* (Hymenoptera: Formicadae)'nin ömür uzunluğuna etkilerini incelemişler ve glikoz ile beslenmenin fruktoza göre ömür uzunluğunu daha çok arttırdığını saptamışlardır. Leatemia v.d. (1995) sükrozun basit bir şeker olduğu için parazitoit sindirim sistemi tarafından daha kolay absorbe edildiğini göstermiştir. Hagen v.d. (1984) ise karbohidrat ihtiyacının karşılanmasında parazitoidin sindirim enzimlerin de etkili olabileceğini ve kendi sindirim sistemine uygun basit şekerleri ve/veya bu şekerleri içeren besinleri tercih edeceğini ileri sürmüşlerdir. Araştırmacılar, bal ile beslenen parazitoit türlerinin sükrozla beslenenlerden daha uzun yaşadıklarını göstermişlerdir (Salman vd. 2012). Leatemia v.d. (1995) balla beslenen *Trichogramma minutum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae)'nin ömür uzunluğunun (26,4 gün), %50'lik sükroz çözeltisiyle beslenenlerden (23 gün) ve %20'lik sükroz çözeltisiyle beslenenlerden (21 gün) daha uzun olduğunu bulmuşlardır. Başka bir çalışmada, *Cotesia plutellae* (Hymenoptera: Braconidae) dişilerinin %50'lik balla beslendiğinde %20'lik sükrozla beslenenlerden daha uzun yaşadıkları, fakat erkeklerinin ömür uzunluğunda önemli bir fark görülmediği bildirilmiştir (Mitsunaga v.d. 2004). Temerak (1983), balın parazitoidin ömür uzunluğunu artıran en iyi besin olduğunu ileri sürmüştür. Balı sükroza tercih eden parazitoit, şekerin yanında metabolik faaliyetleri için gerekli olan diğer maddeleri de temin eder. Bu durum parazitoide daha uzun süre yaşama ve daha çok oğul döl üretme imkanı da tanır (Salman v.d. 2012).

Bu çalışmada, balla beslenen hem dişi hem de erkek parazitoitler, her beslenme grubunda suyla beslenenlerden daha uzun süre yaşadılar ve hayatta kalma yüzdeleri daha yüksek oldu (Tablo 1 ve Şekil 1). Dişi parazitoitlerde en uzun ömür uzunluğu lavanta balıyla beslenenlerde, erkeklerde ise ayçiçeği balıyla beslenen parazitoitlerde elde edildi (Tablo 1). Gerek cinsiyetler arasında gerekse de aynı cinsiyet arasındaki ömür uzunluklarında ve hayatta kalma yüzdelerinde görülen bu farklılıklar, muhtemelen balların besin kompozisyonunun farklı olmasının yanında, parazitoidin metabolik ihtiyaçlarından kaynaklanmaktadır (Tablo 1 ve Şekil

1). Dişi parazitoitler metabolik olarak erkeklerden çok daha aktiftirler. Yumurta üretme ve ovipozisyon gibi yoğun metabolik faaliyet gerektiren aktiviteler, dişi parazitoitler tarafından yerine getirilir (Godfray 1994, Quicke 1997). Bu nedenle, erkek parazitoitlerden besinsel olarak daha donanımlı olarak ergin hale gelirler (Doutt 1959, Godfray 1994, Quicke 1997, Sarıkaya 2003). Bu da onların hayatta kalma şansını artırır ve erkeklerden daha uzun yaşamalarına neden olur (Olson v.d. 2000, Chen ve Fadamiro 2006, Benelli v.d. 2017, Akbaş 2019).

Bu çalışmada, kullanılan balların kimyasal kompozisyonlarını tayin imkanımız olmadı. Fakat, Haroun (2006), Türkiye'de üretilen bazı balların kimyasal analizini yapmış ve 3 adet ayçiçeği balı numunesinin ortalama %40,01 fruktoz, %33,40 glikoz, %0,49 sükroz (sakkaroz) ve %0,90 galaktoz içerdiğini; 4 adet çiçek balı numunesinin ortalama %39,19 fruktoz, %29,11 glikoz, %1,31 sükroz ve %1,18 galaktoz içerdiğini; 4 adet kestane balı numunesinin ortalama %36,88 fruktoz, %21,89 glikoz, %2,86 sükroz, %2,33 galaktoz içerdiğini; 1 adet meşe balı numunesinin de % 30,87 fruktoz, %29,65 glikoz, %4,29 sükroz ve %2,52 galaktoz içerdiğini tespit etmiştir. Haroun (2006) çalışmasında lavanta balını analiz etmeyip Devillers v.d. (2004)'ün verilerini kullanmıştır. Buna göre, 57 adet lavanta balı numunesinde ortalama %35,51 fruktoz, %31,37 glikoz, %2,69 sükroz tespit edilmiştir (Haroun 2006). Ayrıca protein içeriği açısından meşe balının fakir, ayçiçeği ve çiçek ballarının oldukça yüksek protein içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Araştırmacı meşe balı gibi salgı ballarının diğer ballarla mukayese edildiğinde daha düşük fruktoz ve glikoz, buna karşılık daha yüksek sükroz ve galaktoz içerdiklerini göstermiştir. Bunun yanında fenolik madde içeriği bakımından genellikle koyu renkli olan meşe balının en yüksek fenolik madde içeriğine sahip olduğunu belirlemiştir (Haroun 2006).

Balın üretildiği yer, mevsim, yükseklik, bölgenin florası gibi faktörler, balın içeriğini ve kalitesini etkilemektedir. Ama Haroun (2006)'nın verileri bizim sonuçlarımızı kısmen açıklamamızda yardımcı olabilir. Örneğin erkek parazitoitlerin ayçiçeği balındaki ortalama ömür uzunluğu meşe balındakine çok yakındır (Tablo 1). Bunu balın içerisindeki glikoz miktarına gibi tek bir faktöre göre açıklamaya çalışırsak, en yüksek glikoz yüzdesi (%33,40), ayçiçeği balında bulunmuştur (Haroun 2006). En yüksek ikinci glikoz konsantrasyonu olan bal ise, %31,37 ile lavanta balıdır (Haroun 2006). Ancak, erkek parazitoitlerde en yüksek ikinci ömür uzunluğu

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

ortalama 33,58 gün ile meşe balıyla beslenen grupta elde edildi (Tablo 1). Aynı durum dişi parazitoidler için de geçerlidir. En yüksek glikoz konsantrasyonuna sahip olan ayçiçeği balı, dişi parazitoidlerin ancak ikinci en yüksek ömür uzunluğuna sahip olan grubu oldu (Tablo 1). Parazitoid erginlerine ait ömür uzunluğu verileri; diğer şekerler, protein ve fenolik madde içerikleriyle karşılaştırıldığında da benzer sonuçlar elde edilecektir. Besinin kompozisyonu dışında parazitoidin metabolik ihtiyacı, mide hacmi, bağırsaktaki enzimler ve yumurta olgunlaşması gibi faktörler de besin tercihinde etkili olmaktadır (Hagen v.d. 1984, Godfray 1994, Leatemia v.d. 1995, Quicke 1997, Benelli v.d. 2017).

Bu sonuçlar, parazitoid erginlerinin besin kaynağının değerlendirmesini ve besin tercihini tek bir faktöre göre değil, metabolik ihtiyaçlarına göre, bir bütün halinde yaptığını göstermektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Sinovijenik bir parazitoid olan *B. hebetor*, hayatta kaldığı ve beslenmesini devam ettirebildiği sürece yumurta üretimine devam edebilir (Akbaş 2019). Parazitoidin salındığı çevreye uyum sağlaması ve iyi beslenmesi, o çevrede uzun süre yaşamını sürdürebilmesine olanak tanır. Bu durum, ajan olarak kullanıldığında, biyolojik mücadele yapılan arazide konak olarak daha fazla zararlıyı elimine etmesine neden olabilecektir. Laboratuvarında kısa sürede, kolay, hızlı, çok sayıda üretilebilmesi ve üretilen *B. hebetor* erginlerinin bırakılan ortama kolay uyum sağlayabilmesi biyolojik kontrol ajanı olarak değerini artırmaktadır.

Biyolojik kontrol amacıyla, hem laboratuvarında kitlesel üretimi yapılacağı zaman hem de ortama kitlesel parazitoid salınımı yapılacağı zaman, parazitoidlerle birlikte hedef alana şeker oranı yüksek besin maddelerinin, özellikle lavanta balı emdirilmiş pamuk topçuklarının bırakılması ve birkaç gün arayla bu besin maddelerinin tazelenmesi, *B. hebetor* ile yapılacak biyolojik kontrolün etkinliğini arttırabilir.

TEŞEKKÜR

Balların teminindeki yardımları için Doç. Dr. Ömer ERTÜRK'e ve Ordu Arıcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

- Abeshu, MA., Geleta, M. 2016. Medicinal uses of honey. *Biology and Medicine* 8: 279-281.
- Akbaş, D. 2019. Kuersetinin parazitoid *Bracon hebetor* Say, 1836 (Hymenoptera: Braconidae)'nin ömür uzunluğu ve yumurta yüküne etkileri. Yüksek Lisans tezi, Biyoloji Anabilim Dalı, Amasya Üniversitesi, 61 sayfa.
- Akbaş, D., Sarıkaya, A. 2019. Egg load of insects in agroecosystems. In H. Sert, HK. Kiraz (Ed). 9th International symposium on Ecology and Environmental problems, Antalya, Turkey, pp: 61.
- Alam, MS., Alam, MZ., Alam, SN., Miah, MDU., Mian, MIH., Hossain, MM. 2014. Biology of *Bracon hebetor* reared on wax moth (*Galleria mellonella*) larvae. *Persian Gulf Crop Protection* 3: 54-62.
- Allan, L. 2000. Wax moth and its control. Department of Agriculture, Western Australia. <http://www.agric.wa.gov.au/agency/pubns/farmnote/2000/f00697.htm>.
- Benelli, G., Giunti, G., Tena, A., Desneux, N., Caselli, A., Canale, A. 2017. The impact of adult diet on parasitoid reproduction performance. *Journal of Pest Science* 90: 807-823.
- Bianchi, FJJA., Wackers, FL. 2008. Effects of flower attractiveness and nectar availability in field margins on biological control by parasitoids. *Biological Control* 46: 400-408.
- Chen, L., Fadamiro, Y. 2006. Comparing the effects of five naturally occurring monosaccharide and oligosaccharide sugars on longevity and carbohydrate nutrient levels of a parasitic phorid fly, *Pseudacteon tricuspis*. *Physiological Entomology* 31: 46-56.
- Devillers, J., Morlot, M., Pharm-Delegue, MH., Dore, JC. 2004. Classification of monofloral honeys based on their quality control data. *Food Chemistry*, 86: 305-312.
- Doutt, RL. 1959. The biology of parasitic hymenoptera. *Annual Review of Entomology* 4: 161-182.
- Fadamiro, HY., Heimpel, GE. 2001. Effects of partial sugar deprivation on lifespan and carbohydrate mobilization in the parasitoid *Macrocentrus grandii* (Hymenoptera: Braconidae). *Annals of the Entomological Society of America* 94: 909-916.

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

- Godfray, HCJ. 1994. Parasitoids: Behavioral and evolutionary ecology. Princeton University Press. Princeton, USA.
- Gündüz, A. 2015. Bal ve Deli bal, Nobel Tıp Kitapevi, İstanbul, 162 sayfa.
- Hagen, KS., Dadd, RH., Reese, J. 1984. The food of insects. In *Ecological Entomology*, edited by Huffaker, CB. and Rabb, RL. New York: John Wiley and Sons.
- Haroun, MI. 2006. Türkiye’de üretilen bazı çiçek ve salgı ballarının fenolik asit ve flavonoid profilinin belirlenmesi. Doktora tezi. Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara Üniversitesi, 120 sayfa.
- Hokkanen, HMT., Lynch, JM. 2003. Biological control: Benefits and risks. Cambridge University Press, London, UK.
- IBM Corp. Released 2017. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 25.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Köseoğlu, M., Yücel, B., Saner, G., Doğaroğlu, M. 2008. Türkiye’de arıcılığın güncel durum analizi. *Hasad Hayvancılık Dergisi* 201: 52-61.
- Krieg, A. 1974. Possibilities of microbiological control of the greater wax moth *Galleria mellonella* L. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* 74: 337-343.
- Leatemia, JA., Laing, JE., Corrigan, JE. 1995. Effects of adult nutrition on longevity, fecundity and offspring sex ratio of *Trichogramma minutum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Canadian Entomologist*, 127: 245-254.
- Liyang, L. 1986. Mass production of natural enemies (Parasites and predators). *Natural Enemies of Insects* 8: 52-62.
- Mitsunaga, T., Shimoda, T., Yano, E. 2004. Influence of food supply on longevity and parasitization ability of a larval endoparasitoid, *Cotesia plutellae* (Hymenoptera: Braconidae). *Applied Entomology and Zoology*, 39: 691-697.
- Olson, DM., Fadamiro, H., Lundgren, JG., Heimpel, GE. 2000. Effects of sugar feeding on carbohydrate and lipid metabolism in a parasitoid wasp. *Physiological Entomology* 25: 17-26.
- Quicke, DLJ. 1997. Parasitic wasps. Chapman and Hill, London, UK.
- Salman, M., Basri, MW., Idris, AB. 2012. Effects of honey and sucrose on longevity and fecundity of *Apanteles metesae* (Nixon), a major parasitoid of the oil palm bagworm, *Metisa plana* (Walker). *Sains Malaysiana*, 41: 1543-1548.
- Sarıkaya, A. 2003. Konaktaki toplam lipit, glikojen ve protein miktarlarının parazitoid *Dibrachys boarmiae* (Hymenoptera: Pteromalidae)’nin ergin öncesi gelişim süresi, verim ve ergin yaşam süresine etkileri. Doktora tezi, Biyoloji Anabilim Dalı, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, 50 sayfa.
- Sarıkaya, A., Gülel, A. 2011. Effects of host species, stages and size on the sex ratio and clutch size of the parasitoid, *Dibrachys boarmiae* (Walker, 1863) (Hymenoptera: Pteromalidae). *Bulletin of Entomological Research* 101: 325-331.
- Semerçi, A. 2017. Türkiye’de arıcılığın genel durumu ve geleceğe yönelik beklentiler. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 22: 107-118.
- Shaw, MR. 1997. Rearing parasitic hymenoptera. *The Amateur Entomologist*, 25: 1-46.
- Sood, S., Pajni, HR. 2006. Effect of honey feeding on longevity and fecundity of *Uscaana mukerjii* (Mani) (Hymenoptera: Trichogrammatidae), an egg parasitoid of bruchids attacking stored products (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Product Research* 42: 438-444.
- Temerak, SA. 1983. Longevity of *Bracon brevicornis* (Hym: Braconidae) adults as influenced by nourishment on artificial and natural foods. *Entomophaga*, 28: 145-150.
- Tutkun, E., Boşgelmez, A. 2003. Bal arısı zararlıları ve hastalıkları teşhis ve tedavi yöntemleri. Bizim Büro Basımevi, Ankara.
- Türk Gıda kodeksi Bal Tebliği, 2012. (Tebliğ no: 2012/58).
- Wu, H., Merg, L., Li, B. 2008. Effects of feeding frequency and sugar concentrations on lifetime reproductive success of *Meteorus pulchricornis* (Hymenoptera: Braconidae). *Biological Control* 45: 353-359.
- Wyckhuys, KAG., Rtrange-George, JE., Kulhanek, CA., Wackers, FL., Heimpel, GE. 2008. Sugar feeding by the aphid parasitoid *Binodoxys communis*: How does honeydew compare with other sugar sources? *Journal of Insect Physiology* 54: 481-491.