



Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 23 (1-2) 61 - 67 (2007)

<http://fbe.erciyes.edu.tr/>

ISSN 1012-2354

## YUMURTA PARAZİTOİDİ *Trichogramma evanescens* (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE)' İN YAŞAM EVRELERİNİN GAMMA RADYASYONUNA KARŞI DUYARLILIKLARI

Abdurrahman AYVAZ\*, Salih KARABÖRKLÜ, Aydın Ş. TUNÇBİLEK

Erciyes Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Kayseri, TÜRKİYE

### ÖZET

Bu çalışmada, gamma radyasyonunun yumurta parazitoidi *Trichogramma evanescens*'in yumurta, pupa ve ergin evreleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Parazitoidin yumurta evresi 0-20 Gy arasında değişen dozlarda ışınlandığında artan doza bağlı olarak pupalaşma, ergin çıkışı ve dişi birey oranında azalma gözlenmiştir. 5 Gy'lik dozla ışınlanan yumurtalardan gelişen erginlerin parazitlenme oranlarında kontrole göre önemli bir azalma görülmemiştir. Parazitoidin 1 günlük pupaları ışınlandığında ergin çıkışı, parazitlenme oranı ve F<sub>1</sub> ergin çıkışı bakımından 10 Gy'e kadar önemli bir azalma görülmemiştir. Parazitoidin 6 günlük pupaları ışınlandığında ise uygulanan tüm dozlarda benzer oranlarda ergin çıkışı gözlenmişken parazitlenme oranı artan doza bağlı olarak azalmıştır. Birinci nesil parazitlenmesi ise tüm dozlarda benzer oranda gerçekleşmiştir. Parazitoid erginleri 0-80 Gy arasındaki dozlarda ışınlandığında ergin çıkışı, parazitlenme ve F<sub>1</sub> ergin çıkışı artan doza bağlı olarak azalmıştır. Düşük doz uygulanan erginler 4 Gy'lik dozda diğer uygulamalara göre daha az yaşamıştır.

**Anahtar kelimeler:** *T. evanescens*, Gamma radyasyonu, Parazitoid, Parazitlenme.

## GAMMA RADIATION SENSITIVITY OF THE LIFE STAGES OF THE EGG PARASITOID *Trichogramma evanescens* (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE)

### ABSTRACT

In this study the effects of gamma radiation on eggs, pupae and adult stages of the egg parasitoid *Trichogramma evanescens* were investigated. When the eggs were irradiated with the doses between 0-20 Gy, pupation, parasitization and percentage of female decreased depending on the increasing doses. The parasitization of the adults developed from irradiated eggs at 5 Gy was not changed when compared control. The 1-day old pupae of the parasitoid was not affected by gamma radiation with respect to adult emergence, parasitization rate and F<sub>1</sub> emergence up to 10 Gy. While adult emergence from irradiated 6-day old pupae was not affected up to the 20 Gy dose parasitization performances of these adults decreased depending on the increasing doses. The F<sub>1</sub> generation developed from irradiated 6-day old pupae showed similar parasitization performance when compared with control at all doses. When the adult parasitoids irradiated with the doses between 0-80 Gy parasitization, adult emergence and parasitization performance of the F<sub>1</sub> adults decreased with increasing doses. Gamma radiation caused reduction in the longevity even at the low doses.

**Keywords:** *T. evanescens*, Gamma radiation, Parasitoid, Parasitization.

\*E-posta: [ayvaza@erciyes.edu.tr](mailto:ayvaza@erciyes.edu.tr)

## 1. GİRİŞ

*Trichogramma* cinsine ait parazit arılar kullanılarak bir çok zararlı popülasyonunun kontrol edilebilmesi bu yöntemle ilgiyi arttırmıştır [1]. Bu canlılar toplu halde yaşayan endoparazitlerdir ve özellikle de Lepidoptera zararlıları üzerinde etkilidirler [2]. Yumurtalarını bir çok güve yumurtası içerisine bırakarak konakçı yumurtalarını öldürür ve hayat evrelerini burada tamamlar. Tarım ürünlerine zarar veren kelebek zararlılarını kontrol etmede *Trichogramma* türleri bu gün dünyada en yaygın kullanılan parazitoidlerin başında gelmektedir [3,4]. Bu amaçla *Trichogramma* türü parazitoid arılar dünya genelinde zararlı böceklerin kontrolünde biyolojik mücadele amacıyla kullanılmaktadır. Dünyada yıllık 32 milyon hektar tarım ve orman arazisinin kontrolü için *Trichogramma* türleri kullanılmaktadır [5]. *Trichogramma* türleri depolanmış ürünlerde zarara neden olan güvelerin yumurtalarını parazitlemekte ve laboratuvar koşullarında çoğaltılmalarının kolay olması nedeniyle ticari olarak üretilip salıverilmektedir [6]. Hızlandırılmış elektronlar, gamma ve X ışınları gibi ışınlar iyonize radyasyon olarak bilinir. Bu ışınlar molekülleri etkileyerek pozitif ve negatif iyonların oluşmasına neden olurlar. Bu kararsız iyonlar çabuk bir şekilde yüksek reaktif serbest radikallere dönüşürler ve böylece kendileriyle ve diğer moleküllerle etkileşim kurarlar. Deoksiribonükleik asit (DNA) gibi büyük moleküller bu tip etkilere karşı hassastır ve kolayca parçalanabilir. Bu kimyasal değişimler DNA üzerinde hasar meydana getirir ve böylece canlı hücrenin bölünmesini engelleyerek maruz kalan parazit, böcek, bakteri gibi organizmaların ve mantar sporları gibi yapıların kısırlaşmasına ve ölümüne neden olur [7]. Entomolojide iyonize radyasyon ürüne bulaşan zararlı böceği öldürerek bitkiyi koruma, kısır böcek salıverme ve konukçu-parazitoid arasındaki fizyolojik ilişkileri araştırma amacıyla kullanılmaktadır [8]. Konukçuya gamma radyasyonu uygulanarak parazitoidin konukçu üzerindeki etkinliğini artırmaya yönelik bir çok çalışma olmasına rağmen parazitoidlerin gamma radyasyonuna duyarlılığının ölçülmesine yönelik pek bilimsel çalışma bulunmamaktadır [9,10]. Bu çalışmada, yumurta parazitoidi *T. evanescens*'in farklı evrelerinin gamma radyasyonuna karşı duyarlılığı ve düşük dozların parazitoidin etkinliğini artırıp artırmayacağı araştırılmıştır.

## 2. GEREÇ VE YÖNTEM

### 2.1. Böcek Kültürleri

#### *Ephestia kuehniella* Kültürü;

Çalışmalarımızda konukçu olarak kullanılan Akdeniz un güvesi, *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) yumurtaları içerisinde 2:1 oranında buğday unu: buğday kepeği bulunan bir litrelik cam kavanozlarda kültüre alınmıştır. Kültür, 27±1°C ve %70±5 nispi neme ve 16:8 (Aydınlık: Karanlık) saatlik ışıklandırma süresine ayarlanmış iklimlendirme odasında üretilmiştir.

#### *Trichogramma evanescens* Kültürü;

Yumurta parazitoidi *Trichogramma evanescens* Adana bölgesinde doğal olarak parazitlenmiş *Ostrinia nubilalis* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae) yumurtalarından toplanmış ve Erciyes Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü böcek yetiştirme laboratuvarında ultraviyole ile steril edilmiş *Ephestia kuehniella* yumurtalarında kültüre alınmıştır. Kültür, 27±1°C ve %70±5 nispi nem ve 16:8 (Aydınlık:Karanlık) saatlik ışıklandırma süresine ayarlanmış iklimlendirme odasında üretilmiştir.

### 2.2. Işınlama

Konukçu yumurtaları (<24 saat), yumurtlatma kaplarından toplandıktan sonra 1,5x4 cm'lik beyaz kartlara, her bir kartta 50 konukçu yumurtası olacak şekilde arap zıncı kullanılarak yapıştırılmış ve cam deney tüpleri içerisine yerleştirilmiştir. Yaklaşık bir günlük dişi *T. evanescens* erginleri alınarak her tüpe birer adet olacak şekilde cam tüpler içerisindeki (her tüpe 1 adet arı olacak şekilde) yumurtalar üzerine salıverilmiştir. Arıların beslenebilmeleri için cam tüpün iç yüzeyine bir damla sulandırılmış bal ilave edilmiştir. Parazitoidi yumurta evresinde yakalamak için kartlar üzerindeki konukçu yumurtaları 1,5 saat boyunca arılarla birlikte bu tüplerde bekletilerek parazitlenmeleri sağlanmış ve yumurta dönemindeki bu parazitoidler Erciyes Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Radyasyon Onkolojisi anabilim dalında bulunan Theratronics 780 C marka, gücü 3811 Ci ve doz oranı 1 Gy/dakika olan <sup>60</sup>Co kaynağı ile 0-20 Gy arasındaki dozlarda ışınlanmıştır. Pupa ve ergin evrelerini elde etmek için kartlar üzerindeki konukçu yumurtalarının 24 saat boyunca dişi parazitoid arılar tarafından parazitlenmesi sağlanmıştır. Yetiştirme koşullarında parazitoidlerin 1 günlük pupa, 6 günlük pupa ve 1 günlük ergin evrelerine ulaşmaları sağlanmış ve her bir evre yumurta döneminde olduğu gibi aynı ışınlama kaynağı ile ışınlanmıştır. Ergin evresi için diğer evrelerden

farklı olarak 0-80 Gy arasında dozlar uygulanmıştır. Ayrıca, çok düşük dozların yaşam süresine etkisini araştırmak için erginlere 0-4 Gy arasında dozlar da uygulanmıştır. Yapılan bütün çalışmalarda kontrol de dahil olmak üzere 10 tekrerrür kullanılmıştır.

### 2.3. İstatistiksel Analiz

Denemelerden elde edilen veriler SPSS for Windows (1999) istatistik programı kullanılarak varyans analizi (ANOVA)'ne tabi tutulmuştur [11]. ANOVA testinden önce verilerin karekök dönüşümleri yapılmıştır. Ortalama değerlerin ayırt edilmesinde % 5'lik güven aralığında LSD testi uygulanmıştır.

### 3. BULGULAR

Gamma radyasyonunun yumurta parazitoidi *T. evanescens*'in yumurta evresi üzerine etkisi Tablo 1'de gösterilmiştir. Doz artışına bağlı olarak pupalaşan yumurta sayısı önemli ölçüde azalmıştır (F=506,649; s.d.=4; P<0,0001). Pupalasma sayısı kontrol grubunda % 95,45 iken 5 Gy ve 10 Gy de sırasıyla % 34,32 ve % 9,45 olarak hesaplanmıştır. 15 Gy ve 20 Gy de ise pupalasma olayı gerçekleşmemiştir. Ergin çıkış sayısı doz artışına bağlı olarak benzer şekilde azalmıştır (F=910,502; s.d.=4; P<0,0001). Çıkan ergin sayısı; 0 (kontrol), 5 ve 10 Gy de sırasıyla; % 94,12, 20,87 ve 5,49 olarak gerçekleşmiştir. Çıkan bu erginlerin parazitlenme oranları 5 Gy de kontrole benzer olmasına karşın 10 Gy de önemli ölçüde azalmıştır (F=820,189; s.d.=4; P<0,0001). Parazitlenme oranları 0, 5 ve 10 Gy de sırasıyla, 95,47, 89,33 ve 9,22 olarak hesaplanmıştır.

**Tablo 1.** Gamma radyasyonunun parazitoid yumurtaları üzerine etkisi .

Doz (Gy)	Atasal jenerasyon			
	Pupalasma oranı	% Ergin çıkışı	% Dişi oranı	% Parazitlenme oranı
0	95,45a*	94,12 a	86,81	95,47 a
5	34,32 b	20,87 b	68,42	89,33 a
10	9,45 c	5,49 c	30,00	9,22 b
15	0,00 d	-	-	-
20	0,00 d	-	-	-

\* Aynı sütunda aynı küçük harflerle gösterilen değerlerin ortalamaları varyans analizi ve Duncan testine göre % 5 oranında istatistiksel olarak önemli değildir.

Parazitoidin bir günlük pupaları 0-20 Gy arasında değişen dozlarla ışınlandığında bu pupalardan çıkan ergin sayısında 10 Gy'e kadar önemli bir değişim olmamış, fakat 15 ve 20 Gy'lik dozlarda önemli oranda azalma meydana gelmiştir (F=188,643; s.d.=4; P<0,0001). Yumurta evresinde 15 ve 20 Gy de parazitoid aktivitesi tamamen engellenmişken 1 günlük pupa evresinde bu dozlarda ergin çıkışı meydana gelmiştir (Tablo 2). Çıkan erginlerin parazitlenme yeteneği araştırıldığında 10 Gy'e kadar ışınlanmış parazitoid pupalarından çıkan erginlerin parazitlenme oranı kontrole göre önemli oranda değişmemişken (P>0,05), 15 ve 20 Gy'lik ışınlamalardan çıkan erginlerin hiç parazitlenme yapamadıkları gözlenmiştir (F=990,86; s.d.=4; P<0,0001). Görüldüğü gibi 15 Gy ve üzeri dozlar parazitoidin tamamen kısırlaşmasına neden olmuştur. Çıkan erginlerin parazitledikleri bu yumurtalardan ergin çıkışı (birinci nesil) incelendiğinde 10 Gy' e kadar bir farklılık görülmemiştir (F=827,041; s.d.=4; P<0,0001). Ayrıca, radyasyonun dişi birey oranında önemli bir değişime sebep olmadığı gözlenmiştir.

Parazitoidin 6 günlük pupaları 0-20 Gy arasında değişen dozlarla ışınlandığında bu pupalardan çıkan ergin sayısında 20 Gy'e kadar önemli bir değişim olmamıştır (F=1,499; s.d.=4; P<0,274). Çıkan bu erginlerin parazitlenme oranlarında doz artışına bağlı olarak belirgin bir azalma gözlenmişken (F=44,40; s.d.=4; P<0,001) parazitlenen yumurtalardan çıkan birinci nesle ait bireylerin parazitlenme oranlarında 20 Gy'e kadar farklılık görülmemiştir (F=1,648; s.d.=4; P<0,237). Burada gamma radyasyonuna maruz kalan 6 günlük pupalardan çoğalan yeni nesillerin gamma radyasyonunun etkisinden kurtuldukları görülmüştür (Tablo 3). Parazitoidin bu evrede iken daha dirençli olduğu anlaşılmıştır.

**Tablo 2.** Gamma radyasyonunun bir günlük parazitoid pupaları üzerine etkisi.

Doz (Gy)	Ebeveyne ait nesil			Birinci nesil	
	% Ergin çıkışı	% Dişi oranı	% Parazitlenme oranı	% Ergin çıkışı	% Dişi oranı
0	97,47 a*	77,46	94,08a	96,88a	86,56
5	88,23 a	76,02	85,04a	86,94a	89,32
10	82,37a	84,37	89,40a	88,31a	76,26
15	32,02 b	86,36	-	-	-
20	9,53 c	81,25	-	-	-

\* Aynı sütunda aynı küçük harflerle gösterilen değerlerin ortalamaları varyans analizi ve Duncan testine göre % 5 oranında istatistiksel olarak önemli değildir.

**Tablo 3.** Gamma radyasyonunun 6 günlük parazitoid pupaları üzerine etkisi.

Doz (Gy)	Ebeveyne ait nesil			Birinci nesil
	(%) Ergin çıkışı	(%) Dişi oranı	(%) Parazitlenme oranı	(%) Parazitlenme oranı
0	96,62a	79,72	93,68a	96,11a
5	90,38a	75,00	50,31b	95,45a
10	92,56a	76,25	43,31b	85,52a
15	88,70a	81,96	40,12b	94,31a
20	86,64a	80,30	24,84c	86,93a

\* Aynı sütunda aynı küçük harflerle gösterilen değerlerin ortalamaları varyans analizi ve Duncan testine göre % 5 oranında istatistiksel olarak önemli değildir.

**Tablo 4.** Gamma radyasyonunun ergin parazitoidler üzerine etkisi.

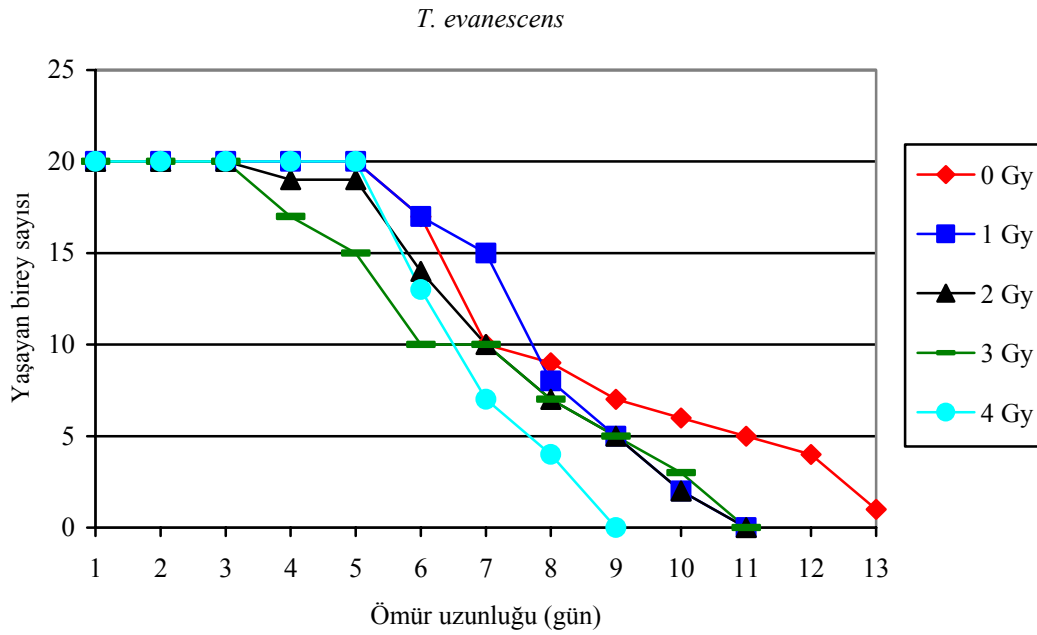
Doz (Gy)	Ebeveyne ait nesil		Birinci nesil		İkinci nesil	
	(%) Parazitlenme oranı	(%) Ergin çıkışı	(%) Dişi oranı	(%) Parazitlenme oranı	(%) Ergin çıkışı	(%) Dişi oranı
0	93,42a	72,09a	76,34	94,92a	91,19a	82,95
10	22,15b	53,84b	78,57	82,38b	68,55b	91,74
15	18,60b	37,50c	66,66	78,23b	72,84b	90,90
20	13,75b	35,44c	70,00	74,61b	54,86b	58,22
40	2,32c	-	-	-	-	-
60	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-

Aynı sütunda aynı küçük harflerle gösterilen değerlerin ortalamaları varyans analizi ve Duncan testine göre % 5 oranında istatistiksel olarak önemli değildir.

Bir günlük ergin dişi parazitoidler 0-80 Gy arasında değişen yüksek dozlarda ışınlanmış ve elde edilen bulgular Tablo 4'de gösterilmiştir. Işınlanan erginlerin parazitlenme oranları doz artışına bağlı olarak bütün dozlarda önemli ölçüde azalmış ( $F=74,23$ ; s.d.=6;  $P<0,001$ ), 60 Gy ve üzeri dozlarda ışınlanan erginlerin konukçu yumurtalarını

parazitleyemedikleri gözlenmiştir. Buradan 40 Gy'den yukarı dozların *T. evanescens* erginlerini kısırlaştırdığı anlaşılmıştır. İlk nesilde çıkan ergin sayısı ve bu erginlerin parazitlenme oranlarında doz artışına bağlı olarak azalma gözlenmiştir (ergin sayısı için,  $F=1566,75$ ; s.d.=6;  $P<0,001$ , parazitlenme oranı için,  $F=808,35$ ; s.d.=6;  $P<0,001$ ). Benzer durum birinci nesilden çoğalan ikinci nesil ergin çıkışlarında da gözlenmiştir ( $F=454,14$  s.d.=6;  $P<0,001$ ).

Gama radyasyonunun ömür uzunluğuna etkisi araştırıldığında kontrol ile 3 Gy'lik doza kadar radyasyon uygulanan bireyler arasında önemli bir fark görülmemişken ( $F=2,14$ ; d.f.=4;  $P=0,082$ ) 4 Gy'lik doz ile ışınlanan erginlerin ömür uzunluğu belirgin bir şekilde azalmıştır (Şekil 1). Kontrolde ömür uzunluğu  $7,95\pm2,74$  gün olarak hesaplanmışken 1, 2, 3 ve 4 Gy doz uygulanmış bireylerde sırasıyla  $7,35\pm1,53$ ,  $7,80\pm1,93$ ,  $7,35\pm2,45$  ve  $6,20\pm1,15$  olarak bulunmuştur.



Şekil 1. *T. evanescens* erginlerinin ömür uzunluğuna düşük dozlardaki gamma radyasyonunun etkisi.

#### 4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Gama radyasyonunun *Trichogramma evanescens*'in farklı evreleri üzerindeki etkileri araştırıldığında parazitoidin yumurta evresinin diğer evrelere göre daha hassas olduğu görülmüştür (Tablo 1). Gelişme evresi ilerledikçe radyasyona karşı duyarlılık azalmıştır. Fakat 6 günlük pupa evresinde iken parazitoidin ışınlamaya karşı diğer evrelerden daha dayanıklı olduğu gözlenmiştir (Tablo 2). Pupa evresinin daha genç evrelere göre radyasyon direncinin fazla olması beklenen bir durumdur. Fakat 6 günlük pupa evresi ile ergin evresi arasında ebeveyne ait nesilde parazitlenme eğilimlerinde azalma görülmüşken ergin evresindeki azalma 6 günlük pupa evresindekinden daha fazla olmuştur. Ayrıca, ergin evresinin birinci nesil parazitlenmesinde artan doza bağlı olarak belirgin bir şekilde azalma gözlenmişken 6 günlük pupa evresinde ışınlanan erginlerin birinci nesil parazitlenmeleri kontrolle benzer oranda gerçekleşmiştir. 6 günlük pupanın radyasyon direncinin daha fazla olması bu evredeki konukçunun metabolik aktivitesinin daha yavaş olması, konukçu yumurtası içerisinde sıvı bir ortamda bulunması ve hücre bölünmesinin yavaşlamasıyla açıklanabilir. Genellikle böceklerin erginleri pupalarından, pupaları larvalarından ve larvaları da yumurtalarından daha dirençlidir. Ayrıca, gelişmiş olan pupanın gelişmekte olan pupaya (hücre bölünmesi daha hızlı) göre radyasyona daha dayanıklı olduğu belirtilmiştir [12, 13].

Gama radyasyonu duyarlılığı ile ilgili çalışmalar en çok Lepidoptera, Diptera, Coleoptera ve Hemiptera takımlarına ait böcekler üzerinde yapılmıştır. Hymenoptera takımına ait çalışmalar ise oldukça sınırlıdır. Sadece

bazı zararlı Formicidae türleri ve Afrika arıları üzerinde radyobioloji çalışmaları yapılmıştır. Deneysel olarak temel radyobioloji çalışmaları Hymenoptera takımı içerisinde en çok *Bracon hebetor* üzerinde yapılmıştır [14-16]. Bu bakımdan yapmış olduğumuz bu çalışma Hymenopterlerin gamma radyasyonuna duyarlılığı hakkında bilgi vermesi bakımından da önem taşımaktadır.

Entomolojide radyasyonla ilgili son 50 yılda yapılan çalışmalar incelendiğinde radyasyona en dayanıklı böcek takımının Lepidoptera olduğu görülmektedir [8]. Ortalama kısırlaştırıcı dozlar sırasıyla Lepidoptera için 130-400 Gy, Coleoptera için 40-200 Gy, Hemiptera için 10-180 Gy ve Diptera için ise 20-160 Gy arasında olduğu bildirilmiştir [8]. Bu çalışmada, *T. evanescens* erginlerinin kısırlaşmasına neden olan gamma radyasyonu dozunun 40-60 Gy arasında olduğu belirlenmiştir. Yine Hymenoptera takımından olan bal arısı için kısırlaştırıcı dozun 80-100 Gy arasında olduğu belirtilmiştir [17]. Görüldüğü gibi Hymenoptera takımının yukarıda belirtilen takımlardan daha duyarlı olduğu anlaşılmıştır.

Bu çalışmada, Hymenoptera takımına ait yumurta parazitoidi *Trichogramma evanescens*'in gamma radyasyonuna karşı çok duyarlı olduğu anlaşılmış, düşük dozlarda bile parazitoid performansının düştüğü gözlenmiştir. Ayrıca düşük dozların parazitoidin biyolojik mücadele açısından etkinliğini artırıp artırmayacağı araştırıldığında yumurta, genç pupa ve ergin evresinde parazitoid performansının oldukça azaldığı görülmüş, fakat 6 günlük pupa (erginleşmeden bir gün önceki pupa) evresinde ışınlanan arıların ergin çıkışında 20 Gy'e kadar bir azalma olmadığı ve birinci nesil bireylerin parazitlenme yeteneklerinin azalmadığı görülmüş ve bu evrede ışınlamanın biyolojik mücadele açısından iyi bir yöntem olabileceği düşünülmüştür. Yine bu çalışmada 4 Gy ve üzeri dozların *Trichogramma* erginlerinin ömür uzunluğunu önemli oranda azalttığı gözlenmiştir. Ayrıca elde edilen bulgular böcek öldürme ve kısırlaştırma ile ilgili uluslar arası veri tabanına (IDIDAS) da katkı sağlayacaktır.

#### KAYNAKLAR

1. Anonymus. Zirai Mücadele Teknik Talimatları Cilt 4. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü. Ankara. pp. 393. 1995.
2. Pinto, J.D., Stouthamer, R., Systematics of the Trichogrammatidae with emphasis on *Trichogramma*. In Biological Control with egg parasitoids. eds. E. Wajnberg and S. A. Hassan. pp.1-36. Oxon. U.K.. CAB International. 1994.
3. Smith, S. M., Methods and timing of releases of *Trichogramma* to control lepidopteran pests. In Biological Control With Egg Parasitoid Eds.. Wajnberg. E.. Hassan. S.A.. CAB International. Bittles Ltd.. Guildford and King's Lynn. Great Britain. pp. 113-144. 1994.
4. Steidle, J.L.M., Rees, D., Wright, E.J., Assessment of Australian *Trichogramma* species (Hymenoptera: Trichogrammatidae) As control agents of stored Product Moths. J. Stored Pro. Res.37. 263-275. 2001.
5. Li, L.-Y., Worldwide use of *Trichogramma* for biological control on different crops: a survey. in Biological Control with Egg Parasitoids (WAJNBERG. E. & HASSAN. S.A.. Eds.). CABI. Wallingford. UK. pp. 37-44. 1994.
6. Bernardi, E.B., Haddad, M.L., Parra, J.R.P., Comparison of artificial diets for rearing *Corcyra cephalonica* (Stainton. 1865) (Lep.: Pyralidae) for *Trichogramma* mass production. Rev. Brasil Biol. 60. 45-52. 2000.
7. <http://www.epa.gov/ozone/mbr/airc/1999/67kunsta.pdf>
8. Bakri, A., Heather, N., Hendrichs, J., Ferris, I., Fifty Years Radiation of Biology in Entomology: Lessons Learned from IDIDAS. Ann. Entomol. Soc. Am. 98. 1-12. 2005.
9. Saour, G., Parasitization of potato tuber moth eggs (Lep., Gelechiidae) from irradiated adults by *Trichogramma* (Hym., Trichogrammatidae) and control of moth population with combined releases of sterile insect and egg parasitoid. J. Appl. Ent. 128, 681-686. 2004.
10. Bloem, S., Bloem K.A., Knight, A.L., Oviposition by sterile codling moths, *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) and control of wild populations with combined releases of sterile moths and egg parasitoids. J. Entomol. Soc. B. C. 95, 99-109. 1998.
11. SPSS Version 10.0, SPSS Inc.. Wacker Drive. Chicago. IL. USA. 1999.
12. Ahmed, M.Y.Y., Daoud, M.A.R., El-Hawary, E.S., Boshra, S.A., Susceptibility of the pupal stage of *Plodia interpunctella* Hubner to gamma irradiation as affected by radiation dose, age, sex and temperature, p. 1119. In F. Fleurat-Lessard and P. Ducom (eds.), Proceedings of the 5th Working Conference on Stored Product Protection, 9-14 September 1990, Bordeaux, France. 1990.
13. Dongre, T. K., Harwalkar, M. R., Nene, S. P., Padwal- Desai S. R., Radio-sensitivity of different developmental stages of pulse beetle (*Callosobruchus maculatus*). J. Food Sci. Technol. 34: 413-415. 1997.

14. Whiting, A.W., Genetics of *Habrobracon*. Adv. Genet. 10: 295-348. 1961.
15. Grosch, D.S., Biological effects of radiation. Bios. 36: 55-62. 1965.
16. Borstel, R.C., Genetic effects of chronic gamma radiation on *Habrobracon* sperm. Radiat. Res. 31: 615. 1967.
17. Lee, W.R., The dosage response curve for radiation induced dominant lethal mutations in the honeybee. Genetics. 43: 480-492. 1958.