

16540

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MISIRKURDU (*OSTRINIA NUBILALIS* HBN., LEPIDOPTERA: PYRALIDAE)'NUN
PUPALARINA UYGULANAN GAMMA RADYASYONUNUN ERGİNLERDE
MEYDANA GETİRDİĞİ KISIRLIĞIN VE ERGİNLERİN ÇİFTLEŞME GÜCÜNE
ETKİLERİNİN LABORATUVAR KOŞULLARINDA ARAŞTIRILMASI

Kadir MELAN

DOKTORA TEZİ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

Y. G.
Yükseköğretim Kurulu
Dokümantasyon Merkezi

Bu tez 12.12.1991 Tarihinde Aşağıdaki Jüri tarafından 95
Not Takdir Edilerek Oybirliği / ~~XXXXXX~~ ile Kabul Edilmiştir.

Prof.Dr. I. Akif KANSU
Danışman

Prof.Dr. Neşet KILINÇER

Prof.Dr. Nedim UYGUN

ÖZET
DOKTORA TEZİ

MISIRKURDU (*OSTRİNİA NUBİLALİS* HBN., LEPİDOPTERA: PYRALİDAE)'NUN
PUPALARINA UYGULANAN GAMMA RADYASYONUNUN ERGİNLERDE
MEYDANA GETİRDİĞİ KISIRLIĞIN VE ERGİNLERİN ÇİFTLEŞME GÜCÜNE
ETKİLERİNİN LABORATUVAR KOŞULLARINDA ARAŞTIRILMASI

Kadir MELAN

Ankara Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman : Prof.Dr. İ. Akif KANSU

1991, Sayfa : 84

Jüri : Prof.Dr. İ. Akif KANSU

Prof.Dr. Neşet KILINÇER

Prof.Dr. Nedim UYGUN

Bu çalışmada *Ostrinia nubilalis* Hbn.'in pupalarına değişik gamma radyasyonu dozlarının çeşitli etkileri araştırılmıştır. Denemeler $26 \pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve % 65 ± 5 oranlı nem içeren ve 16 saat gün uzunluğu olan iklim dolabında yürütülmüştür. *O. nubilalis* larvaları yapay ortamda yetiştirilmiş, elde edilen pupalar ergin çıkışından bir gün önce şınlanmışlardır. Dişi pupalara 10,15,17,5, 20 ve 22,5 krad, erkek pupalara 10,20,25, 30,32,5 ve 35 krad gamma radyasyonu dozları uygulanmış olup dişilerde 15, erkeklerde 32,5 krad gamma radyasyonu dozlarının tam kısırılık oluşturdukları belirlenmiştir. Bunun yanında uygulama dozlarının ergin çıkışına, çiftleşme ve yumurtlama davranışları ile ömre etkileri de tespit edilmiştir.

ANAHTAR KELİMELELER : *Ostrinia nubilalis* Hbn., gamma radyasyonu, kısırılık.

ABSTRACT

PhD Thesis

INVESTIGATIONS ON THE EFFECTS OF GAMMA IRRADIATION ON STERILITY
AND MATING CAPACITY OF EUROPEAN CORN BORER (*OSTRINIA NUBILALIS*
HBN., LIPIDOPTERA : PYRALIDAE) TREATED AS PUPAE IN LABORATORY
CONDITIONS

Kadir MELAN

University of Ankara

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Plant Protection

Supervisor: Prof.Dr. İ. Akif KANSU

1991, page : 84

Jury : Prof.Dr. İ. Akif KANSU

Prof.Dr. Neşet KILINÇER

Prof.Dr. Nedim UYGUN

In this study, various effects of different gamma irradiation dosages on the pupae of European Corn Borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) were investigated. Studies were carried out in a room maintained at $26 \pm 1^{\circ}\text{C}$, $65 \pm 5\%$ RH and 16:8 h photoperiod. The larvae of *O.nubilalis* Hbn were reared artificially. Same aged pupae were irradiated one day before adult emergence. Male pupae were treated with 10,20,25,30,32.5 and 35 krad; female pupae 10,15,17.5, 20 and 22,5 krad gamma radiation doses. It was determined that males and females irradiated with 32.5 and 15 krad, respectively, were fully sterile. In addition, effects of irradiation doses on the adult emergence, mating and oviposition, and longevity was investigated.

KEY WORDS : *Ostrinia nubilalis* Hbn, gamma radiation, sterility.

Ö N S Ö Z

Birçok konuda gerek araştırma ve gerekse uygulama aşamasında geniş kullanım alanı bulan radyoizotoplar ve radyasyon, zararlı böcekler ile savaşım programlarında da önemli bir olanak durumundadır.

Son çeyrek yüzyılda Kısır Böcek Salıverme Metodu (S.I.T.) Diptera takımına bağlı bazı zararlı türler yanında Lepidoptera ve Coleoptera takımlarından bazı türlerle karşı da uygulama alanı bulmuştur. Genetik özelliklerinden dolayı Lepidoptera takımına bağlı türler bu metodun uygulanması açısından ideal bir grubu oluşturmaktadır. Ancak bu metodun başarısı için gerekli şartlardan birisi de ele alınan türün kitle üretiminin kolay ve ekonomik olmasıdır. Bu çalışmaya konu olan Mısırkurdu (*Ostrinia nubilalis* Hbn.)'nin larvalarının yapay besin ortamında yetiştirilmesi aşamasında, özellikle birinci ve ikinci dönem larvalarda % 70-80 oranında ölüm görülmüştür. Ayrıca yapay ortamın hazırlanmasında kullanılan kimyasal maddelerin pahalı olması ve bazılarının temininde güçlük çekilmesi nedenleri ile yapılması düşünülen bazı çalışmalar gerçekleştirilememiştir. Çalışmalar adı geçen zararlının pupa dönemine uygulanan değişik gamma radyasyonu dozlarının bazı etkilerinin araştırılması ile sınırlı kalmıştır.

Bana, böyle ilginç bir konuyu Doktora tez çalışması olarak veren Sayın Hocam Prof.Dr. Mustafa Özer'e (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ankara), çalışmalarımın başından beri yakın ilgi ve desteğini gördüğüm ve son 3 yıl boyunca danışmanlığımı yapan Sayın Hocam Prof. Dr. İ. Akif Kansu'ya (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ankara) şükranlarımı sunarım. Çalışmalarım sırasında her türlü imkanı sağlayan Ankara Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlerinden Sayın A. Ulvi Kılınç ve Sayın Dr.Y. Emin Öktem'e; araziden larva toplanmasında büyük

destek ve yardımlarını gördüğüm Sayın Uzm. Nurettin Özdemir'e (Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Samsun), Sayın Dr. Hasan Kavut ve Sayın Asiye Derin'e (Bornova Ziraî Mücadele Araştırma Enstitüsü, İzmir), pupaların ışınlanmasında yardımcı olan Sayın Prof.Dr. Ali Usanmaz'a (O.D.T.Ü. Kimya Bölümü, Ankara) ve çalışmalarım da çeşitli şekillerde yardımlarını esirgemeyen çalışma arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmalarım süresince büyük destek ve yardımını gördüğüm, hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan sevgili eşim Nurhan'a ve kızım Pınar'a sonsuz teşekkür ederim.

Bu çalışma bir proje olarak Ankara Üniversitesi Araştırma Fonu Müdürlüğünce desteklenmiştir. Projeyi destekleyen ilgililere ve Araştırma Fonu Müdiresi Sayın Sema Erbil'e çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ	iv
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	7
3. MATERYAL VE METOT	17
3.1. Materyal	17
3.2. Metot	17
3.2.1. <i>Ostrinia nubilalis</i> Hbn.'in yetiştirilmesi	17
3.2.1.1. Erginlerin çiftleştirilmesi ve yumurta elde edilmesi	17
3.2.1.2. Larvaların elde edilmesi ve yetiştirilmesi	19
3.2.1.3. Yapay besin ortamının hazırlanması ve larvalara verilmesi	21
3.2.2. <i>O.nubilalis</i> Hbn. pupalarının ışınlanması	24
3.2.3. Gamma radyasyonunun <i>O.nubilalis</i> 'e etkilerinin araştırılması	26
3.2.3.1. Ergin çıkışı	26
3.2.3.2. Yumurtlama	26
3.2.3.3. Yumurta açılımı	27
3.2.3.4. Ömür	27
3.2.3.5. Çiftleşme gücü	28
3.2.4. İstatistiksel kontrol	29
4. SONUÇLAR	30
4.1. Gamma radyasyonunun <i>O.nubilalis</i> 'e etkileri	30
4.1.1. Ergin çıkışı	30
4.1.2. Çiftleşme gücü	31
4.1.3. Yumurtlama	33
4.1.3.1. Yumurtlama öncesi, yumurtlama ve yumurtlama sonrası süreleri	33

	<u>Sayfa No.</u>
4.1.3.2. Toplam yumurta verimi (sayısı)	37
4.1.3.3. Günlük yumurta verimi (sayısı)	41
4.1.4. Ömür	44
4.1.5. Yumurtada siyahbaş dönemi (Black head stage) oluşumu	47
4.1.5.1. Süre	47
4.1.5.2. Oran	50
4.1.6. Yumurta açılımı	54
4.1.6.1. Süre	54
4.1.6.2. Oran	57
4.1.6.2.1. Toplam yumurtaya göre	57
4.1.6.2.2. Toplam siyahbaş dönemine göre	60
5. TARTIŞMA	65
6. KAYNAKLAR	79

SİMGELELER

- Krad : 10×10^6 J/kg, 1 krad = 1000 rad
- Gy : Gray. Işınlanan materyalin 1 kg'ının absorbe ettiği 1 joule enerji miktarı
1 Gy = 100 rad, 1 Gy = 1.00×10^6 J/kg
- N ♂ : Normal erkek, ışınlanmamış erkek
- N ♀ : Normal dişi, ışınlanmamış dişi
- P₁ ♂ : Gamma radyasyonu ile doğrudan ışınlanan erkek
- P₁ ♀ : Gamma radyasyonu ile doğrudan ışınlanan dişi
- F₁ : Gamma radyasyonu ile doğrudan ışınlanmış P₁ erkek ve P₁ dişilerinden elde edilen yenidoğan bireyleri

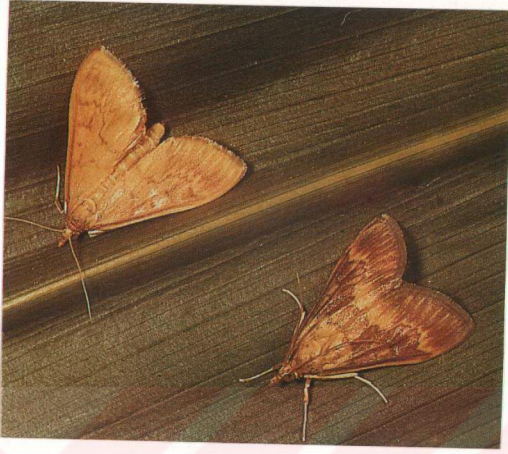
1. GİRİŞ

Ülkemizde tarımsal üretimin başında gelen ve beslenmemizde önemli bir yeri olan tahıllar arasında mısır, ekiliş alanı (570.000 ha) ve üretim miktarı (2.400.000 ton) ile buğday ve arpadan sonra üçüncü sırada yer almaktadır (Anonymous 1989). Taze olarak tüketilmesi yanında, mısır, esas olarak yem, yağ, un ve nişasta sanayiinin önemli bir hammaddesidir. İkinci ürün olarak ekiminin yapılması ile de çiftçiler için önemi daha da artan mısır'ın en önemli zararlılarından birisi Mısırkurdu (*Ostrinia nubilalis* Hbn.)'dur.

Lepidoptera takımının Pyralidae familyasına bağlı zararlı bir tür olan *O. nubilalis*'in dişileri 28 mm, erkekleri 25 mm kanat açıklığındadır (Özdemir 1981). Şekil 1.1.'de de görüldüğü gibi dişileri sarımsı veya sarımsı kahverenginde olup önkanatlar üzerinde zikzak çizgili 2 bant bulunur. Erkekler dişilerden daha koyu kahverengindedir ve ön kanatlardaki çizgiler daha belirgindir. Dinlenme halinde erkeklerin abdomeninin ucu yukarı doğru kıvrık durur ve bu da cinsiyet ayırımında önemli bir özellik oluşturur (Andalora vd 1982).

Ovalimsi beyaz renkteki yumurtaları küme halinde, balıkpulu şeklinde dizilmiştir (Şekil 1.2.). Bir kümede 5-50 adet yumurta bulunabilir. Yumurtalar açılmaya yakın siyahbaş dönemine ulaşır ve larvalar dışarıdan görülür (Andalora vd 1982).

Larvaları açık griden pembeye kadar değişen renkte olup her segmentte yuvarlak koyu kahverengi lekeler bulunur. Baş kahverengi ve belli belirsiz boyuna kırmızımsı çizgilidir. Olgun larva yaklaşık 2-2.5 cm boyundadır (Şekil 1.3.) (Andalora vd 1982).



Şekil 1.1. *O.nubilalis*'in erginleri (erkek : sağda; dişi: solda).



Şekil 1.2. *O.nubilalis*'in yumurta küme'si.



Şekil 1.3. *O.nubilalis*'in olgun larvaları.

Pupası kırmızımsı kahverenginde, yaklaşık 2 cm uzunluğunda olup larvanın açtığı galeride ipek bir kılıf içerisinde bulunur.

Daha çok Ege, Akdeniz, Karadeniz ve Marmara bölgelerinde mısırlarda, özellikle ikinci ürün mısırdaki önemli ürün kayıplarına neden olan *O.nubilalis* polifag bir zararlıdır. Aralarında biber, patates gibi bitkilerin de bulunduğu 200'den fazla kültür bitkisi ile yabancı otlarda zarar yapmaktadır (Andalora vd 1982). Bunun yanında kasımpatı, yıldız, aster ve glayol gibi süs bitkilerinde de zararı görülmektedir (Bonnemaison 1962). A.B.D.'de çeşitli mücadele yöntemleri uygulanmasına ve savaşımı için 50 milyon dolar harcanmasına rağmen larvaları her yıl 400 milyon dolar zarara neden olmaktadır (Weller 1991).

O.nubilalis larvaları mısırın kök sistemi dışında tüm organlarına zarar vermektedir. Genç bitkilerde birbiri üzerine sarıllı durumdaki sürgün yapraklarında beslenmeleri sonucu yapraklarda yuvarlak delikler meydana gelir. Larvalar, genellikle üçüncü dönemden itibaren erkek organ

sapında, gövdede, yaprak ana damarında ve koçanda beslenerek buralarda galeriler açarlar ve talaş şeklindeki pisliklerini açtıkları deliklerden dışarıya atarlar. Gövdeye daha çok yaprak koltuklarından girerler. Beslenmesi sonucu bitkinin zayıflamasına, ürün kaybına, galerilerinden attıkları pisliklerde ve özellikle koçanlarda fungal hastalıkların gelişmesine neden olurlar. Bazı durumlarda galerinin bulunduğu gövde, erkek organ ve koçan sapları kolayca kırılır (Özdemir 1981).

Ülkemizde *O.nubilalis*'in tanımı, biyolojisi, yayılışı, zararı ve doğal düşmanları konusunda Karadeniz bölgesinde Özdemir (1981) tarafından ayrıntılı bir çalışma yapılmıştır. Yazara göre zararlının olgun larvaları kışı kuyesken (Quiescence) durumunda mısır sapları içerisinde geçirmekte, Mayıs ayından itibaren pupalar ve erginler görülmekte ve zararlı, bölgede yılda 2 döl vermektedir. Kansu (1965), Yürüten (1965), Teoman (1979) ve Kornoşor ve Kayapınar (1989) ise zararlının yayılışı, tanımı ve kısa biyolojisi hakkında bilgiler vermektedirler. Ayrıca Zirai Mücadele Araştırma Enstitülerinde zararlının savaşımı üzerinde çalışmalar yapılmıştır.

O.nubilalis ile savaşımında, larvalarına karşı çeşitli kimyasal bileşikler kullanılmaktadır. İnsektisitlerin asalak ve avcı böcekleri de öldürerek doğal dengeyi bozması veya o güne kadar zararlı olmayan türlerin ortaya çıkmasına; ilaçlara dayanıklı ırkların oluşmasına, yiyeceklerdeki ve çevredeki kalıntı nedeni ile insan ve çevre sağlığını bozmasına sebep olması vb. nedenlerden dolayı bilim adamları zararlılar ile savaşımında sayılan bu olumsuzlukları giderecek veya azaltabilecek yeni yöntemler üzerinde durmaktadırlar. Yüzyılımızın ikinci yarısında üzerinde en çok durulan konulardan birisi de radyasyondan yararlanmaktır.

Irradyasyon ile böceklerin yok edilmesi çalışmaları bu konuda iki metodun geliştirilmesini sağlamıştır. Yüksek dozlar kullanarak böcekleri kısa sürede öldürmek bunlardan birincisi olup, özellikle paketlenmiş veya çuvala konulmuş ürünlerdeki böcekleri öldürme yönünden uygun düşmektedir. Bu konuda yapılan çalışmalar ile birçok böceği öldürücü dozlar tespit edilmiştir. Bu dozlar 36000-257000 rad arasında değişmektedir. Böceklerin kısırlaştırılması ise, daha düşük dozlar kullanılarak uygulanan ikinci methodur. Bunda kısırlaştırıcı dozun savaşıllacak tür için tespiti şarttır. Böcekler ile savaşta kısırlaştırılmış erkeklerin yada kısırlaştırılmış böceklerin kullanılmasını bir çeşit Biyolojik Savaşım olarak kabul etmek mümkünüdür. Bu metoda Autocide (Otosid) Savaşım ve Genetik Savaşım adları da verilmektedir. Adı ne olursa olsun, bu savaş "Bir böcek popülasyonu içerisinde bir süre için bol sayıda ve devamlı olarak, kısır erkeklerin yada kısır böceklerin katılması, doğal popülasyonun yavaş yavaş azalmasına ve sonunda sifira inmesine yol açar" görüşüne dayanmaktadır (Kansu 1986).

Kısır Erkek yada Kısır Böcek Salıverme Metodu (S.I.T.) ilk defa 1954 yılında Curaçao adasında sığırlarda ölüme kadar varan yaralar meydana getiren *Cochliomyia* (= *Callitroga*) *hominivorax* (Cqrl) adlı sineğe karşı uygulanmış ve tam bir başarıya ulaşılmıştır. Bu başarının kazanılması bazı araştırmacıları diğer zararlı türler ile savaşım'da Kısır Böcek Salıverme Metodunun kullanılıp kullanılmayacağı hususunu incelemeye yöneltmiştir. Kansu'ya (1963) göre, bu amaç ile yapılan çalışmalar arasında *Dacus dorsalis* Hend., *Dacus cucurbitae* Coq., *Dacus olea* Rossi, *Ceratitis capitata* Wied., *Carpocapsa pomonella* L., *Ephestia kühniella* Zell., *Anthonomus grandis* Boh., *Pissodes strobis* (Peck) ve *Glossina morsitans* Westw. ile bazı sivrisinek türleri yer almaktadır. *C. capitata*'ya karşı Meksika'da 3 milyon hektar sahada yapılan uygulama ile zararlı-

nın ülkenin kuzeyine çekilmesi önlenmiş ve eradike edilmiştir (Patton 1982). Kayoma'ya (1982) göre Japonya'da *D. cucurbitae* ve *D. dorsalis*'e karşı yürütülen çalışmalar başarılı olmuş, diğer teknikler ile Kısır Böcek Salıverme Metodunun birlikte kullanılması neticesinde oldukça başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

La Chance (1985), bu yöntemin *Hylemyia antiqua* (Meig.), *G. morsitans* ve *A. grandis*'e karşı geniş çapta uygulandığını, *D. olea*, bazı sivrisinek türleri, *Stomoxys calcitrans* (L.), *Haematobia irritans* (L.) ve bazı diğer türlere karşı ise uygulanabilmesi için pilot programların yürütüldüğünü ifade etmektedir.

Kısır Böcek Salıverme Metodunun kullanıldığı önemli bir grubu Lepidoptera takımı oluşturmaktadır. Bu takıma bağlı türleri kısırlaştırıcı dozların yüksek olması (30-50 krad) ve bu dozlarda ömrün kısalması, cinsel rekabetin azalması, doğaya salınan böceklerin dağılımının ve doğaya uyumunun etkilenmesi, salım durdurulduğu zaman oluşturulan baskının ortadan kalkması gibi nedenlerden dolayı son yıllarda F_1 kısırlılığı veya geciktirilmiş kısırlık üzerinde durulmaktadır. Bu yöntemde düşük doz uygulanarak kısmi kısırlık oluşturulan böcekler doğaya salınmaktadır. Bunların doğadaki böcekler ile çiftleşmesi sonucu yeni dölde de kısırlık görülmekte ve F_1 deki kısırlık doğaya salınan böceklerden daha fazla olmaktadır (La Chance 1985). Ancak F_1 kısırlılığı çalışmalarına geçmeden önce bir türün belirli bir dönemine uygulanan gamma radyasyonunun sebep olduğu kısırlığın ve yöntemin başarılı olması için diğer parametrelerin elde edilmesi gerekmektedir. Bu tez çalışması ile *O. nubilalis*'in olgun pupalarına uygulanan değişik gamma radyasyonu dozlarının erginlerde meydana getirdiği kısırlık ve erginlerin çiftleşme gücüne etkileri ile diğer bazı hususlar açıklığa kavuşturulmuştur. Bu bulgular ileride yapılacak çalışmalara yardımcı olabilecektir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Radyasyonun böceklere olan çeşitli etkileri birçok araştırmacı tarafından farklı takımlara ait böcek türleri üzerinde incelenmiştir. Yapılan araştırmalarda genellikle Lepidoptera takımına ait türlerin daha çok kullanıldığı görülmüştür. Bunun yanında Diptera takımından bazı türlerin önemli bir çalışma grubunu oluşturduğu dikkati çekmiştir. Ayrıca diğer bazı takımlara ait az sayıda çalışmalara da rastlanmıştır.

Araştırma konumuz Lepidoptera takımına ait bir tür olduğu için bu takıma bağlı türler ile yapılan çalışmalardan bazıları genel bilgi vermesi ve bulgularımızla karşılaştırılabilmesi için seçilerek ele alınmıştır.

Walker ve Brindley (1963), *O.nubilalis*'in pupalarına ve erginlerine uygulanan gamma radyasyonunun etkilerini araştırmışlardır. Gamma radyasyonunun 32000 rad dozunda ışınlanan 0-24 saatlik erkeklerin normal dişiler ile çiftleşmesinde yumurta açılma oranının % 1 ve daha az, normal erkek ile çiftleşen dişilerde ise bu oranın % 80.4 olduğunu belirten yazarlar radyasyonun etkisinin pupa yaşına bağlı olduğunu, genç pupaların daha hassas olduklarını ve bunlardan gelişen erginlerde daha az yumurta açılımı görüldüğünü, olgun pupalarda daha az deformasyona rastlandığını, ışınlanmış erkeklerin normal bireyler ile rekabet edebildiklerini ve yumurta açılımının doza bağlı olarak azaldığını kaydetmektedirler.

Godwin vd (1964) değişik gamma radyasyonu dozlarının *Porthetria dispar* (L)'in ömrüne, çiftleşme gücüne, yumurta sayısına, yumurta açılma oranına ve F₁ dölünün canlılığına etkilerini incelemiştir. Araştırmacı 9 günlük ve daha yaşlı erkek pupalara uygulanan 20000 rad dozun, bunlardan elde edilen erkek bireylerle çiftleşen dişilerin

yumurtalarının açılmasını yeterli oranda azalttığını kaydetmektedir.

Ouye vd (1964), *Pectinophora gossypiella* (Saunders)'nin erkek ve dişi pupalarına değişik gamma radyasyonu dozlarının etkilerini incelemiştir. Yedi günlük erkek pupalarda 55 krad dozun tam kısırılık oluşturduğunu ifade eden araştırmacılar 30 krad'ın üstündeki uygulamalarda yumurta açılma oranının en fazla % 3 olduğunu ve dişi pupalarda ise 40 krad'ın tam kısırılık meydana getirdiğini belirtmektedirler. Araştırmacılar ayrıca, beş günlük dişi pupalar 10 krad'la ışınlandığı zaman yumurta sayısının ve açılma oranının çok azaldığını, 10 krad'la ışınlı erkeklerle çiftleşen normal dişilerin normal erkeklerle çiftleşen dişiler gibi yumurta bıraktığını ve yumurtaların açıldığını ve bu durumun dişilerin üreme organlarının radyasyona karşı erkeklerden daha hassas olmasından ileri geldiğini kaydetmektedirler.

Cogburn vd (1966), *Plodia interpunctella* ve *Sitotroga cerealella* (Oliver)'in biyolojik dönemlerine değişik gamma radyasyonu dozlarının etkilerini araştırmışlardır. Bazı *S. cerealella* larvalarının 13.2 krad'da ergin olabildiğini tespit eden araştırmacılar; pupa ve ergin döneminde ışınlanan bireylerin ömürlerine radyasyonun etkili olmadığını ancak doza bağlı olarak kısırılığın ve üreme gücünün değiştiğini bildirmekte, radyasyonun dişilerde erkeklerden daha fazla genetik zarara yol açtığını ancak ışınlı erkeklerden gelişen F_1 dölündeki zararın ışınlı dişilerden gelişenlerdekine göre daha fazla olduğunu ifade etmektedirler.

Hathaway (1966), olgun pupa veya ergin dönemde 40 krad ile ışınlanan *C. pomonella* erkeklerinin normal dişilerle çiftleşmesinden gelişen F_1 dölünde % 98 kısırılık

oluşturduğunu, 20 krad ile ışınli dişilerin normal erkeklerle çiftleşmesi halinde yumurta açılımı olmadığını ve 15, 20, 25, 30 ve 40 krad uygulanan erkek pupalardan çıkan erginler normal dişilerle çiftleştiği zaman 15 krad dozunda %61 olan yumurta açılımınının 40 krad dozunda % 4'e düştüğünü belirtmektedir.

Flint ve Kressin (1967), ergin çıkışından 2 gün önce ışınlanan *Heliothis virescens* (F) erkek pupalarında 35 krad gamma radyasyonunun % 99 oranında kısırılık oluşturduğunu, dişilerde ise bu dozda yumurta sayısının çok azaldığını, 25 kradın üstündeki gamma radyasyonunun erkek ve dişide ömrü kısalttığını, ergin çıkışını azalttığını, erginlerin çiftleşme gücünü etkilemediğini, ışınli erkeklerle çiftleşen normal dişilerin yumurtalama öncesi ve yumurtlama sürelerinin normallere göre değişmediğini ancak yumurta sayılarının azaldığını bildirmektedirler.

Anwar (1968a), *O.nubilalis*'in larva ve pupalarına değişik gamma radyasyonu dozlarının etkilerini araştırmıştır. Son dönem larvalara 5-30 krad gamma radyasyonu dozlarını uygulayan araştırmacı; 10 kradın üstündeki dozlarda pupa sayısının çok az olduğunu ve 5 krad'dan sonra ise ergin çıkışının görülmediğini kaydetmektedir. Araştırmacı 10-50 krad dozlarının 12 günlük pupalara uygulanması durumunda bu dozların ergin çıkışını etkilemediğini, ışınli erkeklerle çiftleşen dişilerde yumurta sayısında farklılık olmadığını, yumurta açılımınının 40 krad'da sifira ulaştığını, normal erkeklerle çiftleşen ışınli dişilerde ise yumurta sayısının azaldığını ve 20 krad'da yumurta açılımınının sifir düzeyine geldiğini ifade etmekte ve gamma radyasyonunun erginlerin çiftleşme gücünü etkilemediğini, radyasyonun etkisinin pupa yaşına bağlı olduğunu kaydetmektedir.

Anwar (1968b), *Spodoptera exigua* Hb'nin pupalarına uygulanan gamma radyasyonunun etkileri üzerinde durmuştur. Genç pupaların radyasyona çok hassas olduğunu ve radyasyon dozlarının öldürücü etki gösterdiğini, çıkan erginlerin

bozuk şekilli olduğunu ifade eden araştırmacı; ergin çıkışına yakın 50 krad dozunda ışınlanan erkek pupalarda ergin çıkışının normal seyrettiğini ve bunlarla çiftleşen normal dişilerde yumurta açılımının % 0.5 olarak tespit edildiğini, 30 krad dozun dişilerde tam kısırlık oluşturduğunu kaydetmektedir.

Katıyar ve Ferrer (1968), *Leucoptera coffeella* Guer'nın genç pupalarının radyasyona çok hassas olduklarını, 7 günlük pupalarda 60 krad gamma radyasyonunun % 88 oranında ölüme neden olduğunu dolayısı ile kısırlandırma çalışmalarında zararlının genç pupalarının kullanılmaması gerektiğini ve radyasyonun olumsuz etkilerinin erkek pupalarda daha belirgin olarak görüldüğünü ifade etmektedirler.

Beratlıef (1968), *Lobesia botrana* Schiff'nın 8 günlük erkek pupalarına uygulanan 40 kradın ve aynı yastaki dişi pupalarda 25 kradın istenilen kısırlığı oluşturduğunu, ergin erkeklerde 45 krad gamma radyasyonunun tam kısırlık meydana getirdiğini ancak bunların cinsel faaliyetlerinin pupa döneminde ışınlananlara göre zayıfladığını kaydetmektedir.

North ve Holt (1968), 2-4 günlük erkek *Trichoplusia ni* (Hübner) erginleri 10, 15 ve 20 krad ile ışınlandığı zaman bunlarla çiftleşen dişilerin yumurtalarında açılmanın doza bağlı olarak azaldığını ve 20 krad'da % 15.7 oranında yumurta açılması görüldüğünü, bunlardan gelişen F_1 erkeklerinin P_1 erkeklerinden daha kısır olduğunu, bu durumun gamma radyasyonunun sebep olduğu resiprokal kromozom translokasyonlarından ileri geldiğini kaydetmektedirler.

Flint ve Kressin (1969), *H. virescens*'in 45 kradla ışınlı erkeklerinin % 50'sinin çiftleşmede sperm aktaramadığını ve bunun ise spermaların hareket ederek spermatoforum olduğu yere gidememesi ve dolayısı ile spermatofora girememesinden kaynaklandığını ifade etmekte, spermatekasında sperm bulunmayan dişilerin çiftleşmemiş dişi-

ler kadar, sperm bulunanların ise spermler ışıklı veya normal erkekten bile gelmiş olsa normal yumurtlama gösterdiklerini kaydetmektedir.

El-Sayed ve Grawes (1969), değişik gamma radyasyonunun *H. virescens*'in pupalarına etkilerini araştırmışlardır. Zararlılığın 8-10 günlük dişi pupalarında 30 krad dozun tam kısırılık oluşturduğunu, 40 krad uygulanan aynı yaştaki erkek pupalardan gelişen erginler ile çiftleşen normal dişilerin yumurtalarının % 96 oranında canlılıklarını kaybettiğini, dişi pupaların cinsiyet hücrelerinin erkeklerinkine göre daha hassas olduğunu, kısırlaştırıcı dozda erkeklerde çıkışın % 74.3 oranında gerçekleştiğini ve bunun dışında pek farklı olmadığını ifade eden araştırmacılar; ışıklı erkeklerin normal erkekler ile rekabet edemediklerini, kısırlaştırıcı dozun erkeklerin çiftleşme sayısını azalttığını, ömrü kısalttığını, dişilerde ise ömrü ve yumurtlama süresini kısalttığını, ışıklı bireylerin larva ve pupalarında büyük oranda ölüm meydana geldiğini kaydetmektedirler.

Proshold ve Bartell (1970), *H. virescens*'in P_1 erkekleri 22,5 krad ile ışıkladığı zaman F_1 dölünde tam kısırılık görüldüğünü, bazı yumurtalarda embriyo gelişmesine rağmen yumurta açılması olmadığını ve burada, mayoz bölünme sırasında duplikasyona uğramış bozuk şekilli gametlerin meydana gelmesi sonucu bunların dominant lethal mutasyona benzer şekilde embriyo ölümüne neden olmasına bağlamaktadır.

North ve Holt (1971), *T. ni* erkeklerinin 30 krad gamma radyasyonu dozunda dişilere sperm aktarmadıklarını ve normal bir yumurtlama seyrinin olmadığını, *Heliothis zea*'da ise 25 krad dozun erkeklerin çiftleşme yeteneğini ve sperm aktarmasını olumsuz yönde etkilemediğini belirtmektedirler.

Fossati vd (1971), 10-100 krad gamma radyasyonu dozlarının *Carpocapsa pomonella* erkeklerine etkilerini araş-

tırmışlar, kısırılığın 10 krad'dan itibaren oldukça yüksek oranda olduğunu ve 40 krad'da tam kısırlık oluştuğunu tespit etmişlerdir. Doz artışına bağlı olarak ömrün kısaldığını ve çiftleşme sayısının azaldığını ifade eden araştırmacılar; tam kısırlık dozunda erkeklerin çiftleşme rekabetinin azaldığını ancak durumun normal erkeklere göre ışın-
lı erkek sayısının artırılması ile düzeltilebileceğini ve kısırlaştırma altı dozlarda ışınlanmış erkeklerin salımı üzerinde durulması gerektiğini kaydetmektedirler.

Beratlıef ve Boguleanu (1971), gelişmesinin son döneminde 10-50 krad gamma radyasyonu dozlarında ışınlanan *Hyphantria cunea* Drury'nin erkek pupalarında 50 krad'da tam kısırlık oluştuğunu, 10 krad'la ışınlanmış erkek pupalardan gelişen larvaların bir kısmının ergin olabildiğini, 20 krad ve daha yüksek dozlarda ise bunların larvalarının yaşamadığını, 20 krad uygulanan dişi pupalarda yumurta açılma oranının % 0.4 olduğunu ifade etmektedirler.

Maksimoviç (1971), *Lymantria dispar*'ın erkek pupalarına uygulanan 30 krad gamma radyasyonunda, bunlardan çıkan erkek bireylerle çiftleşen normal dişilerin yumurtalarında % 20.4 oranında embriyo gelişmesi olduğunu ancak larva çıkışı olmadığını bildirmektedir.

Guerra (1972), % 0.1 reserpine (Methyl reserpate, 3,4,5 trimetoxo benzoic asit ester- $C_{33}H_{40}NO_9$) içeren yapay ortamda yetiştirilen *H. virescens* erkek ve dişi pupaları ergin çıkışından 4 gün önce 7.5, 10, 15 ve 20 krad dozlarında ışınlandığı takdirde ömürde ve çiftleşme sayısında farklılık olmadığını, bu dozların erkeklerde tam kısırlık oluşturmadığını bildirmektedir. Erkeklerde 20 krad dozda % 16 oranında açılma görüldüğünü ifade eden araştırmacı dişilerin daha hassas olduğunu ve 7.5 krad'da bile hiçbir yumurtanın açılmadığını kaydetmektedir.

Snow vd (1972), 10-40 krad gamma radyasyonu dozlarının *S. frugiperda* erginlerine etkilerini incelemişler

ve bu dozların ömrü ve çiftleşme gücünü etkilemediğini fakat yumurta sayılarında kontrole göre bütün dozlarda azalma olduğunu tespit etmişlerdir. Erkek bireylerde 30 krad ve daha yüksek dozlarda yumurta açılma oranının önemli derecede azaldığını belirten araştırmacılar 40 krad'da bu oranın 0 olduğunu, dişilerde ise 15 krad'da % 1 oranında açılma görülürken 20 krad'da yumurtaların açılmadığını kaydetmektedirler.

Schwartz (1972), *Cryptophlebia leucotreta* (Meyr.) de 30-35 krad dozun 11 günlük erkek pupalarda, 15 kradın ise dişi pupalarda tam kısırlık oluşturduğunu ve ışınlamaya en uygun dönemin pupa dönemi olduğunu bildirmektedir.

Guerra (1975), *H. virescens* larvalarını içinde kimyasal kısırlandırıcı bulunan besinle yetiştirip pupalarını 7.5 ve 15 krad gamma radyasyonuna tabi tutarak; iki etkenin kendilerine ait kısırlandırıcı etkilerinden daha fazla müşterek etkileri olduğunu ve bu etkinin larva gelişmesini, ergin çıkışını ve ömrü etkilemediğini belirtmektedir.

Laoharanu vd (1975), *S. exigua* erkek pupalarının geç dönemde 30, 40 ve 50 krad dozunda radyasyona tabi tutulması halinde; bunlardan elde edilen erginlerle çiftleşen normal dişilerin yumurtalarında doza bağlı olarak açılmanın azaldığını, 30 krad'da % 46.31 olan açılmanın 50 krad'da % 3.54'e düştüğünü ve 50 krad dozunda pupaların % 5.61'inden ergin çıkmadığını ve dozun ömrü kısaltmadığını kaydetmektedirler.

La Chance (1975), Lepidoptera takımına bağlı türlerde çiftleşme davranışını değiştirmek ve yumurtlamayı teşvik için euprene spermlerin aktarılması ve bunların spermatekaya ulaşması gerektiğini ifade etmekte ve ışınli erkeklerin euprene sperm aktarma kabiliyetlerinin öneminden bahsetmektedir.

Guerra ve Garcia (1976), % 0.1 reserpine içeren yapay ortamda yetiştirilen *H. virescens* larvalarından elde edilen erkek pupalar ergin çıkışından 3 gün önce 10-25 krad dozlarında ışınlandığı ve erginleri normal dişilerle çiftleştiği zaman yumurta sayılarının kontrole göre % 33-40 oranında azaldığını kaydetmektedirler. Uygulama dozlarında tam kısırlık oluşmadığını, 20 krad'da yumurta açılma oranının % 9 olduğunu ve 15 krad'dan sonra çiftleşme sayısının önemli ölçüde azaldığını belirten araştırmacılar yumurta açılma oranındaki azalmanın erkeklerin çiftleşme sayısından çok ışınlamanın spermlere olan olumsuz etkisinden kaynaklandığını ifade etmektedirler.

Debolt ve Wright (1976), *S. exigua*'nın erkek pupalarını ergin çıkışından bir gün önce 15 ve 20 krad gamma radyasyonu dozlarında ışınlandıkları zaman bunlardan elde edilen erkeklerin ömürlerinde ve çiftleşme gücünde kontrole göre farklılık bulunmadığını, bu dozlarda ışınlanmış erkeklerle çiftleşen normal dişilerin yumurtalarındaki açılma oranının ışınsız erkek ve dişininkine göre önemli ölçüde azaldığını kaydetmektedirler.

Ahmed vd (1976), *P. interpunctella*'nın 7 günlük erkek ve dişi pupaları 50 krad dozunda ışınlandığında çıkan erginlerin kısırlandığını, dişilerin % 94.5'inin normal erkeklerle çiftleştiğini kaydetmektedir.

Brower (1976), radyasyonun *P. interpunctella*'ya etkilerini araştırmıştır. Üreme gücünün, kısırlığın derecesinin ve ergin çıkışının ışınlanan pupa yaşına ve uygulama dozuna bağlı olduğunu, 2-5 günlük pupaların 6-9 günlük pupalardan daha hassas olduklarını, 10 krad'da genç pupalardan ergin çıkışı olmadığı halde 50 krad uygulanan 8-9 günlük pupalardan % 100 ergin çıkışı olduğunu ifade eden araştırmacı 35-50 krad dozlarında 4-5 günlük pupalar ışınlandığı zaman dişilerin tamamen kısırlandığını ve erkeklerin çiftleşme gücünün önemli ölçüde azaldığını kaydetmektedir.

Sanford (1977), 10 ve 15 krad gamma radyasyonu uygulanan *D. saccharalis*'in 6 günlük pupa ve 1-12 saatlik ergin erkeklerinde, bu erkeklerle çiftleşen normal dişilerin yumurta sayılarının, yumurta açılma oranının ve gelişen dölde ise canlılık oranının doza bağlı olarak azaldığını bildirmektedir.

Bhagat ve Kumar (1982), *A. segetum*'un 5 günlük erkek pupalarını 50, 75, 100 ve 150 Gy gamma radyasyonu dozlarında ışınlanmış olup 50-75 Gy'lik dozların kısırlaştırıcı doz olarak belirlendiğini ifade etmektedirler. Araştırmacılar ayrıca gamma radyasyonu uygulamasından sonra erkeklerde ölüm oranının, ışınlanmış erkeklerle çiftleşen dişilerin yumurta sayısının ve yumurta açılma oranının doza bağlı olarak değiştiğini, doz arttıkça bu değerlerin azaldığını bildirmektedirler.

Carpenter vd (1986), kısırlaştırıcı altı dozların *S. frugiperda*'nın dölllerine etkilerini araştırmışlardır. Bu dozların P_1 dölünde dişinin üreme gücüne etkisinin daha belirgin olduğunu ifade eden araştırmacılar ışınlanmış erkeklerden gelişen dölllerdeki kısırlılığın da dişilerden gelişenlerinkine göre daha fazla olduğunu ifade etmektedirler.

Carpenter vd (1987), gamma radyasyonunun kısırlaştırıcı altı dozlarında ışınlanan ve karşı cinsiyetten normal bireylerle çiftleştirilen *H. zea*'nın üreme durumlarının incelendiğini, P_1 erkeklerinden gelişen birkaç dölde kısırlılığın görüldüğünü, yumurta sayısının ve açılma oranının azaldığını ve 10 krad uygulanan bireylerin F_2 dölünde de kısırlılığın görüldüğünü kaydetmektedirler.

Henneberry ve Clayton (1988), 5, 10 ve 15 krad gamma radyasyonu dozlarının 2-6 günlük erkek ve dişi *P. gossypiella* pupalarına etkilerini araştırmışlardır. Radyasyonun ergin çıkışını etkilediğini, erkek pupalardan % 76-88, dişi pupalardan % 72-87 oranında ergin çıkışı olduğunu ifade eden araştırmacılar 5 krad'la ışınlanmış er-

kekler hariç 10 ve 15 krad dozlarında çiftleşme sayısının azaldığını yumurta sayısının çok az olduğunu ve yumurta sayısı ve açılma oranı bakımından dişilerin erkeklere göre radyasyona daha duyarlı olduklarını kaydetmektedirler.

Bughio (1988), 5, 10 ve 15 krad gamma radyasyonunun *Chilo partellus* erginlerinde ve bunlardan gelişen dölde ömrü ve yumurta sayısını etkilemediğini; ancak yumurta açılma oranını azalttığını ve bunun P_1 dölünde daha fazla olduğunu, P_1 'de bütün dozlarda kontrole yakın çiftleşme görüldüğünü, 10 krad'da F_1 erkeklerinin çiftleşme gücünün önemli ölçüde azaldığını belirtmektedir.

Li vd (1988), değişik gamma radyasyonu dozlarının *O. furnacalis* pupalarına etkilerini araştırmışlardır. Ergin çıkışından 2 gün önce ışınlanan pupalarda 250 Gy dozun, dişilerde tam kısırlık, erkeklerde kısmi kısırlık oluşturduğunu ve bununda cinsiyet ayırımına gerek duyulmadan her iki cinsiyetin birlikte salımına imkan verdiğini ifade eden araştırmacılar P_1 erkeklerinden gelişen F_1 erkekleri normal dişilerle çiftleştikleri zaman yumurta da % 0.89 oranında açılma olduğunu ve F_1 erkeklerinin tam kısır hale geçtiklerini, ayrıca ergin çıkışından 2 gün önce 400 Gy dozda ışınlanan erkek pupalarda tam kısırlığın oluştuğunu kaydetmektedirler.

3. MATERİYAL VE METOT

3.1. Materyal

Çalışmanın materyalini, İzmir ve Samsun illerindeki mısır ekili alanlardan toplanan *Ostrinia nubilalis* Hbn. (Lepidoptera: Pyralidae) larvalarından oluşturulan laboratuvar kültürü teşkil etmiştir.

Pupaların ışınlanmasında, Gamma Cell-220 Co60 kaynağı kullanılmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. *O.nubilalis*'in yetiştirilmesi

Araziden toplanan *O.nubilalis*'in olgun larvaları sıcaklığı $26 \pm 1^{\circ}\text{C}$, orantılı nemi $\% 65 \pm 5$ ve floresans ampullerle 3000 lüks ışık şiddetinde 16 saat aydınlatması olan iklim dolabında yetiştirilmiş ve bunlardan elde edilen erginlerden laboratuvar kültürü oluşturulmuştur (Şekil 3.1.).

3.2.1.1. Erginlerin çiftleştirilmesi ve yumurta elde edilmesi

Erginlerin çiftleştirilmesi ve yumurta elde edilmesinde Gahukar'ın (1970) kullandığı metottan yararlanılmıştır. Bu metot gözönünde tutularak kelebeklerin çiftleştirilmesi için $10 \times 10 \times 15$ cm boyutlarında, 0.4×0.4 mm'lik elek telinden yapılmış kafesler kullanılmıştır (Şekil 3.2.). Kafeslerin yan yüzleri üst yüzünden 1,5 cm yüksek tutularak kafesin üst kısmında küçük bir boşluk oluşturulmuştur.



Şekil 3.1. *O.nubilalis*'in yetiştirildiği iklim dolabı.



Şekil 3.2. *O.nubilalis* için denemelerde kullanılan çift-
leştirme ve yumurtlatma kafesi.

Bu kısma mumlu yumurtlatma kağıdı yerleştirilmiş, kağıdın kafese daha iyi temas etmesini sağlamak içinde üzerine tahta baskı plakası konulmuştur. Kafesler 12x12x1,5 cm boyutlarında, kartondan yapılan ve içinde steril ince kum ve toprak karışımı bulunan kafes altlıklarına yerleştirilmiştir. Kelebeklerin beslenmesini sağlamak için 4x4 cm boyutlarında silindirik şekilde plastik kaplardan yararlanılmıştır. Bu kaplar içerisine sünger yerleştirilerek % 5 şekerli su doldurulmuş ve kafese konulmuştur. Şekerli su hergün değiştirilmiştir. Her kafese 3-4 çift yeni çıkmış ergin konulmuştur. Yapılan günlük kontrollerle yumurtalı kağıtlar yenileri ile değiştirilmiştir.

3.2.1.2. Larvaların elde edilmesi ve yetiştirilmesi

Günlük olarak toplanan yumurtlatma kağıtları, embriyo gelişmesi için 11x16x6 cm boyutlarındaki plastik kutulara yerleştirilmiş ve nem sağlamak amacı ile kutu içine ıslak pamuk konularak kutunun kapağı kapatılmıştır (Şekil 3.3.).



Şekil 3.3. *O. nubilalis* yumurtalarının gelişmesinde kullanılan plastik kutu.

Yumurtalar siyahbaş dönemine (Black head stage) yani tırtılın baş kapsülü melanize olarak dışarıdan farkedilir duruma geldiği zaman yumurtlatma kağıtları makasla uygun şekilde kesilmiştir. Böylece elde edilen yumurta paketli küçük kağıtlar böcek iğnelerine takılarak içinde yapay besin ortamı bulunan 17x15 cm boyutlarında silindirik şeklindeki fanuslara veya 15x20x8 cm boyutlarındaki larva yetiştirme kutularına konulmuştur (Şekil 3.4.). Kutuların kapakları sıkıca kapatılmış, larvaların ışığa yönelim nedeniyle yetiştirme kaplarından çıkmalarını önlemek için bir hafta süre ile kapların üzeri koyu renkli ambalaj kağıdı ile kapatılarak karartma yapılmıştır. Yumurta açılımı sona erip larvalar besin ortamına geçince kağıtlar iğneleri ile birlikte çıkartılmıştır.



Şekil 3.4. *O. nubilalis* larvalarının yetiştirilmesinde kullanılan fanus ve plastik kutu.

3.2.1.3. Yapay besin ortamının hazırlanması ve larvalara verilmesi

O.nubilalis larvalarının beslenmesinde Anwar'ın (1968a) geliştirdiği yapay besin ortamı kullanılmıştır. Bu ortamı yapmak için kullanılan maddeler ve miktarları aşağıda verilmiştir.

<u>Maddenin adı</u>	<u>Miktarı</u>
Damıtık su	170 ml
Agar agar	5 g
Selüloz	6 g
Buğday embriyosu	10 g
Kazein proteolizat	7 g
Glikoz	3.5 g
Kolesterol	0.6 g
Mısır yağı	0.4 ml
Wesson mineral tuzları	2 g
Bira mayası	6 g
Askorbik asit	1 g
Vitamin karışımı	4 g
Benzoik asit	0.25g
Nipajin	0.20g

Yapay besin ortamının hazırlanmasında Guennelon ve Soria'nın (1973) *Chilo supressalis* Walker yapay ortamı için belirttikleri metot esas alınarak deneme yanılma yoluyla metot oluşturulmuş ve ortam yapımında kullanılmıştır. Buna göre damıtık su, agar agar ve bezoik asit 250 ml'lik erlenmayere konarak erlenmayerin ağzı pamukla kapatılmış ve alüminyum kağıtla örtülmüştür. Kapağı tam kapatılmayan tencereye bir miktar su konarak erlenmayer tencere içine yerleştirilmiş ve yaklaşık 30 dakika süre ile kaynatılarak agar ve bezoikasitin eriyerek saydam bir hale gelmesi sağlanmıştır. Daha sonra erlenmayer 56°C sıcaklığa ayarlı su banyosunda tutularak soğutulmuştur. Soğuma işlemi tamamlanınca, eriyik Waring marka blenderin haznesine boşaltılmış ve üzerine daha önce tartılmış olan diğer mad-

deler ilave edilmiştir. Bu şekilde elde edilen karışım 2-3 dakika süre ile ve yüksek devirde karıştırıldıktan sonra 10 cm çapındaki petri kutularına yaklaşık 1 cm kalınlığında dökülmüştür (Şekil 3.5.). Hazırlanan ortamın serbest suyunun uçması için, ortam, oda sıcaklığında petri kutularının kapakları yarı açık halde yaklaşık 3-3.5 saat süre ile tutulmuş ve soğuması sağlanmıştır. Bu işlemden sonra kapakları kapatılan petri kutuları naylon torba içine yerleştirilerek buzdolabına konulmuş, ortam kullanılacağı zaman alınarak oda sıcaklığına gelmesi için bir müddet bekletilmiştir.

Yapay besin ortamının larvalara verilmesinde Sureau ve Stockel'den (1983) yararlanılmıştır. Buna göre yumurtadan yeni çıkan larvaların besin içine girişini kolaylaştırmak amacı ile ortam, yüzeyi bistüri ile çizildikten sonra yaklaşık 1x1.5 cm'lik aralıklarla kesilmiş ve çizik yüzeyleri üstte kalacak şekilde larva yetiştirme kutularına yerleştirilmiştir.



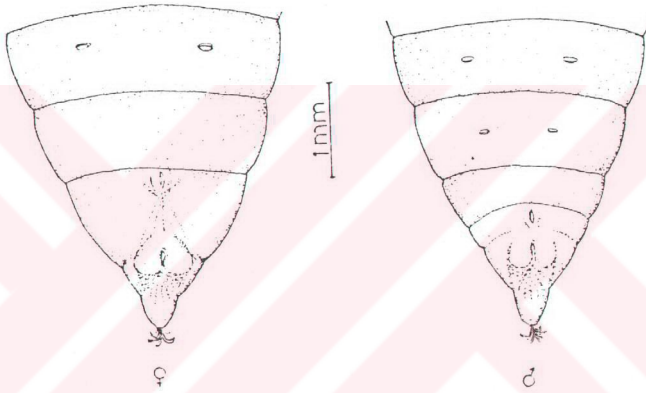
Şekil 3.5. *O. nubilalis* yapay ortamının hazırlanmasında kullanılan su banyosu ve blender.

Larvaların ördükleri ağlar, alkolle ıslatılmış pamukla, larva yetiştirme kaplarının yan yüzleri ve kapakları silinerek günlük bakımlar sırasında temizlenmiştir. Larva pislikleri ve gömlekleri pens yardımı ile toplanmıştır. Besin azalan kutulara yeteri miktarda yapay ortam ilave edilmiştir. Larvalar 4. veya 5. döneme geldikleri zaman toplanarak yeni fanuslara aktarılmış ve beslenmiştir. Olgun larvaların pupa olmaları için, fanus içine tabandan itibaren yaklaşık 8-10 cm yukarıya, oluklu mukavvadan hazırlanan pupa toplama şeritleri fanusun yan yüzüne temas edecek şekilde çepeçevre yerleştirilmiştir (Şekil 3.6.). Pupa toplama şeritlerinin hazırlanmasında Reed vd'den (1972) yararlanılmıştır. Buna göre oluklu mukavvadan 2.2 cm eninde kesilen şeritler % 3.5'lük sorbik asitle muamele edilmiş ve daha sonra kullanılmak üzere naylon torbalara yerleştirilerek muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.6. *O.nubilalis*'in pupa toplama şeridi ve pupaların konulduğu kutu.

Günlük bakımlar sırasında ilk pupa görüldükten sonra hergün pupa toplama şeritleri açılarak günlük pupa toplanmıştır. Pupalara, Şekil 3.6'da görülen 8.5x12x5.5 cm boyutlarındaki kutulara konulmuş ve toplama tarihleri kaydedilmiştir. Daha sonra 6-7 günlük oluncaya stereoskopik mikroskofta son abdomen segmentlerinin incelenmesi ile cinsiyetlerine göre, ayrılmış (Şekil 3.7.) ve ayrı ayrı etiketlenerek kutulara yerleştirilmiştir.



Şekil 3.7. *O. nubilalis*'in erkek ve dişi pupalarının son abdomen segmentinin görünüşü.

3.2.2. *O. nubilalis* Hbn. pupalarının ışınlanması

O. nubilalis'in 8 günlük erkek ve dişi pupaları O.D.T.Ü. Kimya Bölümünde bulunan Gamma Cell-200 Co60 radyasyon kaynağı kullanılarak ışınlanmıştır. Erkek pupalara 10, 20, 25, 30, 32.5 ve 35 krad, dişi pupalara ise 10, 15, 17.5, 20 ve 22.5 krad dozları uygulanmıştır. Işınlanacak

pupalar 10 cm çapındaki petri kutuları içerisinde radyasyon kaynağına yerleştirilmiştir (Şekil 3.8.). Işınlanmış pupalar ergin çıkışı için tekrar pupa kutularına konulmuştur.

Uygulanacak gamma radyasyonu dozlarının hesaplanmasında, gamma kaynağının Nisan 1968 tarihindeki dozu (1020 krad/saat) esas alınarak her uygulama tarihinde, Anonymous'un (1977) aşağıdaki formülü kullanılmıştır.

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

N_0 = Başlangıçta ($t = 0$) aletin dozu

N = Belli bir zaman sonra aletin dozu

e = Tabii logaritma tabanı ($= 2.71828$)

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}$$

$\ln 2$ = 0.693 (tabii logaritma)

$T_{1/2}$ = 5.27 yıl (Co 60'ın yarılanma ömrü)



Şekil 3.8. *O.nubilalis* pupalarının ışınlanmasında kullanılan gamma radyasyonu kaynağı ve içerisinde pupa bulunan petri kutularının yerleştirilmesi.

3.2.3. Gamma radyasyonunun *O.nubilalis*'e etkilerinin araştırılması

O.nubilalis pupaları ışınlandıktan sonra kurulan denemelerin tamamı, *O.nubilalis* kültürünün yetiştirildiği iklim dolabında ve aynı koşullarda yürütülmüştür.

3.2.3.1. Ergin çıkışı

O.nubilalis'in ergin çıkışından 1 gün önce ışınlanan 8 günlük erkek ve dişi pupalarına uygulanan gamma radyasyonu dozlarının pupalardan ergin çıkışına ve çıkan erginlerdeki şekil bozukluğuna olan etkilerini belirlemek amacı ile her uygulama dozu için 12-38 adet olmak üzere farklı sayılarda pupa kullanılmıştır. Kontrol grubu için 50 adet pupa izlenmiştir. Çıkan erginlerin dinlenme ve kanatlarını kurutmaları için pupa kutularının içerisine merdiven şeklinde kıvrılmış kağıt şeritler yerleştirilmiştir. Ergin çıkışı tamamlanincaya kadar pupalar kontrol edilerek normal ve bozuk şekilli erginler ile açılmayan pupa sayıları varsa kaydedilmiştir.

3.2.3.2. Yumurtlama

O.nubilalis'in değişik dozlarda ışınlanan erkek ve dişi pupalarından, ışınlamadan 1 gün sonra çıkan erginler, karşı cinsiyetten ve aynı günde çıkan normal (ışınlanmamış) erginlerle bir çift olarak çiftleştirme kafeslerine konulmuştur. Denemeler, eldeki normal ergin sayısına bağlı kalınarak 5-8 tekerrürlü kurulmuştur. Erginlerin beslenmesinde ve yumurta elde edilmesinde, *O. nubilalis*'in yetiştirilmesinde anlatılan metot kullanılmıştır. Dişiler ölünceye kadar hergün yumurtalı kağıtlar değiştirilmiş, yenileri konulmuştur. Suluklar kontrol edilerek yumurta

konanlar değiştirilmiştir. Toplanan yumurtalar küçük plastik kutulara yerleştirilmiş ve etiketlenmiştir. Yumurta sayımı, daha kolay olduğu ve hataya yer vermediği için embriyo gelişmesinin 2. veya 3. gününde steoroskopik mikroskopta yapılmıştır. Böylece bir dişinin koyduğu ortalama toplam yumurta sayısı ve yumurtlama süresince ortalama günlük yumurta sayısı belirlenmiştir. Bu alışmalar ile yine bir dişinin ortalama yumurtlama öncesi (preovipozisyon), yumurtlama (ovipozisyon) ve yumurtlama sonrası (postovipozisyon) süreleri de tespit edilmiştir.

3.2.3.3. Yumurta açılımlı

Yumurta açılımlı için, yumurtlama bölümünde her tekerrürden alınan ve sayımları yapılmış olan günlük yumurtaların tamamı kullanılmıştır. Steoroskopik mikroskop kullanılarak yumurtalarda siyahbaş oluşumu ve çıkan larvalar sayılmıştır. Böylece toplam yumurta üzerinden ortalama siyahbaş dönemine ulaşma süresi ve oranı, yumurta açılma süresi ve oranı ile siyahbaş dönemine göre yumurta açılma oranı belirlenmiştir.

Yumurta açılımlı çalışmaları, aynı Şekilde, iftleşme gücünün belirlenmesi için kurulan denemeden elde edilen yumurtalarda da yrtlmştir.

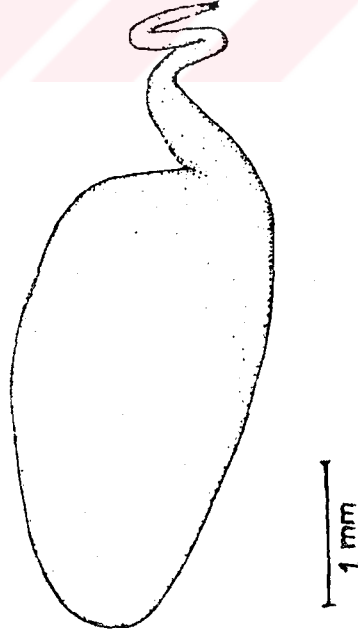
3.2.3.4. Ömür

Değişik gamma radyasyonu dozlarında ışınlanmış erkek ve dişi pupalardan elde edilen erginlerde mrn hesaplanması için, her dozdaki kullanılan bireylerin ergin olma ve ölüm tarihleri kaydedilmiştir. Hesaplama da tabii ölümler dikkate alınmış, suluğa düşerek veya kafes teline sıkışarak ölenler dikkate alınmamıştır. Böylece; beslenen, çiftleşen ve yumurta koyan dişilerde ömür (erginin yaşama süresi) gün olarak belirlenmiştir.

3.2.3.5. Çiftleşme gücü

Gamma radyasyonunun erkeklerin çiftleşme gücüne etkisini belirlemede El-Sayed ve Graves'ten (1969) yararlanılmıştır. Ergin çıkışından bir gün önce 10,20,25,30, 32.5 ve 35 krad dozlarında ışınlanmış erkekler normal dişiler ile birer çift ve ayrıca 25 ve 32.5 krad ile ışınlı erkekler normal dişiler ile üçer çift halinde çiftleştirilmiştir. Dişiler ölüncüye kadar çiftleştirme kafeslerinin günlük kontrolleri yapılmıştır.

Ölen dişilerin genitelyaları stereoskopik mikroskop altında böcek iğnesi kullanarak çıkartılmış ve çiftleşme kesesi (bursa copulatrix) açılmıştır. Şekil 3.9'da görülen sperma paketi (spermatofor) sayısı her dişide belirlenmiştir. Öldüğü gün incelenemeyen bireyler, abdomenleri yumuşayınca kadar, içinde % 5'lik fenolle ıslatılmış kurutma kağıdı bulunan petri kutularına yerleştirilmiştir. Abdomeni yumuşayanlarda aynı yöntem kullanılarak spermatofor sayımı yapılmıştır.



Şekil 3.9. *O. nubilalis*'in spermatoforu.

3.2.4. İstatistikî kontrol

O.nubilalis'in olgun erkek ve dişi pupalarına uygulanan değişik gamma radyasyonu dozlarının metot bölümünde bahsedilen etkilerinin araştırılması için denemelerde "Tesadüf Parselleri Deneme Deseni" kullanılmıştır. Denemelerin değerlendirilmesinde Düzgüneş vd (1987) ve Karman'-dan (1971) yararlanılmıştır.

Denemeler sonunda yüzde olarak hesaplanan değerlerde açı değeri çevirmesi yapılmış, sayılarak elde edilen değerlerde ise herhangi bir transformasyon yapılmamıştır.

Karakterler (uygulama dozları) arasında farklılık olup olmadığı "Varyans Analizi" ile belirlenmiştir. Farklılık görülmüş ise, bu farklılıkların önem derecesine göre sırasını bulmak için "Duncan Testi" uygulanmıştır. Uygulama dozları ile böceğin biyolojisinde görülen değişiklikler arasındaki ilişkinin bulunmasında "korelasyon" ve ilişkinin önem kontrolünde "t" testi yapılmıştır. Önemli bulunan ilişkiler için ise "Regresyon Analizi" uygulanmıştır.

4. SONUÇLAR

4.1. Gamma radyasyonunun *O. nubilalis*'e etkileri

O. nubilalis'le savaşımında, Kısır Böcek Salıverme (S.I.T.) metodunun kullanılabilmesi için temel araştırma niteliği taşıyan bu çalışma ile; ergin çıkışına 1 gün kala değişik gamma radyasyonu dozlarına tâbi tutulan 8 günlük erkek ve dişi pupalardan çıkan erginlerde radyasyonun etkileri araştırılmıştır. Dozların erginlerde oluşturduğu kısırılığın belirlenmesi yanında erginlerin çiftleşme ve yumurtlama davranışları ile ömürlerine olan etkileri tespit edilmiş ve elde edilen sonuçlar verilmiştir.

4.1.1. Ergin çıkışı

Ergin çıkışından 1 gün önce erkek ve dişi pupalara uygulanan değişik gamma radyasyonu dozlarının çıkışa etkileri Çizelge 4.1.'in incelenmesinden de anlaşılacağı gibi ergin çıkışından bir gün önce değişik gamma radyasyonu dozlarında ışınlanan erkek ve dişi pupalardan bütün

Çizelge 4.1. *O. nubilalis*'in pupalarına uygulanan değişik gamma radyasyonu dozlarında ergin çıkışı

Doz (krad)	Işınlanan erkek pupa (adet)	Çıkan ergin pupa (adet)	Doz (krad)	Işınlanan dişi pupa (adet)	Çıkan ergin pupa (adet)
0	50	50	0	50	50
10	16	16	10	15	15
20	18	18	15	14	14
25	35	35	17.5	12	12
30	15	15	20	14	14
32.5	38	38	22.5	12	12
35	14	14			

dozlarda ergin çıkışı % 100 oranında gerçekleşmiş ve erginlerde şekil bozukluğu tespit edilmemiştir. Sonuç olarak uygulama dozlarının her iki cinsiyetteki ergin çıkışını etkilemediği ve erginlerde şekil bozukluğuna neden olmadığı anlaşılmıştır.

4.1.2. Çiftleşme gücü

O.nubilalis'in ışınlanmış erkeklerinin normal dişilerle çiftleşme sayıları; çiftleşme gücünün belirlenmesinde esas alınmıştır. Çiftleşme sayısı, dişilerin bursa copulatrix'inde spermatofor sayımı yapılarak belirlenmiştir.

Değişik gamma radyasyonu dozlarında ışınlanmış erkek pupalardan elde edilen erginler normal dişilerle birer ve üçer çift halinde çiftleştirildiğinde dişiler ölünceye kadar çiftleşme sayıları ve oranları Çizelge 4. 2'de ve çiftleşme sayılarına göre çizilen grafik Şekil 4.1 'de verilmiştir.

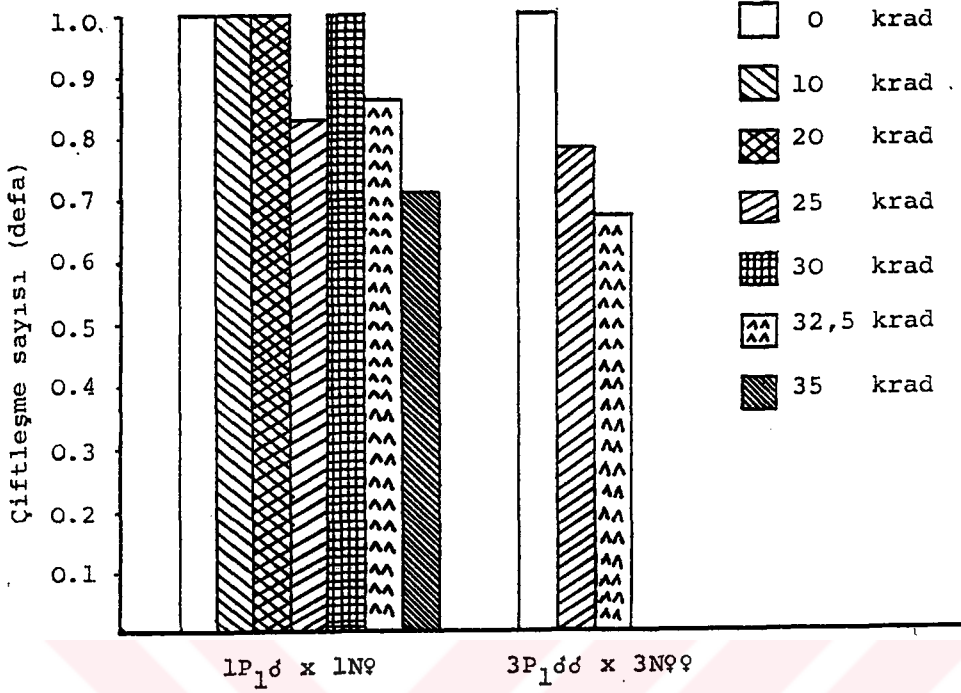
Çizelge 4. 2'de görüldüğü gibi ışınlanmış erkek ile normal dişilerin birer çift halinde çiftleştirilmesinde çiftleşme sayısı ortalama olarak kontrol grubu ile 10, 20 ve 30 krad dozunda 1.0 ± 0.0 (1.0-1.0) olarak belirlenmiş ve çiftleşme oranının % 100 olduğu görülmüştür. Çiftleşme sayısı 25 krad'da 0.83 ± 0.17 (0.0-1.0), 32.5 krad'da 0.86 ± 0.14 (0.0-1.0) ve 35 krad'da 0.71 ± 0.18 (0.0-1.0) olarak görülürken bu dozlarda çiftleşme oranları sırası ile % 83.34, % 85.71 ve % 71.43 olarak belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel kontrolde uygulama dozlarında çiftleşme sayıları (spermatofor adedi) arasındaki farkın önemli ($P > 0.05$) olmadığı anlaşılmıştır. Uygulama dozları ile çiftleşme sayıları arasındaki ilişkinin önemsiz ($P > 0.05$) olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4. 2. *O. nubilalis*'in değişik gamma radyasyonu dozları ile ışınlanmış erkeklerinin normal dişilerle çiftleşme sayıları ve oranları

Doz (krad) ve tekerrür	110 x 1N♀ çiftleşme		Doz (krad) ve tekerrür	310 x 3N♀ çiftleşme	
	sayısı (defa)	oranı (%)		sayısı (defa)	oranı (%)
0 n = 8	1.0 ± 0.0 (1.0-1.0)	100.00	0 n = 7	1.0 ± 0.0 (1.0-1.0)	100.00
10 n = 5	1.0 ± 0.0 (1.0-1.0)	100.00	-		
20 n = 7	1.0 ± 0.0 (1.0-1.0)	100.00	-		
25 n = 6	0.83 ± 0.17 (0.0-1.0)	83.34	25 n = 6	0.78 ± 0.11 (0.0-1.0)	77.77
30 n = 7	1.0 ± 0.0 (1.0-1.0)	100.00	-		
32.5 n = 7	0.86 ± 0.14 (0.0-1.0)	85.71	32.5 n = 7	0.67 ± 0.07 (0.0-1.0)	66.66
35 n = 7	0.71 ± 0.18 (0.0-1.0)	71.43	-		

Çizelge 4. 2'de görüldüğü gibi ışınlanmış erkeklerle normal dişiler üzer çift halinde çiftleştirildikleri takdirde ortalama çiftleşme sayısı kontrol grubunda 1.0 ± 0.0 (1.0-1.0), 25 krad'da 0.78 ± 0.11 (0.0-1.0) ve 32.5 krad'da 0.67 ± 0.07 (0.0-1.0) olarak belirlenmiş ve bu dozlarda çiftleşme oranınının sırası ile % 100, % 77.77 ve % 66.66 olduğu anlaşılmıştır.

Varyans analizinde uygulama dozlarında çiftleşme sayıları arasındaki farkın önemli ($P < 0.05$) olduğu belirlenmiştir. Duncan testine göre kontrol grubunun birinci, 25 krad'ın ikinci ve 32.5 krad'ın üçüncü sırada yer aldığı görülmüştür. Uygulama dozları ile çiftleşme sayısı arasındaki ilişkinin önemsiz ($P > 0.05$) olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.1 . *O. nubilalis*'in pupa döneminde ışınlanmış erkeklerinin normal dişiler ile çiftleşme sayıları.

4.1.3. Yumurtlama

4.1.3.1. Yumurtlama öncesi, yumurtlama ve yumurtlama sonrası süreleri

Değişik gamma radyasyonu dozları ile ışınlanan *O. nubilalis*'in erkek pupalarından elde edilen erginlerle çiftleşen normal dişilerde yumurtlama öncesi (preovipozisyon), yumurtlama (ovipozisyon) ve yumurtlama sonrası (postovipozisyon) sürelerine ait değerlerin verildiği Çizelge 4.3'te görüldüğü gibi pupa döneminde ışınlanmış

Çizelge 4.3. Değişik gamma radyasyonu dozlarında ışınlanan *O.nubilalis* erkek pupalarından çıkan erginlerle çiftleşen normal dişilerde yumurtlama öncesi, yumurtlama ve yumurtlama sonrası süreleri

Doz (Krad) ve tekerrür	Yumurtlama öncesi (gün)	Yumurtlama (gün)	Yumurtlama sonrası (gün)
0 n = 8	3.0 ± 0.42 (1-4)	8.3 ± 0.10 (4-13)	3.4 ± 0.63 (1-6)
10 n = 5	2.7 ± 0.33 (2-4)	7.0 ± 0.32 (6-8)	1.2 ± 0.58 (0-3)
20 n = 7	3.0 ± 0.31 (2-4)	8.0 ± 0.71 (6-10)	1.8 ± 0.37 (1-3)
25 n = 5	2.4 ± 0.24 (2-3)	6.6 ± 0.51 (5-8)	1.6 ± 0.51 (0-3)
30 n = 7	2.7 ± 0.28 (2-4)	7.7 ± 0.88 (6-12)	2.8 ± 1.28 (1-9)
32.5 n = 6	3.0 ± 0.63 (2-6)	8.0 ± 1.29 (4-13)	3.3 ± 1.45 (0-10)
35 n = 5	2.8 ± 0.58 (2-5)	10.4 ± 1.60 (8-16)	2.0 ± 1.00 (1-6)

erkek bireylerle birer çift halinde çiftleştirilen normal dişilerde yumurtlama öncesi süreleri 0, 20 ve 32.5 krad dozlarında sırası ile ortalama 3.0 ± 0.42 (1-4), 3.0 ± 0.31 (2-4) ve 3.0 ± 0.63 (2-6) gün olarak bulunmuştur. Bu süre, 25 krad dozunda ortalama 2.4 ± 0.24 (2-3) gündür. 10, 30 ve 35 krad dozlarında ise yumurtlama öncesi süreleri sırası ile ortalama 2.7 ± 0.33 (2-4), 2.7 ± 0.28 (2-4) ve 2.8 ± 0.58 (2-5) gün olarak tespit edilmiştir. Yumurtlama süreleri bakımından Çizelge 4.3 incelendiği zaman, bu sürenin 35 krad'da ortalama 10.4 ± 1.60 (8-16) gün, 25 krad'da 6.6 ± 0.51 (5-8) gün olduğu anlaşılır. Yumurtlama süresi 0, 10, 20, 30 ve 32.5 krad dozlarında sırası ile ortalama 8.3 ± 0.10 (4-13), 7.0 ± 0.32 (6-8), 8.0 ± 0.71 (6-10), 7.7 ± 0.88 (6-12) ve 8.0 ± 1.29 (4-13) gün olarak bulunmuştur.

Işınlanmış erkeklerle çiftleşen normal dişilerde yumurtlama sonrası süre, kontrol grubunda ortalama 3.4 ± 0.63 (1-6) gün ve 10 krad dozunda ise ortalama 1.2 ± 0.58 (0-3) gün olarak tespit edilmiştir. Bu süre 20, 25, 30,

32.5 ve 35 krad dozlarında sırası ile ortalama 1.8 ± 0.37 (1-3), 1.6 ± 0.51 (0-3), 2.8 ± 1.28 (1-9), 3.3 ± 1.45 (0-10) ve 2.0 ± 1.00 (1-6) gün olarak bulunmuştur.

Yapılan istatistikî kontrollerde, bütün dozlarda ışınlanmış erkeklerle çiftleşen normal dişilerde yumurtlama öncesi, yumurtlama ve yumurtlama sonrası süreleri arasındaki farkın önemli olmadığı anlaşılmıştır ($P > 0.05$). Uygulama dozları ile; yumurtlama öncesi süre arasında negatif ($r = -0.004$), yumurtlama süresi arasında pozitif ($r = 0.03$) ve yumurtlama sonrası süresi arasında pozitif ($r = 0.002$) bir ilişkinin bulunduğu; fakat, bu ilişkilerin önemsiz ($P > 0.05$) olduğu görülmüştür.

Değişik gamma radyasyonu dozları ile ışınlanan *O.nubilalis*'in dişi pupalarından elde edilen erginlerle normal erkeklerin çiftleştirilmesinde belirlenen yumurtlama öncesi, yumurtlama ve yumurtlama sonrası sürelerinin verildiği Çizelge 4.4'te de görüldüğü gibi, ışınlanmış pupalardan elde edilen ve normal erkekle çiftleştirilen dişilerde yumurtlama öncesi süresi 10 krad'da ortalama 3.3 ± 0.25 (3-4), 22.5 krad'da ise ortalama 2.0 ± 0.00 gün olarak bulunmuştur. Bu süre 0, 15, 17.5 ve 20 krad dozlarında sırası ile ortalama 3.0 ± 0.42 (1-4), 2.4 ± 0.25 (2-3), 2.1 ± 0.14 (2-3) ve 2.3 ± 0.33 (2-3) gündür.

İstatistikî kontrolde uygulama dozlarında ışınlanmış dişilerin yumurtlama öncesi süreleri arasındaki farkın önemli olmadığı anlaşılmıştır ($P > 0.05$). Uygulama dozları ile yumurtlama öncesi süresi arasındaki ilişkinin önemsiz ($P > 0.05$) olduğu görülmüştür.

Işınlanmış dişilerde yumurtlama süresi, kontrol grubunda ortalama 8.3 ± 0.10 (4-13) gün ve 17,5 krad dozunda ortalama 3.4 ± 0.72 (1-6) gün olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.4). Diğer uygulama dozları olan 10,15,20

Çizelge 4.4. Değişik gamma radyasyonu dozlarında ışınlanan *O.nubilalis* dişi pupalarından çıkan erginlerde yumurtlama öncesi, yumurtlama ve yumurtlama sonrası süreleri

Doz (krad) ve tekerrür	Yumurtlama öncesi (gün)	Yumurtlama (gün)	Yumurtlama sonrası (gün)
0 n = 8	3.0 ± 0.42 (1-4)	8.3 ± 0.10 (4-13)	3.4 ± 0.63 (1-6)
10 n = 4	3.3 ± 0.25 (3-4)	3.8 ± 1.03 (1-6)	1.0 ± 0.41 (0-2)
15 n = 5	2.4 ± 0.25 (2-3)	7.2 ± 0.80 (5-9)	3.8 ± 0.80 (2-6)
17.5 n = 7	2.1 ± 0.14 (2-3)	3.4 ± 0.72 (1-6)	2.1 ± 0.63 (0-5)
20 n = 3	2.3 ± 0.33 (2-3)	5.3 ± 1.20 (3-7)	2.7 ± 1.77 (0-2)
22.5 n = 2	2.0 ± 0.00	4.5 ± 0.50 (4-5)	2.0 ± 1.0 (1-3)

ve 22.5 krad dozlarında ise bu süre; sırası ile ortalama 3.8 ± 1.03 (1-6), 7.2 ± 0.80 (5-9), 5.3 ± 1.20 (3-7) ve 4.5 ± 0.50 (4-5) gündür.

Varyans analizi sonucunda yumurtlama süreleri arasında farklılık olduğu; bu süre bakımından dişilerin gamma radyasyonundan etkilendikleri anlaşılmıştır ($P < 0.05$). Farklılığın derecesini belirlemek için Duncan testi uygulanmış ve kontrol grubunun birinci, 15 krad'ın ikinci, 20 krad'ın üçüncü, 22.5 krad'ın dördüncü, 10 krad'ın beşinci ve 17.5 krad'ın altıncı sırada yer aldığı görülmüştür. Uygulama dozları ile yumurtlama süreleri arasındaki ilişkinin önemsiz ($P > 0.05$) olduğu anlaşılmıştır.

Çizelge 4.4'te görüldüğü gibi ışınlanmış dişilerde yumurtlama sonrası süre ortalama olarak; 15 krad'da

3.8 \pm 0.80 (2-6) gün ve 10 krad'da 1.0 \pm 0.41 (0-2) gündür. Bu süre 0, 17.5, 20 ve 22.5 krad dozlarında sırası ile ortalama 3.4 \pm 0.63 (1-6), 2.1 \pm 0.63 (0-5), 2.7 \pm 1.77 (0-2) ve 2.0 \pm 1.00 (1-3) gün olarak belirlenmiştir.

Yapılan istatistiki kontrol sonucunda uygulama dozlarında yumurtlama sonrası sürelerinin farklı olmadığı ($P > 0.05$) ve aradaki ilişkinin önemsiz ($P > 0.05$) olduğu görülmüştür.

4.1.3.2. Toplam yumurta verimi (sayısı)

O.nubilalis'in erkek ve dişi pupalarına uygulanan değişik dozlardaki gamma radyasyonunun bu pupalardan elde edilen bireylerin normal (ışınlanmamış) bireylerle çiftleştirilmesinde ortalama toplam yumurta verimi (sayıları) (fekondite) Çizelge 4.5'te, bu değerlerden yararlanılarak çizilen grafik Şekil 4.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.5. *O.nubilalis*'in erkek ve dişi pupalarına uygulanan değişik gamma radyasyonu dozlarında ortalama toplam yumurta verimi

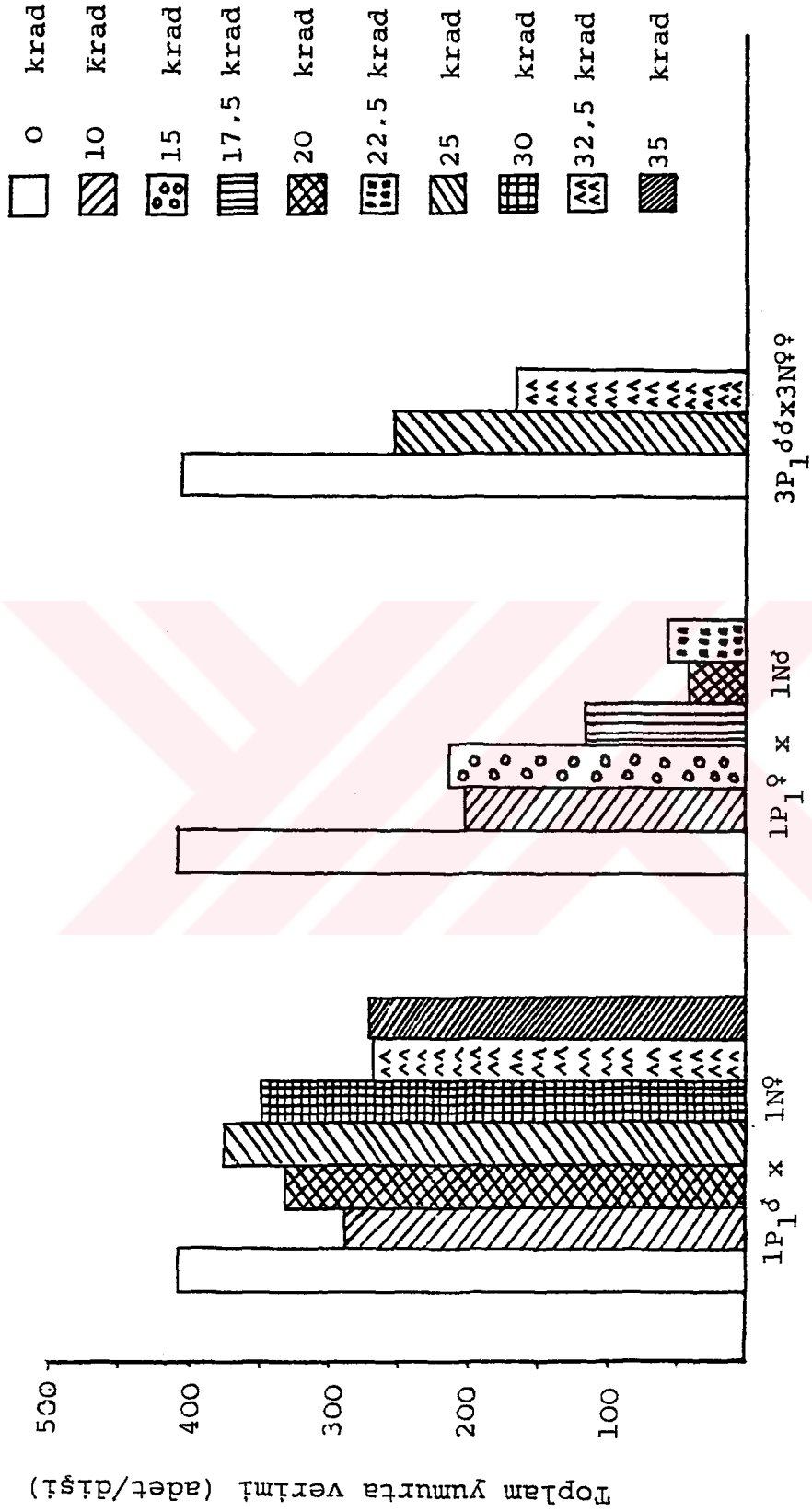
Doz (krad) ve tekerrür	110x1N9 yumurta (adet)	Doz (krad) ve tekerrür	110x1N6 yumurta (adet)	Doz (krad) ve tekerrür	3100x3N99 yumurta (adet/dişi)
0 n= 8	406.5 \pm 39.54 (261-597)	0 n=8	406.5 \pm 39.54 (261-597)	0 n=7	403.8 \pm 44.07 (249-545.7)
10 n= 5	287.0 \pm 63.62 (122-405)	10 n=5	201.2 \pm 82.47 (0-469)	25 n=7	256.4 \pm 66.42 (0 - 556)
20 n= 7	329.3 \pm 95.90 (62-778)	15 n=5	210.0 \pm 68.95 (44-371)	32,5 n=7	165.2 \pm 22.39 (88.7-256.3)
25 n= 6	374.6 \pm 98.85 (0-763)	17,5 n=7	115.4 \pm 104.21 (6-289)		
30 n= 7	348.6 \pm 24.52 (271-423)	20 n=7	40.57 \pm 20.46 (0-133)		
32,5 n= 7	268.4 \pm 67.58 (0-473)	22.5 n=7	55.7 \pm 46.50 (0-330)		
35 n= 7	270.4 \pm 72.02 (0-457)				

Çizelge 4.5'te görüldüğü gibi bir ışınlanmış erkekle bir normal dişide ortalama toplam yumurta veriminin kontrolde 406.5 ± 39.54 (261-597), 32.5 krad'da 268.4 ± 67.58 (0-473) adet olduğu anlaşılmıştır. Bu sayı 10 krad'da 287.0 ± 63.62 (122-405) adet iken 20, 25, 30 ve 35 krad dozlarında ortalama olarak sırası ile 329.3 ± 95.90 (62-778), 374.6 ± 98.85 (0-763), 348.6 ± 24.52 (271-423) ve 270.4 ± 72.02 (0-457) adet olarak belirlenmiştir.

Toplam yumurtalara uygulanan varyans analizi sonucunda uygulama dozlarında toplam yumurta verimi arasındaki farklılığın önemli olmadığı belirlenmiştir ($P > 0.05$). Buna rağmen özellikle 32.5 ve 35 krad dozlarında bu değerlerin kontrole göre oldukça düşük olduğu görülmüştür. Uygulama dozları ile toplam yumurta verimi arasında önemsiz ($P > 0.05$) bir ilişki tespit edilmiştir.

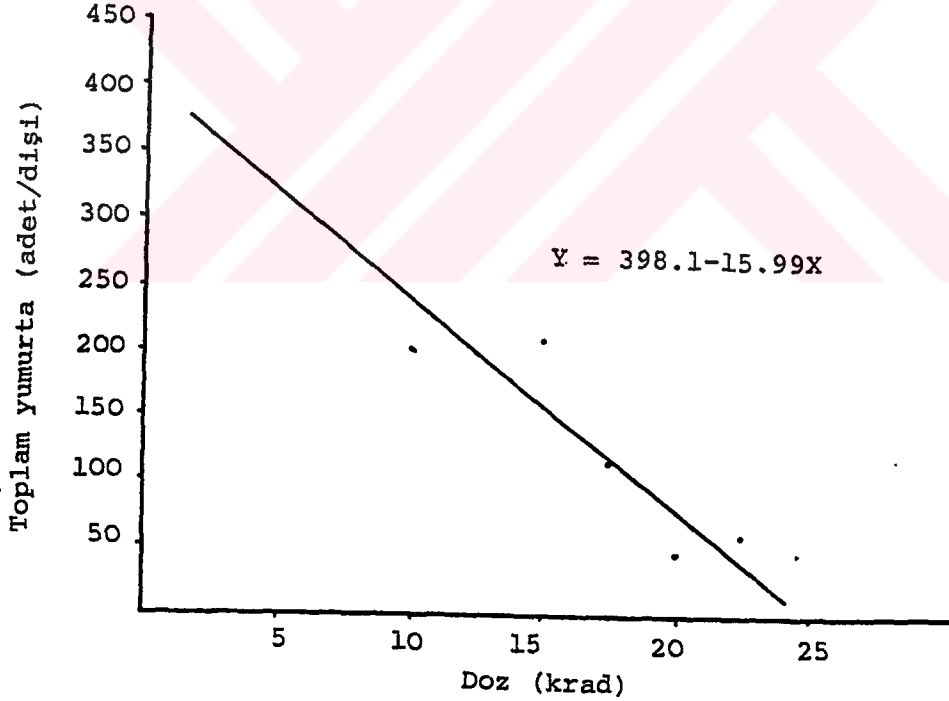
Çizelge 4.5'te görüldüğü gibi normal erkekler ile çiftleşen ışınlanmış dişilerde ortalama toplam yumurta verimi kontrol grubunda 406.5 ± 39.54 (261-597) adet ve 20 krad dozunda 40.57 ± 20.46 (0-133) adet iken 10 krad'da 201.2 ± 82.47 (0-469), 15 krad'da 210.0 ± 68.95 (44-371), 17.5 krad'da 115.4 ± 104.21 (6-289) ve 22,5 krad'da 55.7 ± 46.50 (0-330) adet olarak belirlenmiştir.

Yapılan varyans analizi sonucunda dişi pupalara uygulanan gamma radyasyonu dozlarında yumurta veriminin (sayılarının) farklı olduğu anlaşılmıştır ($P < 0.05$). Farklılığı belirlemek için yapılan Duncan testine göre kontrol grubunun birinci sırada yer aldığı, 10 ve 15 krad dozlarının ikinci, 17.5 krad'ın üçüncü ve 20 krad ile 22.5 krad'ın dördüncü durumda buldukları anlaşılmıştır. Uygulama dozları ile yumurta verimi arasında önemli ($P < 0.05$) bir ilişki bulunduğu belirlenmiştir (Şekil 4.3.).



Şekil 4.2. *O. nubilalis*'in pupa döneminde ışınlanmış erginlerinin karşı cinsiyetten normal bireylerle çiftleşmesinde toplam yumurta verimi.

Işınlanmış erkekler ile normal dişiler üçer çift halinde çiftleştirildikleri zaman, dişilerde ortalama toplam yumurta verimi, Çizelge 4.5'te görüldüğü gibi 0, 25 ve 32.5 krad dozlarında sırası ile 403.8 ± 44.07 (249-545.7), 256.4 ± 66.42 (0-556) ve 165.2 ± 22.39 (88.7-256.3) adet olarak belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel kontrol sonucunda toplam yumurta verimi bakımından dozlar arasındaki farkın önemli ($P < 0.05$) olduğu anlaşılmıştır. Duncan testine göre kontrol grubunun birinci sırada yer aldığı, 25 ve 32.5 krad dozları arasında fark olmadığı ve bunlarında ikinci sırada buldukları tespit edilmiştir. Dozlar ile toplam yumurta verimi arasındaki ilişkinin önemsiz ($P > 0.05$) olduğu görülmüştür.

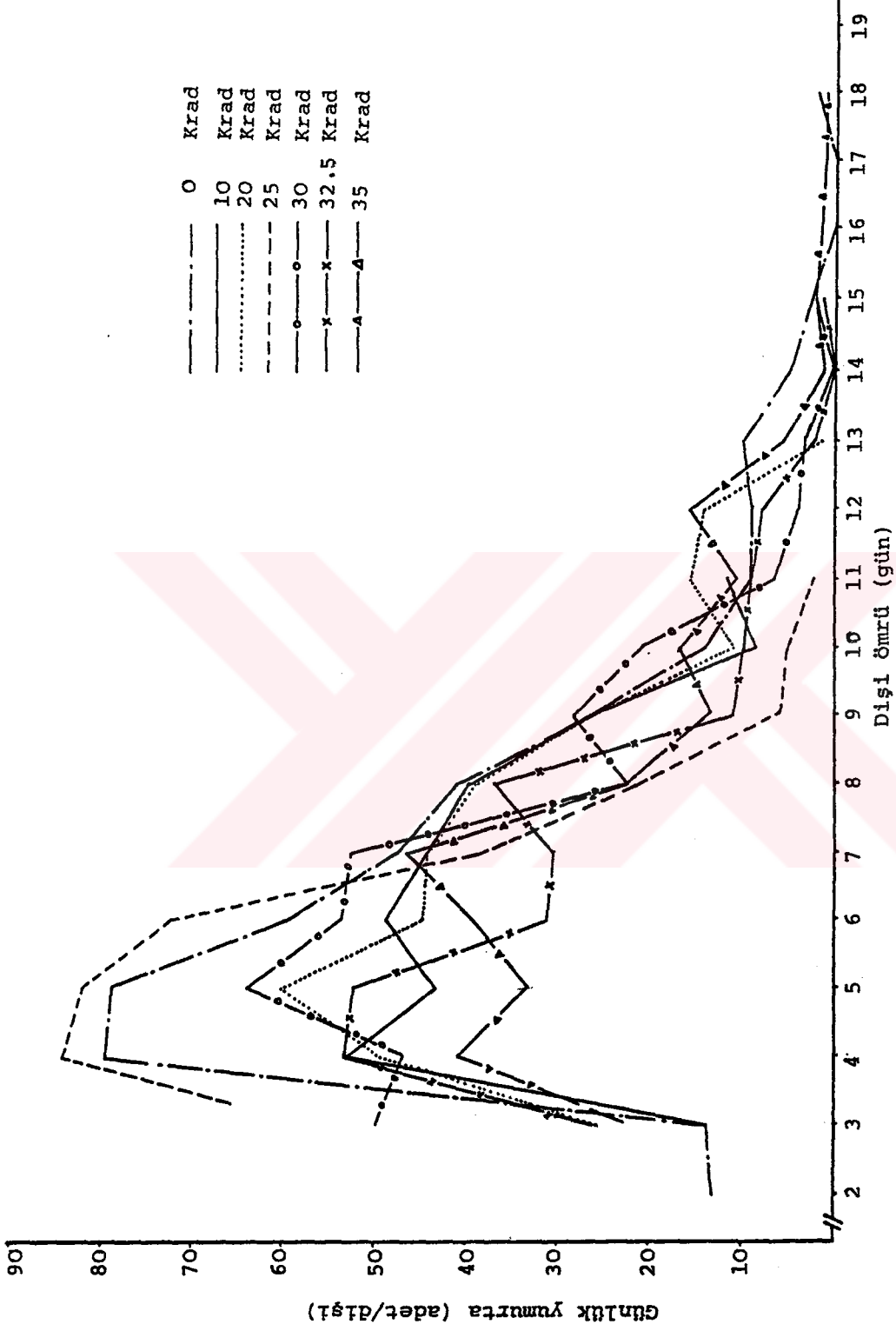


Şekil 4.3. *O. nubilalis*'in dişi pupalarına uygulanan dozlar ile erginlerdeki yumurta verimi arasındaki ilişki.

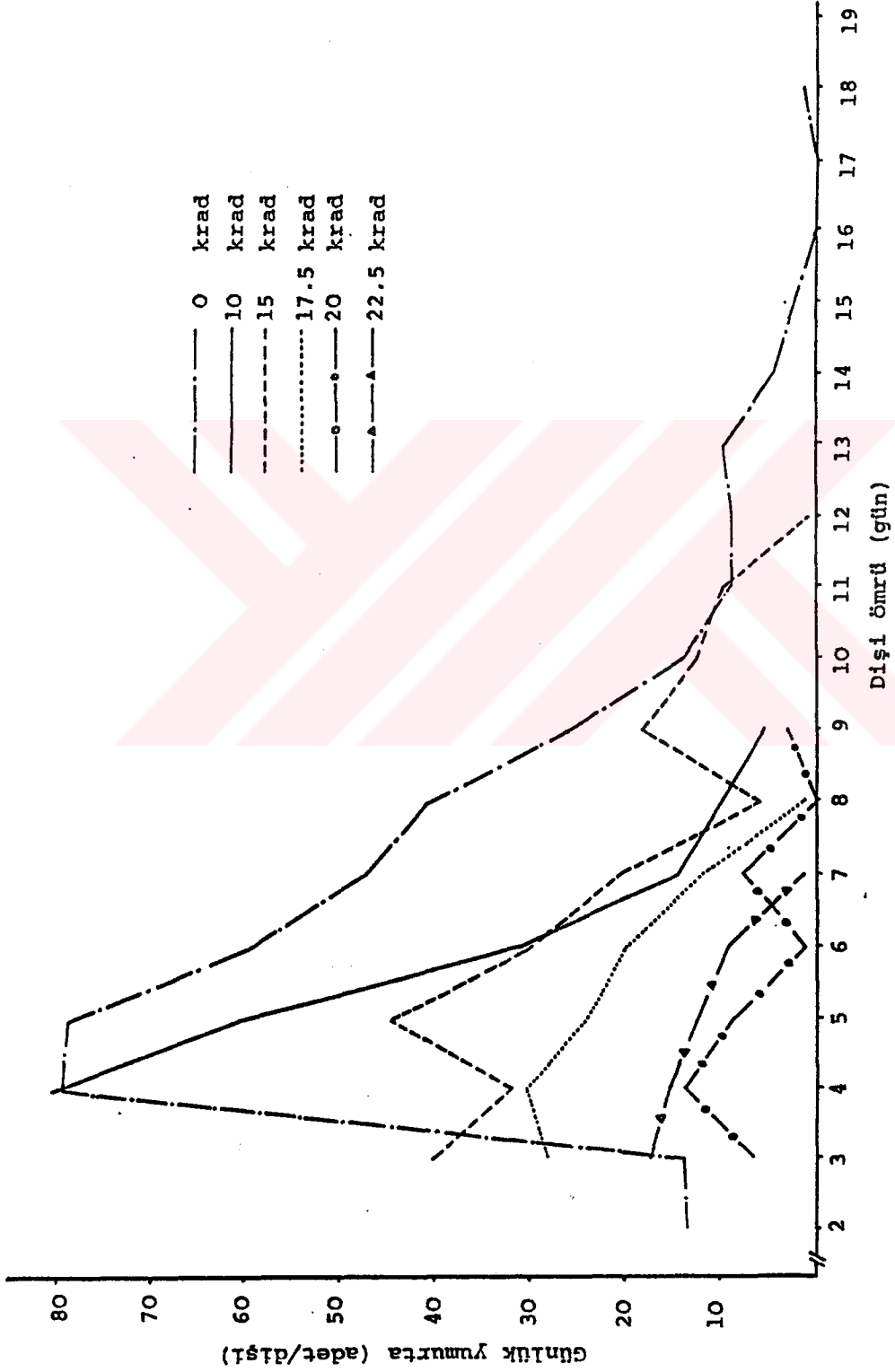
4.1.3.3. Günlük yumurta verimi (sayısı)

Değişik gamma radyasyonu dozlarında ışınlanmış *O.nubilalis* erkek pupalarından elde edilen erginlerle çiftleşen normal dişilerin çıkıştan itibaren günlük ortalama yumurta verimleri (sayıları) Şekil 4.4'te grafik halinde gösterilmiştir. Işınlanmış erkeklerle çiftleşen dişilerin çıkışlarından sonra üçüncü, kontrol grubunda ise ikinci günden itibaren yumurta bırakmaya başladıkları, ilk günlerde yumurta verimlerinde hızlı bir artışın olduğu ve genellikle birkaç gün içinde yüksek düzeye ulaştığı belirlenmiştir. En çok günlük ortalama yumurta verimi (sayısı) dördüncü günde; kontrolde 79.38 ± 21.33 (0-158), 10 krad'da 52.6 ± 22.21 (0-120), 25 krad'da 84.0 ± 25.42 (0-170) ve 32.5 krad'da 53.1 ± 21.07 (0-153) adet iken beşinci günde, 20 krad'da 60.14 ± 23.36 (4-152) ve 30 krad dozunda 63.57 ± 12.59 (10-103) adet, 35 krad dozunda ise yedinci günde 46.57 ± 18.04 (22-130) adet olarak belirlenmiştir. Bütün dozlarda daha sonraki günlerde günlük yumurta verimi genellikle dalgalanmalar göstererek giderek azalan bir seyir izlemiştir. Çıkıştan itibaren dişilerin ilk altı gün içerisinde yumurtalarının kontrol grubunda % 60.08, 10 krad'da % 54.98, 20 krad'da % 54.40, 25 krad'da % 80.87, 30 krad'da % 61.12, 32,5 krad'da % 60.35 ve 35 krad'da %50.08'ini bıraktıkları belirlenmiştir.

Normal erkeklerle çiftleşen ışınlanmış dişilerin günlük ortalama yumurta sayılarından yararlanılarak çizilen grafik Şekil 4.5'te de görüldüğü gibi çıkıştan itibaren dişilerin kontrol grubunda ikinci, 10 krad'da dördüncü ve diğer dozlarda üçüncü günde yumurta bırakmaya başladıkları anlaşılmıştır. Günlük yumurta verimi 10 ve 22.5 krad dozlarında sırası ile ortalama 80.2 ± 35.25 (0-160) ve 17.43 ± 15.22 (0-108) adet yumurta ile ilk günde en yüksek düzeyden başlamış olup giderek azalmıştır. Günlük bırakılan yumurta sayısı dördüncü günde kontrol grubunda 79.38 ± 21.35 (0-158), 17.5 krad'da 30.42 ± 14.18 (0-85)



Şekil 4.4. *O. nubilalis*'in pupa döneminde ışınlanan erkekleri ile çiftleşen normal dişilerde günlük ortalama yumurta verimi.



Şekil 4.5. *O. nubilalis*'in pupa döneminde ışınlanmış dişilerinin normal erkekler ile çiftleşmesinde günlük yumurta verimi.

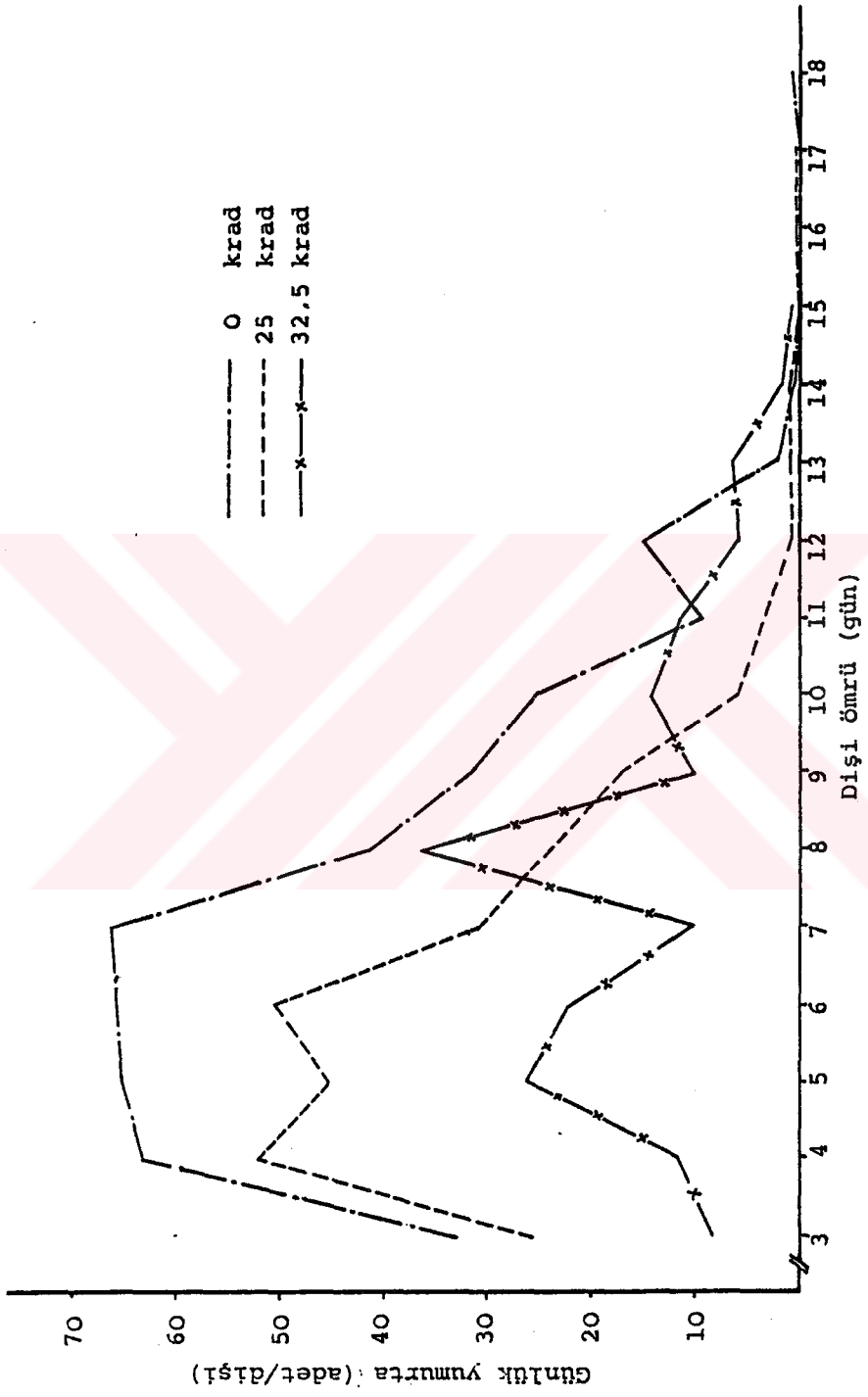
adet olmuş daha sonraki günlerde azalan bir seyir izlemiştir. Yumurta verimi 15 krad'da beşinci günde 44.6 ± 18.53 (2-67) ve 20 krad'da dördüncü günde 13.57 ± 13.08 (0-92) adet ortalama yumurta ile en yüksek düzeye ulaşmış ve takip eden günlerde benzer dalgalanmalar göstererek azalan bir gidiş göstermiştir.

Çıkışlarından itibaren dişiler ilk altı gün içerisinde yumurtalarının; kontrol grubunda % 60.08, 10 krad'da % 85.28, 15 krad'da % 67.90, 17.5 krad'da % 88.86, 20 krad'da % 73.94 ve 22,5 krad'da % 97.44 ünü bırakmışlardır.

O. nubilalis'in ışınlanmış erkek ve normal dişileri üçer çift halinde çiftleştirildikleri zaman günlük ortalama yumurta verimlerinin, grafik halinde verildiği Şekil 4.6'da da görüldüğü gibi, çıkıştan itibaren dişilerin üçüncü günde yumurta bırakmaya başladıkları ve en çok yumurtanın kontrol grubunda yedinci günde 66.14 ± 23.92 (16.3-201.6) adet, 25 krad dozunda dördüncü günde 51.66 ± 14.28 (0-113.6) adet ve 32,5 krad dozunda ise sekizinci günde 36.33 ± 12.62 (0-90.6) adet olarak bırakılmış olduğu anlaşılmıştır. Çıkışlarından itibaren 6 gün içerisinde dişilerin toplam yumurtalarının; kontrol grubunda % 52.69, 25 krad'da % 67.40 ve 32.5 krad'da % 41.33'ünün bırakılmış olduğu belirlenmiştir. Ortalama günlük yumurtanın en fazla bırakılmasından sonraki günlerde yumurta verimi, çok az dalgalanmalar göstererek giderek azalan bir gidiş göstermiştir.

4.1.4. Ömür

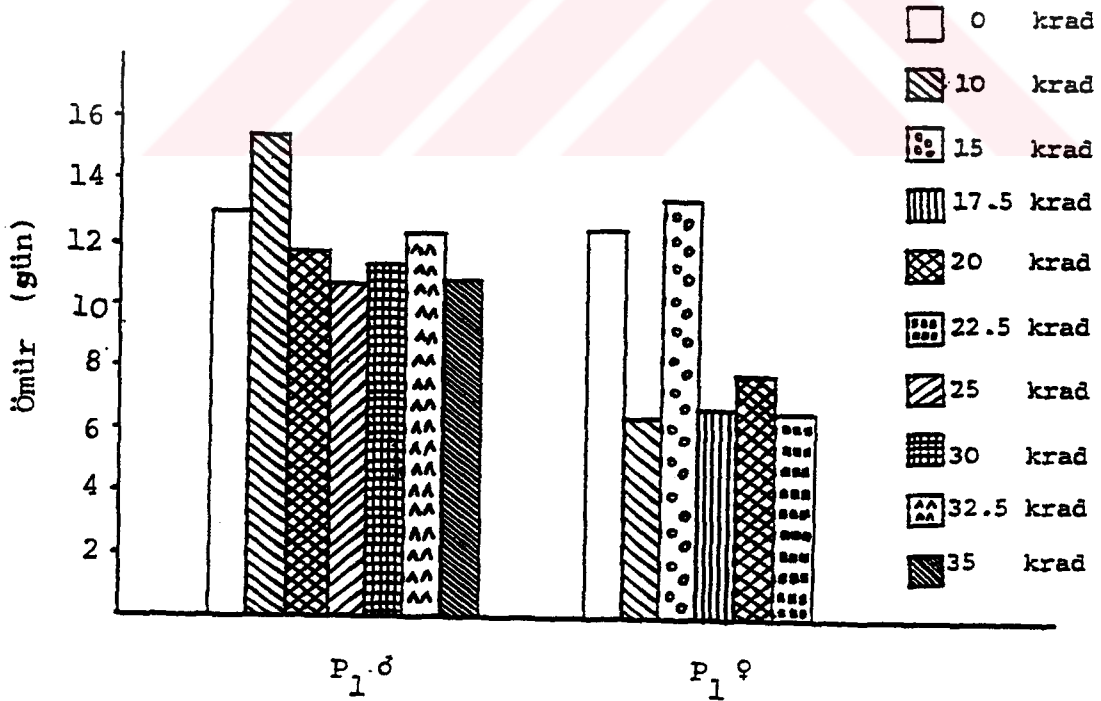
Ergin çıkışından bir gün önce değişik gamma radyasyonu dozlarında ışınlanan erkek ve dişi *O. nubilalis* pupalarından çıkan bireylerde ömür (erginin yaşama süresi) Çizelge 4.6'da verilmiş ve bu değerlerden yararlanılarak çizilen grafik Şekil 4.7'de gösterilmiştir.



Şekil 4.6. *O. nubilalis*'in pupa döneminde ışınlanmış erkekleri ile normal dişilerinin üzer çift olarak çiftleştirilmesinde günlük ortalamaya yumurta verimi.

Çizelge 4.6 . *O. nubilalis*'in erkek ve dişi pupalarına uygulanan değişik gamma radyasyonu dozlarında ömür

Doz (krad) ve tekerrür	Erkek ömrü (gün)	Doz (krad) ve tekerrür	Dişi ömrü (gün)
0 n = 8	13.0 ± 0.71 (10.0-17.0)	0 n = 8	12.4 ± 1.07 (8.0 - 18.0)
10 n = 5	15.4 ± 1.78 (10.0-21.0)	10 n = 5	6.4 ± 0.68 (5.0 - 8.0)
20 n = 7	11.7 ± 1.46 (9.0 -19.0)	15 n = 5	13.4 ± 1.17 (10.0-16.0)
25 n = 7	10.7 ± 0.80 (9.0 -15.0)	17.5 n = 7	6.7 ± 0.78 (3.0 - 9.0)
30 n = 7	11.3 ± 1.04 (8.0 - 15.0)	20 n = 7	7.8 ± 1.22 (2.0 -11.0)
32.5 n = 7	12.3 ± 1.15 (8.0 - 17.0)	22.5 n = 7	6.6 ± 0.84 (4.0 -10.0)
35 n = 7	10.8 ± 0.96 (7.0 - 15.0)		



Şekil 4.7. *O. nubilalis*'in erkek ve dişi pupalarına uygulanan değişik gamma radyasyonu dozlarında ömür.

Çizelge 4.6 'da görüldüğü gibi ışınlanmış erkeklerde ortalama ömür; kontrol grubunda 13.0 ± 0.71 (10.0-17.0), 10 krad'da 15.4 ± 1.78 (10.0-21.0), 20 krad'da 11.7 ± 1.46 (9.0-15.0), 25 krad'ta 10.7 ± 0.80 (9.0-15.0), 30 krad'da 11.3 ± 1.04 (8.0-15.0), 32.5 krad'da 12.3 ± 1.15 (8.0-17.0) ve 35 krad'da 10.8 ± 0.96 (7.0-15.0) gün olarak belirlenmiştir.

İstatistikî kontrolde erkek pupalara uygulanan gamma radyasyonu dozlarında ömrün farklı olmadığı anlaşılmıştır ($P > 0.05$). Uygulama dozları ile ömür arasındaki ilişkinin önemsiz ($P > 0.05$) olduğu görülmüştür.

Dişi pupalara uygulanan dozlarda ise ortalama ömür Çizelge 4.6 'da görüleceği gibi kontrol grubunda 12.4 ± 1.07 (8.0-18.0) gün olarak bulunurken 10 krad'da 6.4 ± 0.68 (5.0-8.0), 15 krad'da 13.4 ± 1.17 (10.0-16.0), 17.5 krad'da 6.7 ± 0.78 (3.0-9.0), 20 krad'da 7.8 ± 1.22 (2.0-11.0) ve 22.5 krad'da 6.6 ± 0.84 (4.0-10.0) gün olarak belirlenmiştir.

Varyans analizi sonucunda dişi pupalara uygulanan dozlarda ömür arasındaki farkın önemli ($P < 0.05$) olduğu belirlenmiştir. Duncan testine göre ise kontrol grubu ve 15 krad dozun birinci, 20 krad'ın ikinci, 17.5 krad'ın üçüncü, 10 ve 22.5 krad'ın dördüncü grubu oluşturdıkları anlaşılmıştır. Uygulama dozları ile ömür arasında ne-önemsiz ($P > 0.05$) bir ilişki tespit edilmiştir.

4.1.5. Yumurtada siyahbaş dönemi (Black head stage) oluşumu

4.1.5.1. Süre

O.nubilalis'in pupa döneminde ışınlanmış erkek

ve dişi bireylerinin karşı cinsiyetten normal bireylerle çiftleştirilmesinden elde edilen yumurtalarda siyahbaş dönemine ulaşma süreleri Çizelge 4.7'de ve bu değerlerden yararlanılarak çizilen grafik Şekil 4.8'de verilmiştir.

Işınlanmış erkeklerle çiftleşen normal dişilerde Çizelge 4.7'de de görüldüğü gibi yumurtaların siyahbaş dönemine geçme süreleri, kontrol grubunda 4.01 ± 0.004 (4-5) ve 35 krad dozunda 4.58 ± 0.04 (4-7) gün olarak belirlenmiştir. Bu süre 10, 20, 25, 30 ve 32.5 krad dozlarında sırası ile ortalama 4.07 ± 0.01 (4-5), 4.17 ± 0.02 (4-7), 4.40 ± 0.03 (4-6), 4.25 ± 0.02 (4-7) ve 4.56 ± 0.03 (4-7) gün'dür.

Yapılan istatistikî kontrolde uygulama dozlarında siyahbaş dönemine ulaşma süreleri arasındaki farkın önemli olduğu anlaşılmıştır ($P < 0.05$). Duncan testine göre de kontrol grubu ile 10 krad dozun birinci sırada yer aldığı, 20 krad'ın ikinci, 30 krad'ın üçüncü, 25 krad'ın dördüncü, 32,5 ve 35 krad dozlarının ise beşinci oldukları görülmüştür. Uygulama dozları ile yumurtada siyahbaş dönemine ulaşma süreleri arasında önemsiz ($P > 0.05$) bir ilişki tespit edilmiştir.

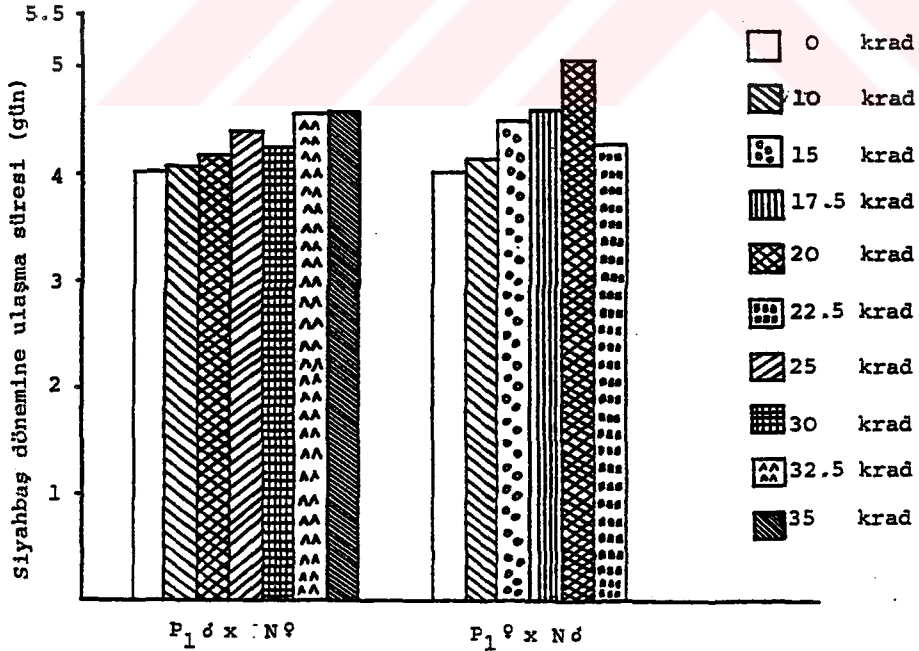
Çizelge 4.7'de normal erkeklerle çiftleştirilen ışınlanmış dişilerin yumurtalarında siyahbaş olma süreleri incelendiğinde görüleceği gibi, bu süre kontrol grubunda ortalama 4.01 ± 0.004 (4-5) ve 20 krad dozunda 5.06 ± 0.12 (4-7) gün, 10, 15, 17.5 ve 22.5 krad dozlarında ise sırası ile 4.15 ± 0.01 (4-6), 4.50 ± 0.04 (4-6), 4.60 ± 0.05 (4-7) ve 4.27 ± 0.07 (4-5) gün olarak tespit edilmiştir.

Yapılan istatistikî kontrol sonucunda uygulama dozlarında yumurtaların siyahbaş dönemine ulaşma süreleri arasındaki farkın önemli olduğu belirlenmiştir ($P < 0.05$). Duncan testine göre de grupların birbirinden farklı olduğu ve sıralamanında kontrol, 10, 22.5, 15, 17.5 ve 20 krad şeklinde oluştuğu tespit edilmiştir. Uygulama dozları ile siyahbaş dönemine ulaşma süreleri arasındaki ilişkinin

önemsiz ($P > 0.05$) olduğu anlaşılmıştır.

Çizelge 4.7. *O.nubilalis*'in erkek ve dişi pupalarına uygulanan değişik gamma radyasyonu dozlarında yumurtada ortalama siyahbaş dönemine ulaşma süresi

Doz (krad) ve tekerrür	$1I\delta \times 1N\varphi$ siyahbaş olma süresi (gün)	Doz (krad) ve tekerrür	$1I\varphi \times 1N\delta$ siyahbaş olma süresi (gün)
0 n=418	4.01 \pm 0.004 (4-5)	0 n=418	4.01 \pm 0.004 (4-5)
10 n=350	4.07 \pm 0.01 (4-5)	10 n=270	4.15 \pm 0.01 (4-6)
20 n=489	4.17 \pm 0.02 (4-7)	15 n=254	4.50 \pm 0.04 (4-6)
25 n=443	4.40 \pm 0.03 (4-6)	17.5 n=159	4.60 \pm 0.05 (4-7)
30 n=410	4.25 \pm 0.02 (4-7)	20 n=70	5.06 \pm 0.12 (4-7)
32.5 n=489	4.56 \pm 0.03 (4-7)	22.5 n=37	4.27 \pm 0.07 (4-5)
35 n=306	4.58 \pm 0.04 (4-7)		



Şekil 4.8. *O.nubilalis*'in pupa döneminde ışınlanmış erkek ve dişilerinin karşı cinsiyetten normal bireyler ile çiftleşmesinde yumurtada siyahbaş dönemine ulaşma süresi.

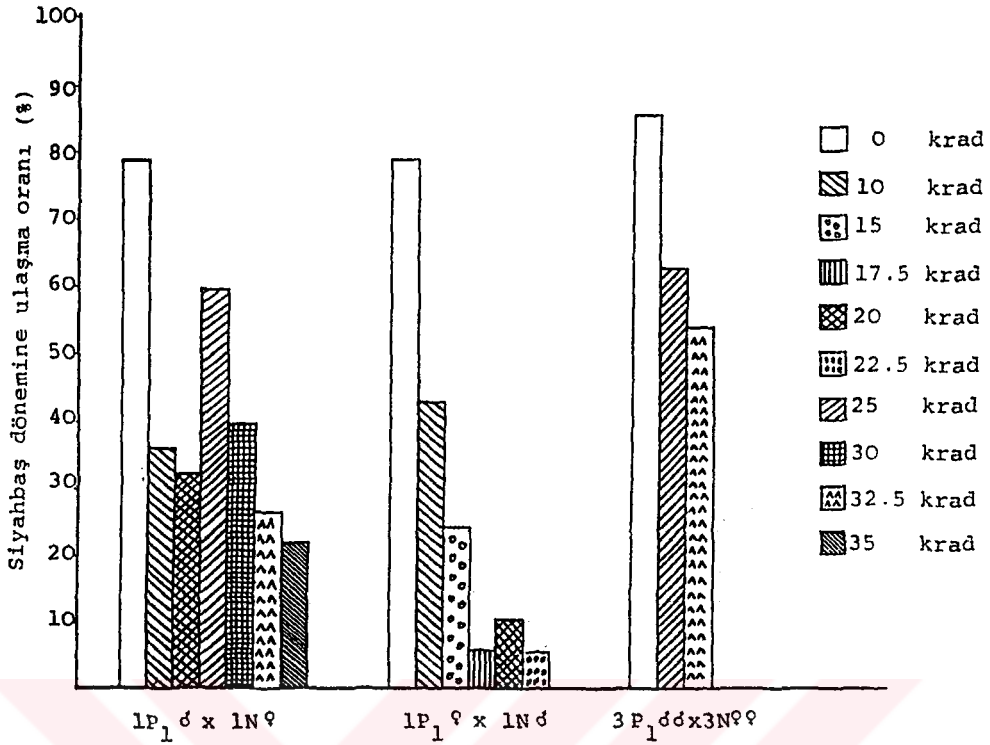
4.1.5.2 Oran

O. nubilalis'in pupa döneminde ışınlanmış erkek ve dişi bireylerinin karşı cinsiyetten normal bireylerle çiftleştirilmesinde; elde edilen yumurtalarda siyahbaş dönemine ulaşma yani canlılığını ve gelişmesini sürdürebilme oranları Çizelge 4.8'de gösterilmiş ve bu değerlerden yararlanılarak çizilen grafik ise Şekil 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.8 incelendiğinde de görüleceği gibi ışınlanmış erkeklerle çiftleşen normal dişilerde toplam yumurtanın; kontrol grubunda % 78.6 \pm 3.82 (63.9-94.2) ve 35 krad dozunda % 21.6 \pm 4.92 (8.8-35.9)'sinin siyahbaş dönemine geçtiği belirlenmiştir. Bu oran 10 krad'da % 36.2 \pm 9.45 (6.4-53.5), 20 krad'da % 32.4 \pm 13.09 (0.0-89.8), 25 krad'da % 59.5 \pm 4.95 (46.9-74.6), 30 krad'da % 39.6 \pm 3.85 (19.6-49.5) ve 32.5 krad'da % 26.7 \pm 4.23 (12.3-36.8) olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.8. *O. nubilalis*'in pupa döneminde ışınlanmış erkek ve dişilerinin karşı cinsiyetten normal bireyler ile çiftleşmesinde yumurtalarda siyahbaş dönemine ulaşma oranları

Doz (krad) ve tekerrür	ΛΙΨΛΙΝΨ siyahbaş oranı (%)	Doz (krad) ve tekerrür	ΛΙΨΛΙΝΨ siyahbaş oranı (%)	Doz (krad) ve tekerrür	ΣΙΨΨΧ ΣΝΨΨ siyahbaş oranı (%)
0 n = 8	78.6 \pm 3.82 (63.9-94.2)	0 n = 8	78.6 \pm 3.82 (63.9-94.2)	0 n = 7	85.2 \pm 2.59 (70.9-90.4)
10 n = 5	36.2 \pm 9.45 (6.4-53.5)	10 n = 4	42.6 \pm 16.31 (0.0-77.3)	25 n = 6	62.4 \pm 3.06 (49.6-71.2)
20 n = 7	32.4 \pm 13.09 (0.0-89.8)	15 n = 5	23.9 \pm 15.30 (0.0-73.75)	32.5 n = 7	53.4 \pm 4.72 (34.9-71.9)
25 n = 5	59.5 \pm 4.95 (46.9-74.6)	17.5 n = 7	6.4 \pm 3.28 (0.0-20.5)		
30 n = 7	39.6 \pm 3.85 (19.6-49.5)	20 n = 3	10.5 \pm 9.82 (0.0-30.04)		
32.5 n = 6	26.7 \pm 4.23 (12.3-36.8)	22.5 n = 2	5.69 \pm 5.69 (0.0-11.39)		
35 n = 5	21.6 \pm 4.92 (8.8-35.9)				



Şekil 4.9. *O. nubilalis*'in erkek ve dişi pupalarına uygulanan gamma radyasyonu dozlarında yumurtalarda siyahbaş dönemine ulaşma oranları.

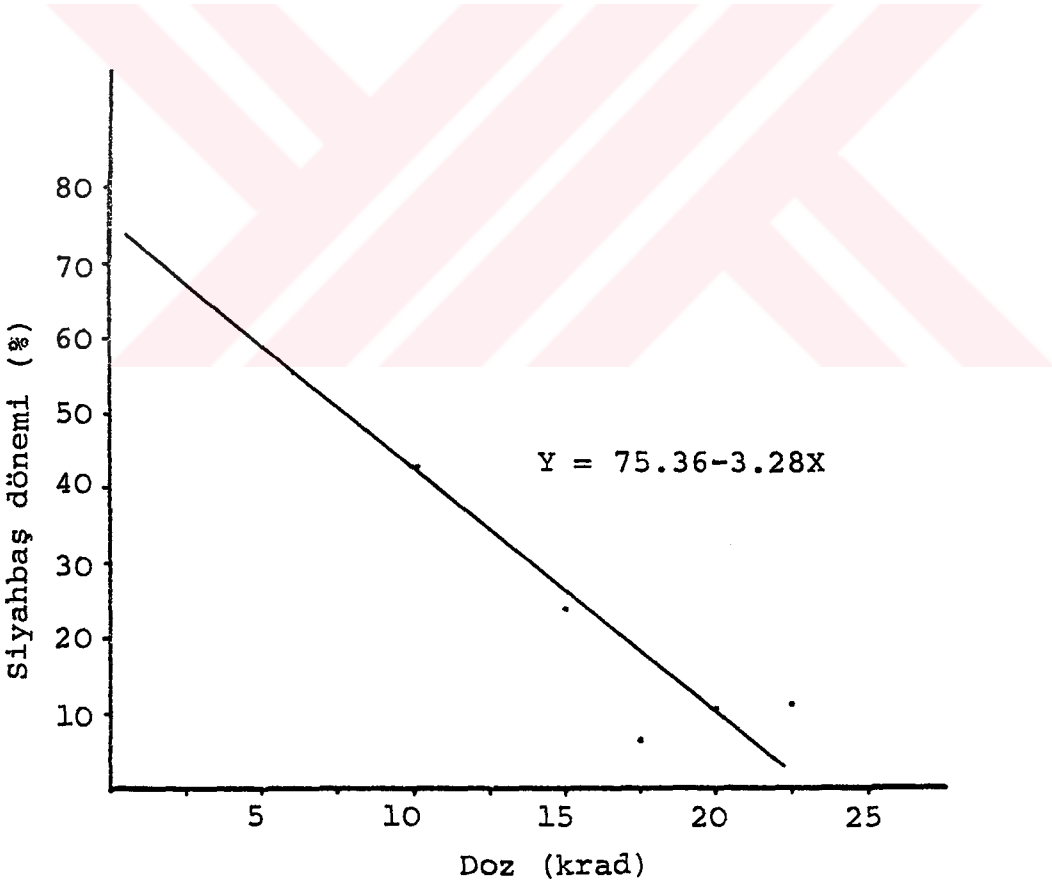
Varyans analizi sonucunda; uygulama dozlarında gruplar arasındaki farkın önemli olduğu, gamma radyasyonunun yumurtada siyahbaş oluşumunu etkilediği görülmüştür ($P < 0.05$). Duncan testine göre ise kontrol grubunun birinci, 25 krad dozunun ikinci, 30 krad'ın üçüncü, 10 krad'ın dördüncü, 32.5 krad'ın beşinci ve 20 ile 35 krad dozlarının altıncı sırada yer aldığı saptanmıştır.

Uygulama dozları ile siyahbaş dönemine ulaşabilme arasındaki ilişkinin önemsiz ($P > 0.05$) olduğu anlaşılmıştır.

Normal erkeklerle çiftleşen ışınlanmış dişilerin toplam yumurtalarındaki siyahbaş olma oranı Çizelge 4.8'de görüldüğü gibi 10 krad'da $\% 42.6 \pm 16.31$ (0.0-77.3), 15 krad'da $\% 23.9 \pm 15.30$ (0.0-73.75), 17.5 krad'da $\% 6.4 \pm 3.28$ (0.0-20.5), 20 krad'da $\% 10.5 \pm 9.82$ (0.0-30.04) ve

22.5 krad dozunda % 5.69 \pm 5.69 (0.0-11.39) belirlenmiştir. Kontrol grubunda ise yumurtaların % 78.6 \pm 3.82 (63.9-94.2)'si siyahbaş dönemine ulaşmıştır.

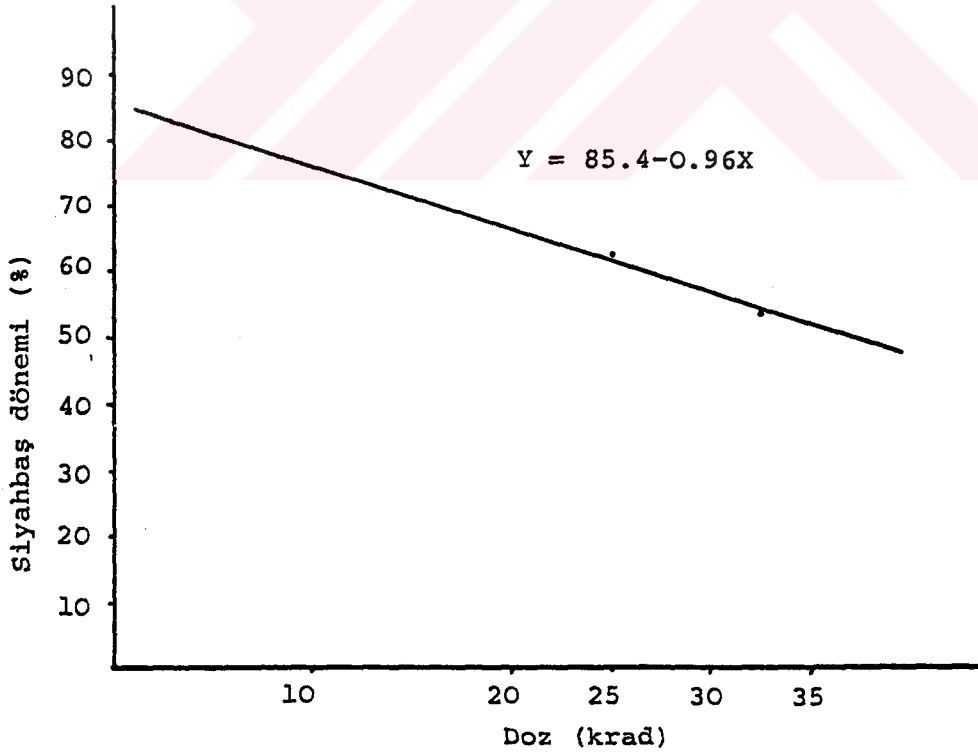
İstatistikî analiz sonucunda uygulama dozları arasındaki yumurtada siyahbaş dönemi oranları farkının önemli ($P < 0.05$) olduğu anlaşılmıştır. Yapılan Duncan testi sonucunda ise kontrol grubunun birinci sırada yer aldığı, 10, 15, 17.5, 20 ve 22.5 krad dozları arasındaki farkın önemli olmadığı ve bunlarında ikinci sırayı teşkil ettiği görülmüştür. Dişilere pupa döneminde uygulanan gamma radyasyonu dozları ile bu dişilerin yumurtalarında siyahbaş dönemine ulaşma arasında önemli ($P < 0.05$) bir ilişkinin bulunduğu saptanmıştır. (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. *O.nubilalis*'in dişî pupalarına uygulanan gamma radyasyonu dozları ile yumurtada siyahbaş dönemine ulaşma arasındaki ilişki.

Çizelge 4.8'de de görüldüğü gibi pupa döneminde ışınlanmış üç erkekle normal üç dişi çiftleştirildiği zaman yumurtalardaki siyahbaş dönemine ulaşma oranı kontrol grubunda $\% 82.5 \pm 2.59$ (70.9-90.4), 25 krad dozunda $\% 62.4 \pm 3.06$ (49.6-71.2) ve 32,5 krad dozunda ise $\% 53.4 \pm 4.72$ (34.9-71.9) olarak belirlenmiştir.

İstatistiksel kontrol sonucunda, kullanılan dozlara göre yumurtalarda siyahbaş dönemine ulaşma oranları arasındaki farkın önemli olduğu görülmüştür ($P < 0.05$). Duncan testine göre ise kontrol grubunun birinci sırada yer aldığı, 25 ve 32.5 krad dozlarında siyahbaş dönemine ulaşma oranlarının farksız olduğu ve bunlarında ikinci grubu oluşturdukları belirlenmiştir. Uygulama dozları ile yumurtada siyahbaş dönemine ulaşma yani gelişmeye devam etme oranları arasındaki ilişkinin önemli ($P < 0.05$) olduğu anlaşılmıştır (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. *O. nubilalis*'in pupa döneminde ışınlanmış üç erkekle normal üç dişinin çiftleştirilmesinde, uygulanan gamma radyasyonu dozları ile yumurtada siyahbaş dönemine ulaşma oranları arasındaki ilişki.

4.1.6. Yumurta açılımı

4.1.6.1. Süre

O.nubilalis'in pupa döneminde değişik gamma radyasyonu dozlarında ışınlanmış erkek ve dişi bireylerin karşı cinsiyetten normal bireylerle çiftleştirilmesinde, yumurta açılma (inkubasyon) süreleri Çizelge 4.9'da ve bu değerlerden yararlanılarak çizilen grafik Şekil 4.12'de gösterilmiştir.

Bu değerlere göre, ışınlanmış erkekler ile normal dişilerin çiftleşmesinde ortalama yumurta açılma süreleri; kontrol grubunda 4.43 ± 0.025 (4-5) gün, buna karşı 10 krad'da 4.41 ± 0.045 (4-5), 20 krad'da 4.71 ± 0.054 (4-7), 25 krad'da 4.65 ± 0.108 (4-6) ve 30 krad'da 4.73 ± 0.053 (4-7) gün olarak bulunmuştur. Erkek pupalara uygulanan 32.5 krad dozunda sadece 1 yumurtadan larva çıkışı tespit edildiği için değerlendirmeye alınmamış; 35 krad dozunda ise yumurta açılımı olmamıştır.

İstatistiksel kontrolde erkek pupalara uygulanan değişik gamma radyasyonu dozlarında yumurta açılma süreleri arasındaki farkın önemli olduğu anlaşılmıştır ($P < 0.05$). Duncan testine göre de kontrol grubu ile 10 krad'lık dozun birinci sırada yer aldığı, 20, 25 ve 30 krad uygulamasında bu sürelerin farksız olduğu ve ikinci sırayı oluşturdukları anlaşılmıştır.

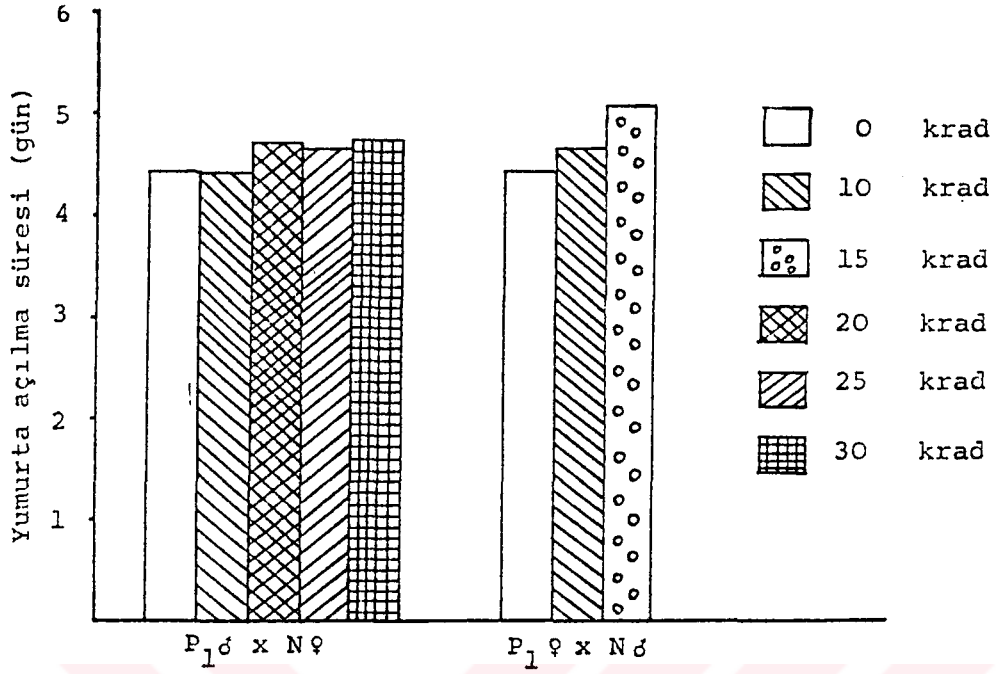
Uygulama dozları ile yumurta açılma süreleri arasındaki ilişkinin önemli olduğu ($P < 0.05$) görülmüştür (Şekil 4.13).

O. nubilalis'in pupa döneminde değişik gamma radyasyonu dozlarında ışınlanmış dişilerinde Çizelge 4.9'da da görüldüğü gibi ortalama yumurta açılma süreleri kontrol grubunda 4.43 ± 0.025 (4-5) gün iken, 10 krad'da 4.63 ± 0.06 (4-6) ve 15 krad'da 5.09 ± 1.28 (5-6) gün olarak bulunmuştur. Diğer dozlarda yumurta açılımı olmamıştır.

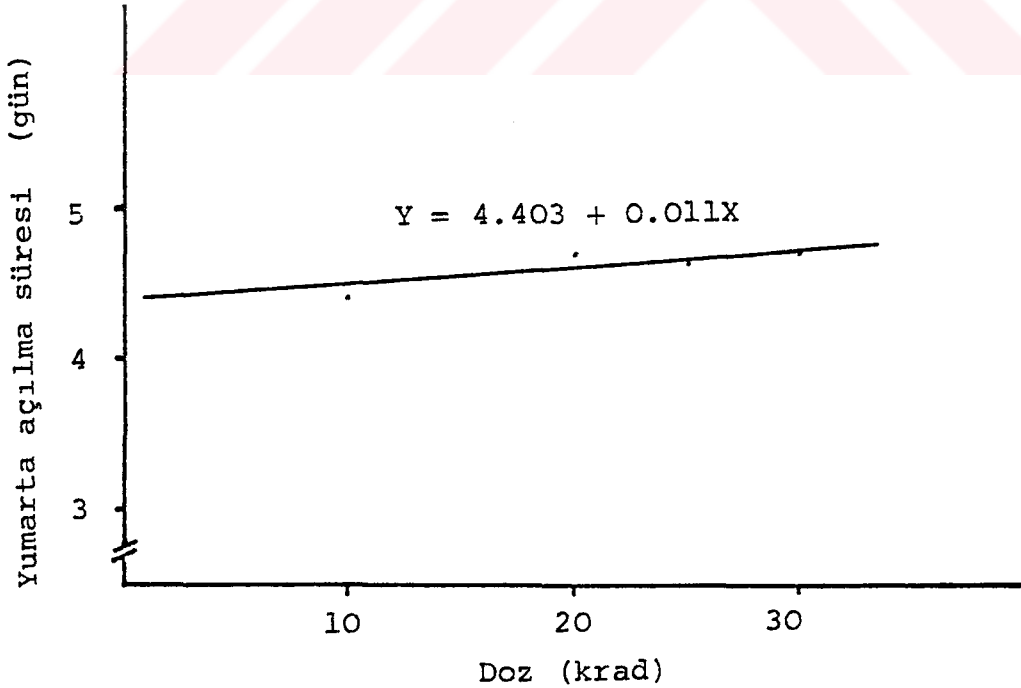
Çizelge 4.9. *O. nubilalis*'in erkek ve dişi pupalarına uygulanan değişik gamma radyasyonu dozlarında yumurta açılma süreleri

Doz (krad) ve tekerrür	1I ♂ x 1N ♀ süre (gün)	Doz (krad) ve tekerrür	1I ♀ x 1N ♂ süre (gün)
0 n = 364	4.43 ± 0.025 (4-5)	0 n = 364	4.43 ± 0.025 (4-5)
10 n = 120	4.41 ± 0.045 (4-5)	10 n = 119	4.63 ± 0.06 (4-6)
20 n = 131	4.71 ± 0.054 (4-7)	15 n = 11	5.09 ± 1.28 (5-6)
25 n = 57	4.65 ± 0.108 (4-6)	17.5	-
30 n = 68	4.73 ± 0.053 (4-7)	20	-
32.5 n = 1	-	22.5	-
35	-	-	-

Yapılan istatistikî kontrolde uygulama dozlarında yumurta açılma süreleri arasındaki farkın önemli ($P < 0.05$) olduğu anlaşılmıştır. Duncan testine göre grupların sıralamasının kontrol, 10 ve 15 krad şeklinde olduğu belirlenmiştir. Uygulama dozları ile ışınlanmış dişide yumurta açılma süreleri arasında önemsiz ($P > 0.05$) bir ilişki olduğu görülmüştür.



Şekil 4.12. *O. nubilalis*'in pupa döneminde ışınlanmış erkek ve dişilerinin karşı cinsiyetten normal bireyler ile çiftleşmesinde yumurta açılma süreleri.



Şekil 4.13. *O. nubilalis*'in pupa döneminde ışınlanmış erkekleri ile çiftleşen normal dişilerde uygulama dozları ile yumurta açılma süreleri arasındaki ilişki.

4.1.6.2. Oran

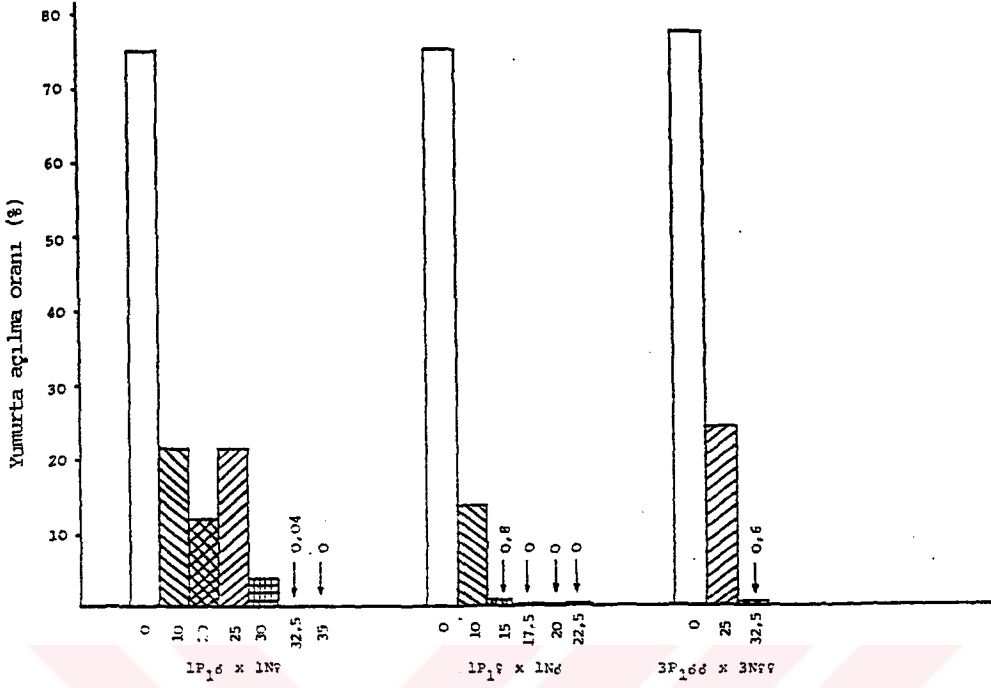
4.1.6.2.1. Toplam yumurtaya göre

O. nubilalis'in ışınlanmış erkek ve dişilerinin karşı cinsiyetten normal bireylerle çiftleştirilmesinde; yumurtalarda açılma oranındaki azalma kısırlılığın ölçüsü olarak alınmıştır.

Değişik gamma radyasyonu dozlarında tespit edilen yumurta açılma oranları Çizelge 4.10 ve bunlardan yararlanılarak çizilen grafik Şekil 4.14 incelendiği zaman kontrol grubunda yumurtaların % 74.5 ± 3.69 (60.1-89.7)'u açılırken 35 krad dozunda yumurta açılımının olmadığı, 32.5 krad dozunda ise açılımın sadece % 0.04 ± 0.04 (0.0-0.26) oranında olduğu anlaşılmaktadır. Yumurta açılımı 10 krad'da % 21.6 ± 5.79 (3.5-38.1), 20 krad'da % 11.9 ± 4.92 (0.0-34.1), 25 krad'da % 21.4 ± 2.77 (11.1-27.2) ve 30 krad'da ise % 3.7 ± 2.16 (0.0-13.4) oranında gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.14. *O. nubilalis*'in erkek ve dişi pupalarına uygulanan değişik gamma radyasyonu dozlarında yumurta açılma oranları

Doz (krad) ve tekerrür	Liδxln♀ Yum.Aç. (%)	Doz (krad) ve tekerrür	Liφ xln♂ Yum.Aç. (%)	Doz (krad) ve tekerrür	3Iδδx3N♀♀ Yum.Aç. (%)
0 n = 8	74.5 ± 3.69 (60.1-89.7)	0 n = 8	74.5 ± 3.69 (60.1-89.7)	0 n = 7	77.4 ± 2.83 (62.1-86.0)
10 n = 5	21.6 ± 5.79 (3.5-38.1)	10 n = 4	13.7 ± 5.56 (0.0-26.1)	25 n = 6	24.0 ± 1.79 (17.2-28.8)
20 n = 7	11.9 ± 4.92 (0.0-34.1)	15 n = 5	0.8 ± 0.49 (0.0-2.3)	32.5 n = 7	0.6 ± 0.15 (0.2-1.4)
25 n = 5	21.4 ± 2.77 (11.1-27.2)	17.5 n = 7	0.0		
30 n = 7	3.7 ± 2.16 (0.0-13.4)	20 n = 3	0.0		
32.5 n = 6	0.04 ± 0.04 (0.0-0.26)	22.5 n = 2	0.0		
35 n = 5	0.0				



Şekil 4.14. *O. nubilalis*'in erkek ve dişi pupalarına uygulanan gamma radyasyonu dozlarında yumurta açılma oranları.

Yapılan varyans analizi sonucunda uygulanan dozlarda yumurta açılma oranları arasındaki farklılığın önemli olduğu anlaşılmıştır ($P < 0.05$). Duncan testine göre ise kontrol grubunun birinci sırada bulunduğu, 10 ve 25 krad'ın ikinci, 20 krad'ın üçüncü, 30, 32.5 ve 35 krad dozlarında dördüncü sırada yer aldıkları belirlenmiştir.

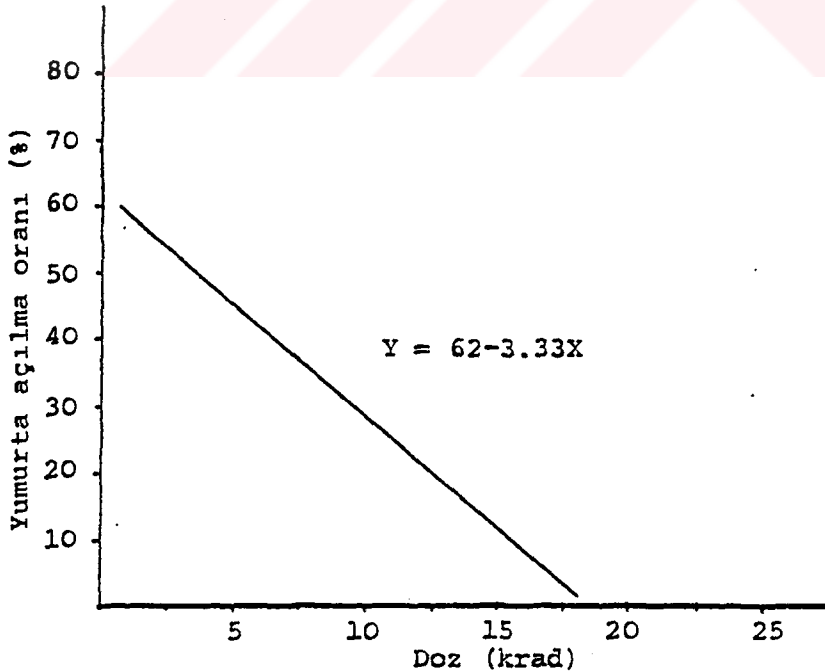
Uygulanan dozlar ile yumurta açılımı arasında önemsiz ($P > 0.05$) bir ilişki tespit edilmiştir.

Işınlanmış dişilerle normal erkeklerin çiftleştirilmesi sonucu elde edilen yumurtalardaki açılma oranları, Çizelge 4.10 incelendiği zaman görüleceği gibi kontrol grubunda % 74.5 ± 3.69 (60.1-89.7) olmasına karşı, 10 krad'da % 13.7 ± 5.56 (0.0-26.1) ve 15 krad'da ise sadece % 0.8 ± 0.49 (0.0-2.3) olarak belirlenmiştir. Diğer uygulama dozları olan 17.5, 20 ve 22.5 krad'da ise yumurtalarda açılma olmadığı görülmüştür.

Yapılan istatistikî kontrolde uygulanan dozlar-
da yumurta açılma oranları arasındaki farklılığın önemli
($P < 0.05$) olduğu belirlenmiştir. Duncan testine göre
kontrol grubunun birinci, 10 krad'ın ikinci ve diğer uygu-
lama dozlarının üçüncü sırada yer aldıkları anlaşılmıştır.
Uygulanan dozlar ile yumurta açılma oranları arasındaki
ilişkinin önemli ($P < 0.05$) olduğu görülmüştür (Şekil 4.15.).

Üçer çift halinde çiftleştirilen pupa döneminde
ışınlanmış erkeklerle normal dişilerden elde edilen yumur-
talarda açılma oranları Çizelge 4.10'da görüldüğü gibi
kontrol grubunda % 77.4 ± 2.83 (62.1-86.0) iken, 25 krad'-
da % 24.0 ± 1.79 (17.2-28.9) ve 32.5 krad dozunda ise sadece
% 0.6 ± 0.15 (0.2-1.4) olarak belirlenmiştir.

Varyans analizi sonucunda uygulanan dozlarda yu-
murta açılma oranları arasındaki farklılığın önemli

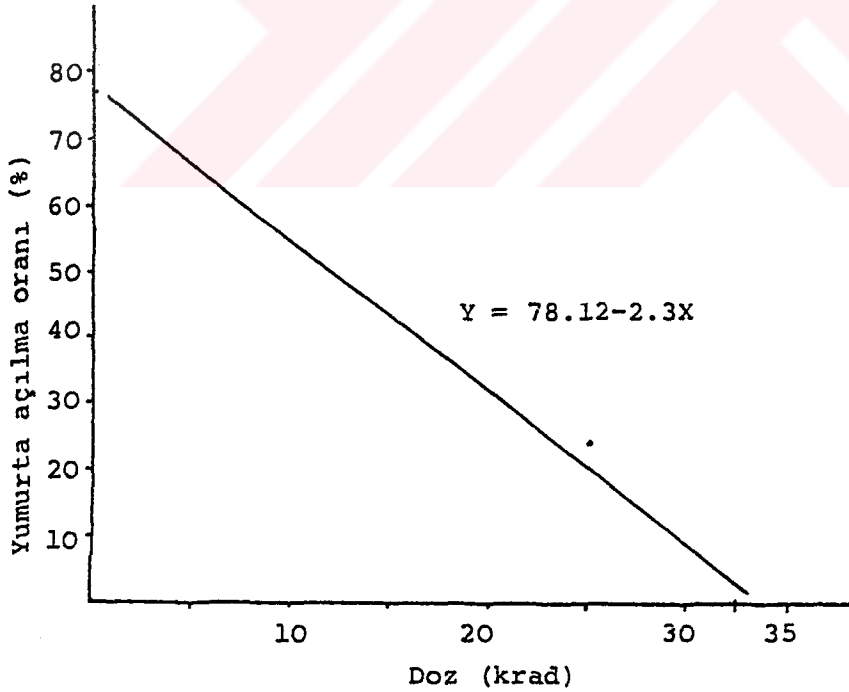


Şekil 4.15. *O. nubilalis*'in pupa döneminde dişilerine uygulanan gamma radyasyonu dozları ile yumurta açılma oranları arasındaki ilişki.

($P < 0.05$) olduğu görülmüştür. Yapılan Duncan testi ilede kontrol grubunun ilk sırada yer aldığı, 25 krad'ın ikinci ve 32.5 krad'ın üçüncü sırada bulunduğu belirlenmiştir. Uygulanan dozlar ile yumurta açılma oranları arasındaki ilişkinin önemli ($P < 0.05$) olduğu görülmüştür, (Şekil 4.16.).

4.1.6.2.2. Toplam siyahbaş dönemine göre

Değişik gamma radyasyonu dozlarında pupa döneminde ışınlanmış erkekler ve dişilerin karşı cinsiyetten normal bireylerle çiftleştirilmesi halinde toplam siyahbaş dönemine ulaşanlara göre yumurta açılma oranları ile ilgili değerler; Çizelge 4.11 ve Şekil 4.17'de incelendiği zaman,



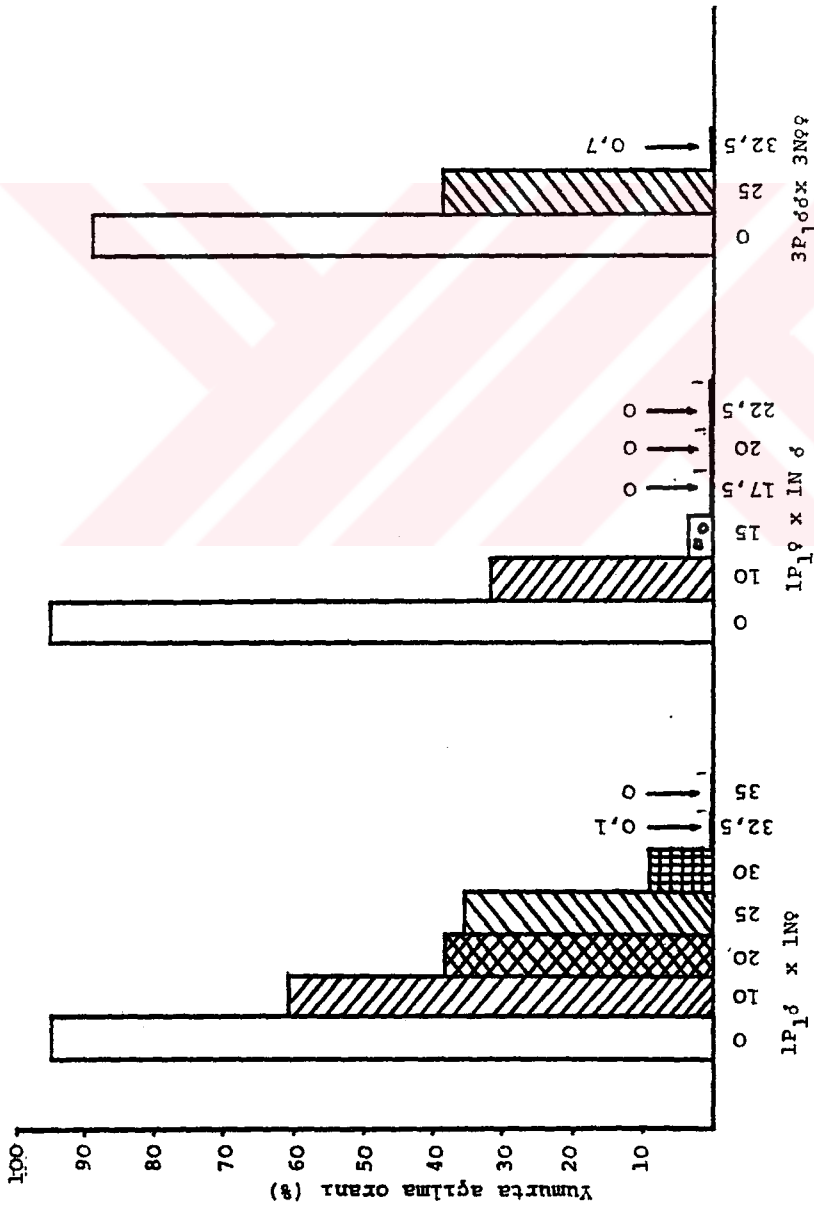
Şekil 4.16. *O.nubilalis*'in pupa döneminde ışınlanmış üç erkek ile normal üç dişi çiftleştirmelerinde uygulanan gamma radyasyonu dozları ile yumurta açılma oranları arasındaki ilişki.

ışınlanmış erkeklerle çiftleşen normal dişilerde yumurta açılımının doza bağlı olarak azaldığı; kontrolde % 94.8 \pm 0.85 (91.5-97.5) oranındaki açılmanın 32.5 krad dozunda % 0.13 \pm 0.13 (0.0-0.79)'e düştüğü ve 35 krad'da hiç açılma olmadığı görülmüştür. Bu oran 10 krad'da % 60.8 \pm 5.90 (44.0-76.9), 20 krad'da % 38.2 \pm 4.75 (20.5-45.6), 25 krad'da % 35.4 \pm 2.24 (23.8-42.8) ve 30 krad'da ise % 9.0 \pm 5.29 (0.0-29.7) olarak gerçekleşmiştir.

Yapılan istatistikî kontrolde uygulama dozlarında toplam siyahbaş dönemine göre yumurta açılımı arasındaki farkın önemli ($P > 0.05$) olduğu anlaşılmıştır. Duncan testine göre de kontrol grubunun birinci, 10 krad'ın ikinci, 20 ve 25 krad dozlarının üçüncü, 30 krad'ın dördüncü ve 32.5 ile 35 krad dozlarının beşinci sırayı aldıkları görülmüştür. Uygulama dozları ile siyahbaş dönemine göre yumurta açılma oranı arasında önemsiz ($P > 0.05$) bir ilişkinin bulunduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.11. *O. nubilalis*'in pupa döneminde ışınlanmış erkek ve dişilerinde yumurtada siyahbaş dönemine göre açılma oranları

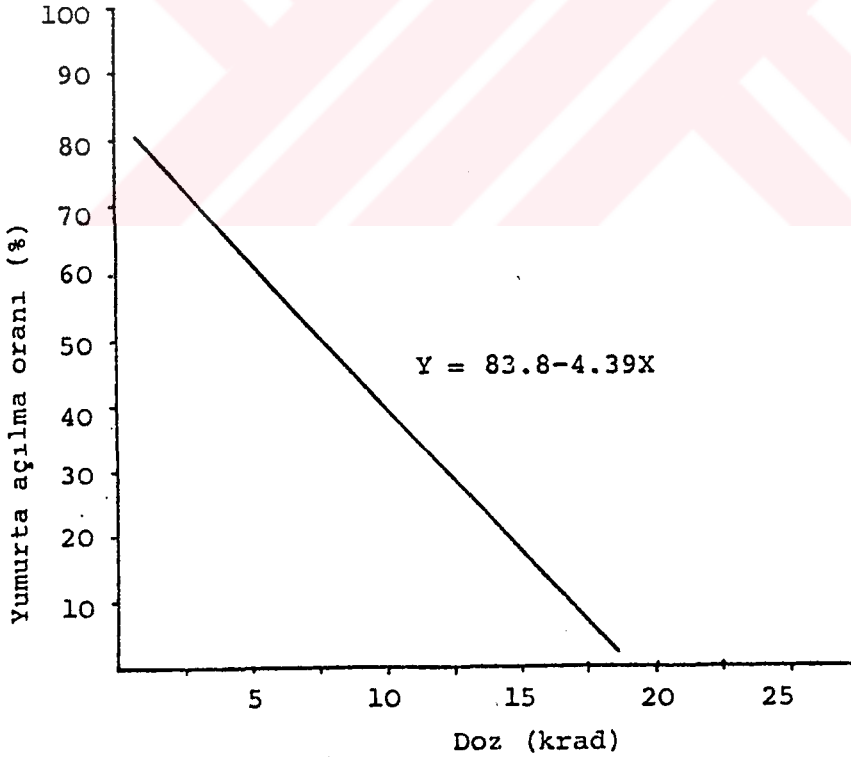
Doz (krad) ve tekrerrür	Liğ xLNđ Yum.Aç. (%)	Doz (krad) ve tekrerrür	Liğ xLNđ Yum.Aç. (%)	Doz (krad) ve tekrerrür	Liğ xLNđ Yum.Aç. (%)
0 n = 8	94.8 \pm 0.85 (91.5-97.5)	0 n = 8	94.8 \pm 0.85 (91.5-97.5)	0 n = 7	88.7 \pm 2.81 (73.0-95.2)
10 n = 5	60.8 \pm 5.90 (44.0-76.9)	10 n = 3	31.4 \pm 1.96 (27.5-33.7)	25 n = 6	38.7 \pm 2.73 (28.6-47.1)
20 n = 5	38.2 \pm 4.75 (20.5-45.6)	15 n = 2	3.4 \pm 0.33 (3.07-3.73)	32.5 n = 7	0.77 \pm 0.20 (0.3-1.9)
25 n = 5	35.4 \pm 2.24 (23.8-42.8)	17.5 n = 4	0.0		
30 n = 7	9.0 \pm 5.29 (0.0-29.7)	20 n = 2	0.0		
32.5 n = 6	0.13 \pm 0.13 (0.0-0.79)	22.5 n = 1	0.0		
35 n = 5	0.0				



Şekil 4.17. *O. nubilalis*'in pupa döneminde ışınlanmış erkek ve dişilerinde yumurtada siyahbaş dönemine göre açılma oranları.

Çizelge 4.11'de görüldüğü gibi ışınlı dişilerde toplam siyahbaş dönemine göre yumurta açılma oranı kontrol grubunda % 94.8 \pm 0.85 (91.5-97.5), 10 krad'da % 31.4 \pm 1.96 (27.5-33.7) ve 15 krad'da % 3.4 \pm 0.33 (3.07-3.73) olarak bulunmuştur. Dişi pupalara uygulanan 17.5, 20 ve 22.5 krad dozlarında ise yumurta açılımı olmamıştır.

Varyans analizi sonucunda dozlar ile siyahbaş dönemine göre yumurta açılımları arasındaki farkın önemli ($P < 0.05$) olduğu görülmüştür. Duncan testine göre ise kontrol grubunun birinci, 10 krad'ın ikinci, 15 krad'ın üçüncü sırada yer aldıkları ve diğer üç uygulama dozunda dördüncü durumda bulunduğu belirlenmiştir. Dozlar ile yumurta açılımı arasında önemli ($P < 0.05$) bir ilişkinin bulunduğu belirlenmiştir (Şekil 4.18.).



Şekil 4.18. *O. nubilalis*'in pupa döneminde ışınlanmış dişilerine uygulanan gamma radyasyonu dozları ile siyahbaş dönemine göre yumurta açılma oranları arasındaki ilişki.

Işınlanmış üç erkek ile normal üç dişi çiftleştirildiği zaman Çizelge 4.11'de de görüleceği gibi siyahbaş dönemine göre yumurtalardaki açılma oranı kontrol grubunda % 88.7 \pm 2.81 (73.0-95.2) iken 25 krad'da % 38.7 \pm 2.73 (28.6-47.1) ve 32.5 krad'da % 0.77 \pm 0.20 (0.3-1.9) olarak bulunmuştur.

Yapılan istatistikî kontrolde uygulama dozlarında toplam siyahbaş dönemine göre yumurta açılma oranları arasındaki farkın önemli ($P < 0.05$) olduğu belirlenmiştir. Duncan testine göre kontrol grubu birinci, 25 krad ikinci ve 32.5 krad üçüncü sırada yer almıştır. Uygulama dozları ile yumurta açılma oranı arasındaki ilişkinin önemsiz ($P > 0.05$) olduğu görülmüştür.

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada *Ostrinia nubilalis* Hbn.'in 8 günlük (26 ± 1°C'de; ergin çıkışından bir gün önce) pupalarına uygulanan değişik gamma radyasyonu dozlarının kısırlaştırıcı etkileri incelenmiş olup ışınlanmış pupalardan ergin çıkışı, ömür, ışınlı dişide ve ışınlı erkeklerle çiftleşen dişide yumurta sayısı, yumurtlama öncesi, yumurtlama ve yumurtlama sonrası süreleri, yumurtada siyahbaş dönemine ulaşma yumurta açılması ve çiftleşme gücü araştırılmıştır.

O. nubilalis'in 8 günlük erkek pupalarına 10,20, 25,30,32.5 ve 35 krad aynı yaştaki dişilere 10,15,17.5,20 ve 22.5 krad dozları uygulandığı zaman ışınlanan bütün pupalardan ve ışınlanmayan pupalardan ergin çıkışı olmuştur. Erginlerde herhangi bir şekil bozukluğuna rastlanmamıştır. Anwar'a (1968a) göre *O. nubilalis* pupalarına uygulanan değişik gamma radyasyonu dozlarının etkileri uygulama sırasındaki pupa yaşına ve uygulama dozuna bağlı olarak değişmektedir. Yazar 12 günlük olgun *O. nubilalis* pupalarına uygulanan 10-50 krad gamma radyasyonu dozlarında ergin çıkışının tam olduğunu sadece 50 krad'da kontrole göre önemli olmayan bir fark görüldüğü halde, 10 krad uygulanan 2 günlük pupalarda ergin çıkışının olmadığını ve aynı dozda 6 günlük pupalardan % 42 oranında ergin çıkışı olduğunu kaydetmektedir. Anwar (1968b), *Spodoptera exigua* Hb. ile yaptığı çalışmada da benzer sonuçlar elde etmiş; genç pupaların radyasyona daha hassas olduklarını, pupa ölümlerinin görüldüğünü, çıkan erginlerin bozuk şekilli olduğunu belirtmiş ve ergin çıkışına yakın 50 krad dozunda ışınlanan erkek pupalardan ergin çıkışının normal seyrettiğini tespit etmiştir. Ouye vd'ye (1964) göre *Pectinophora gossypiella* (Saunders)'da pupa yaşı arttıkça radyasyona duyarlılık azalmaktadır. Yazarlar 7 günlük pupalarda 30-35 krad dozunda pupa ölümü ve bozuk şekilli ergin oranında kontrole göre önemli bir fark görülmezken daha genç pupalara radyasyon uygulamasında kontrole göre pupa

ölümü ve bozuk şekilli ergin oranının arttığını tespit etmişlerdir. Hennéberry ve Clayton (1988) *P. gossypiella*'nın 3-6 günlük pupalarını 15 krad dozunda radyasyona tabi tuttukları zaman erkek pupaların % 76, dişi pupaların ise % 72'sinden ergin çıkışı olmadığını, erkeklerde % 10, dişilerde % 11 oranında bozuk şekilli ergin çıkışı olduğunu tespit etmişlerdir. El-Sayed ve Grawes'in (1969) bildirdiğine göre *Heliothis virescens* (F.)'in 8-10 günlük erkek pupaları 40 krad dozunda ışınladığı zaman % 74.3 oranında ergin çıkışı olmuş ve erginlerin % 32.7'si bozuk şekilli olarak belirlenmiştir. Dişi pupalarda ise 20 krad'ın üzerindeki uygulamalarda % 13.3-22.0'sinden ergin çıkışı olmamış ve % 30.8-46.1 oranında bozuk şekilli ergin çıkışı olmuştur. Bhaget ve Kumar (1982) ise *Agrotis segetum*'un 5 günlük pupaları 50,75,100 ve 150 Gy dozlarında ışınlanınca pupa ölümünün doz artışına bağlı olarak arttığını belirlemişlerdir.

Yaptığımız çalışmada ergin çıkışından bir gün önce uygulama dozlarında ışınlanan erkek ve dişi pupalardan ergin çıkışının tam olması ve çıkan erginlerde yapı bozukluğu görülmemesi bu dönemin ışınlama için uygun olduğunu göstermektedir. Zira ışınlanmış pupalardan normal yapıda bireylerin çıkması metodun uygulanabilirliği açısından önemli bir olanaktır.

O. nubilalis'in ergin çıkışından 1 gün önce ışınlanmış erkekleriyle çiftleşen normal dişilerde yumurtlama öncesi, yumurtlama ve yumurtlama sonrası süreleri normal erkeklerle çiftleşen normal dişilerinkine göre önemli bir farklılık göstermemiştir. Ergin çıkışından 1 gün önce ışınlanmış *O. nubilalis* dişilerinde ise yumurtlama öncesi ve sonrası süreleri normal erkeklerle çiftleşen normal dişilerinkine göre önemli bir farklılık göstermemiş, ancak yumurtlama süreleri arasındaki fark önemli bulunmuştur. Flint ve Kressin'e (1967) göre, *H. virescens*'te ışınlanmış veya normal erkeklerle çiftleşen dişiler genellikle

çıkışlarından itibaren üçüncü veya dördüncü günlerde yumurtlamaya başlamakta, bazı dişilerde yumurtlama ikinci gecede başlamakta ve erkeğin ışınli olup olmaması dişinin yumurtlama öncesi ve yumurtlama süresini etkilememektedir. Flint ve Kressin'in (1967) bildirdiğine göre *H.virescens*'in ışınli dişileri çıkıştan itibaren 3-4 gün sonra yumurtlamaya başlamakta fakat doza bağıli olarak yumurtlama süresi değışmekte, yüksek dozlarda bu süre 7-8 günde tamamlanmakta ve normal dişilerinkinden % 30 daha kısa olmaktadır. Gerek araştırma sonuçlarımıza ve gerekse literatür bildirişlerine göre ışınlanmış erkekle çiftleşen normal dişilerde yumurtlama öncesi, yumurtlama ve yumurtlama sonrası süreleri normal erkeklerle çiftleşen normal dişilerinkinden önemli derecede bir farklılık göstermemekte, ışınlanmış dişide ise sadece yumurtlama süresi farklılık göstermekte ve daha kısa olmaktadır.

Değışik gamma radyasyonu dozlarında ışınlanmış erkeklerle ve normal erkeklerle çiftleşen normal dişilerin yumurta sayıları arasında önemli bir fark görülmemiştir. Anwar'a (1968a) göre 12 günlük pupalara 10-50 krad dozları uygulanan *O. nubilalis*'in ışınlanmış erkekleriyle çiftleşen normal dişilerin yumurta sayısında fark bulunmamaktadır. Bulduğumuz sonuçlar yazarınki ile benzerdir. Ancak ışınlanmış üç erkek ile normal üç dişi çiftleştirildiğı zaman yumurta sayıları kontrole göre önemli sayıda azalmıştır. Bu durum erkeklerin bu denemedeki çiftleşme sayılarının daha az olmasından kaynaklanmış olabilir. Çünkü, çiftleşme olmadığı zaman *O.nubilalis* dişilerinin yumurta bırakmadığı veya yok denecek kadar az yumurta bıraktıkları gözlenmiştir. Normal erkekler ile çiftleşen ışınli dişilerde yumurta sayısı, Anwar'ın (1968a) *O. nubilalis*'te tespit ettiği gibi bizim denemelerimizde de kontrole göre oldukça azalmıştır. Ouye vd'ye (1964) göre *P.gossypiella*'nın 5 günlük pupalarına 10 krad uygulandığı zaman, ışınlanmış dişilerde toplam yumurta sayı-

sı normal erkeklerle çiftleşen normal dişilerinkine göre farklı, ışınlanmış erkeklerle çiftleşen dişide ise normalerinkine göre farksız olmaktadır. Halbuki 7 günlük pupa iken ışınlanmış erkeklerle çiftleşen dişilerde yumurta sayısı 25 krad'dan itibaren önemli derecede azalmaktadır. Yazarlara göre toplam yumurta sayısı uygulanan doza ve pupa yaşına bağlı olarak değişmektedir. Henneberry ve Clayton'a (1988) göre 15 krad ile ışınlanmış *P.gossypiella* erginleri karşı cinsiyetten normal bireylerle çiftleştirildiğinde yumurta sayıları normal erkeklerle çiftleşen normal dişilerinkine göre azalmaktadır. Guerra'ya (1972) göre *H. virescens* pupaları ergin çıkışından 4 gün önce 7.5, 10, 15 ve 20 krad ile ışınlandığında 15 krad'a kadar yumurta sayısı farksız olmuş, 15 ve 20 krad'da ise önemli derecede azalma gözlenmiştir. Benzer sonuçlar *Spodoptera frugiperda*'da (Snow vd 1972), *H. virescens*'te (Guerra ve Garcia 1976), *A. segetum*'da (Bhagat ve Kumar 1982) ve *P.gossypiella*'da (La Chance vd 1973)'da elde edilmiştir. Bughio'ya (1988) göre ise *Chilo partellus* erkek erginleri 5, 10 ve 15 krad ile ışınlanıp normal dişilerle çiftleştiğinde yumurta sayısı normallere göre önemli bir farklılık göstermemekte, ancak 10 krad ile ışınlanmış dişiler normal erkeklerle çiftleştiğinde yumurta sayısı azalmaktadır.

O.nubilalis'in pupa döneminde değişik gamma radyasyonu dozlarında ışınlanmış erkekleri ile çiftleşen normal dişiler üçüncü, normal erkeklerle çiftleşen normal dişiler ise ikinci günden itibaren yumurta bırakmaya başlamış ve yumurtlama gidişi genelde birbirine benzerlik arz etmiştir. Flint ve Kerstin'e (1967) göre de ışınlanmış veya ışınlanmamış erkeklerle çiftleşen dişilerin yumurtlama gidişi birbirine benzemekte ancak bırakılan günlük yumurta sayısı erkeğin aldığı doza bağlı olarak değişiklik göstermektedir. *O. nubilalis*'te ışınlı erkeklerle çiftleşen normal dişilerde en fazla günlük ortalama yumurta kontrol grubu ile 10, 25 ve 32.5 krad dozlarında dördüncü günde görülürken 20 ve 30 krad dozlarında beşinci, 35 krad'da ise yedinci günde görülmüştür. Yumurta sayısı 25 krad'da

dördüncü günde en fazla olmasına karşılık dokuzuncu günde sayı azalmış ve onbirinci günden sonra yumurta bırakılmadığı görülmüştür. On krad dozunda da yumurtlama onbirinci günde sona ermiş bunu onüçüncü günde 20 krad, onbeşinci günde 30 ve 32.5 krad dozları izlemiştir. En az günlük ortalama yumurtanın elde edildiği 35 krad dozunda ise yumurtlama kontrol grubu ile birlikte onsekizinci günde sona ermiştir. Ergin çıkışından itibaren ilk altı gün içerisinde uygulama dozlarında ve kontrol grubunda toplam yumurtanın yarısından fazlası bırakılmıştır. Işınlanmış erkek ile normal dişi üçer çift halinde çiftleştirildikleri zaman da toplam yumurtanın, kontrol grubu ile 25 krad'da yarısından fazlasının ilk altı günde bırakıldığı, 32.5 krad'da ise yarıdan az olduğu görülmüştür. Bırakılan en fazla günlük yumurta kontrol grubunda yedinci, 25 krad'da dördüncü ve 32.5 krad'da sekizinci günde sayılmıştır.

O. nubilalis'in normal ekekleri ile çiftleşen, pupa döneminde ışınlanmış dişileri, 10 krad'da dördüncü, diğer dozlarda ise ışınlanmış erkeklerle çiftleşen dişilerde olduğu gibi üçüncü günde yumurta bırakmaya başlamışlar, normal erkeklerle çiftleşen dişiler ise ikinci günde yumurta koymuşlardır. Kontrol grubu ile 17,5 ve 20 krad'da en fazla günlük ortalama yumurta sayısı dördüncü günde görülürken 10 ve 22.5 krad dozlarında ilk günde, 15 krad'da ise beşinci günde görülmüştür. Gamma radyasyonunun *O. nubilalis*'in olgun pupa döneminde ışınlanmış dişilerini erkeklerine göre daha fazla etkilediği ve ışınlanmış erkeklerle çiftleşen dişilere göre yumurtalarını daha kısa sürede ve az sayıda bıraktıkları görülmüştür. Işınlanmış dişide yumurta sayısı doz artışına bağlı olarak önemli derecede azalmış ve ergin çıkışından itibaren ilk altı gün içerisinde yumurtaların çoğu bırakılmıştır. Halbuki ışınlanmış erkeklerle çiftleşen dişide bu süre içerisinde yumurtaların yarısından fazlası konulmuştur. Çeşitli araştırmacılar tarafından da dişilerin üreme organlarının, cinsiyet hücrelerinin erkeklerinkinden daha hassas olduğu ve dişi-

lerin daha fazla genetik zarara uğradığı ortaya konmuştur. Bu durum *P. gossypiella*'da (Ouye vd 1964 ve Henneberry ve Clayton 1988), *P. interpunctella* ve *C. cerealella*'da (Cogburn vd 1966), *O. nubilalis*'te (Anwar 1968a), *H. virescens*'te (El-Sayed ve Grawes 1969 ve Guerra 1972), *S. frugiperda*'da (Carpenter vd 1986), belirlenmiş olup araştırmacıların sonuçları ile bulduğumuz sonuçlar birbirine uymaktadır.

O. nubilalis'in pupa döneminde ışınlanmış erkekleri ile çiftleşen normal dişilerde 10 krad dozundaki hariç olmak üzere diğer dozlarda ve ışınlanmış dişilerde yumurtalarda embriyo gelişmesi sonucu siyahbaş dönemine geçme süreleri normal erkeklerle çiftleşen dişilerinkine göre önemli derecede uzamış ve ışınlanmış erkeklerle çiftleşen dişilerde yumurtada siyahbaş dönemine ulaşma süresi doza bağlı olarak artış göstermiştir. Ancak 30 krad uygulamasının 25 krad'dakinden daha kısa olduğu görülmüştür. Işınlanmış dişilerde ise doz artışına bağlı olarak 20 krad uygulamasına kadar süre uzamış, 22.5 krad'da ise süre kısalmış ve 10 krad'dakine yakın olmuştur.

O. nubilalis'in pupa döneminde değişik gamma radyasyonu dozlarında ışınlanmış erkek ve dişilerinin karşı cinsiyetten ışınlanmamış bireylerle çiftleşmesi halinde bütün uygulama dozlarında yumurtada siyahbaş dönemine ulaşanların oranı, normal erkeklerle çiftleşen dişilerinkine göre farklı olmuş ve bu fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Maksimoviç'e (1971) göre *L. dispar*'ın pupa döneminde 30 krad'la ışınlanmış erkekleri ile çiftleşen dişilerin yumurtalarında % 20.4 oranında embriyo gelişmesi olmaktadır.

O. nubilalis'in ergin çıkışına bir gün kala ışınlanmış erkek ve dişileri karşı cinsiyetten normal bireylerle çiftleştiği zaman yumurta açılma süreleri ile normal erkeklerle çiftleşen dişilerde yumurta açılma süresi, erkeklerle uygulanan 10 krad dozundaki söz dışı, oldukça uza-

mıştır. Ancak ışınlanmış erkekler ile normal dişilerde süre kontrolden farksız olmuştur. Işınlanmış dişilerde ise süre kontrole göre farklılık doğuracak kadar artmıştır. Bu durum; Walker ve Brindley (1963), Ouye vd (1964), Henneberry ve Clayton (1988), Cogburn vd (1966), Anwar (1968a) vb. yazarların da belirttiği gibi dişilerin erkek- lere göre radyasyona daha hassas olmalarından ileri gelmek- tedir.

O. nubilalis'in pupa döneminde ışınlanmış erkekle- ri ile çiftleşen normal dişilerle, normal erkeklerle çift-leşen normal dişilerin, gerek toplam yumurtaya ve gerekse yumurtalardaki toplam siyahbaş dönemlerine göre yumurtala- rındaki açılma oranları arasında önemli derecede fark bu- lunmuştur. Işınlanmış erkeklerin 25 krad dozu hariç doz ar- tışına bağlı olarak toplam yumurta sayısına göre yumurta açılımı azalırken toplam siyahbaş dönemine göre de doz ar- tışına bağlı olarak yumurta açılımının azaldığı görülmüş- tür. Işınlanmış erkeklerle çiftleşen normal dişilerin yumur- talarında bütün dozlarda embriyo gelişmesine ve yumurtala- rın siyahbaş dönemine ulaşmasına rağmen bunların tamamında açılma olmamıştır. En yüksek uygulama dozunda yumurtala- rın % 21.6 \pm 4.92 (8.8-35.9)'sı siyahbaş dönemine geçmiş ancak bunlardan larva çıkışı olmamıştır. Diğer bir uygula- ma dozu olan 32.5 krad'da ise siyahbaş dönemine ulaşma ora- nı % 26.7 \pm 4.23 (12.3-36.8) olarak belirlenmiş, ancak bun- larında % 0.13 \pm 0.13 (0.0-0.79)'ü açılmıştır. Bu dozda top- lam yumurtaya göre açılma oranı ise % 0.04 \pm 0.04 (0.0-0.26) olarak belirlenmiş ve bu doz "Kısırlaştırıcı" olarak kabul edilmiştir. Değişik gamma radyasyonu dozlarının embriyo gelişmesini tamamen engellemediği, doz artışına bağlı ola- rak değişik oranlarda siyahbaş dönemine ulaşıldığı, ancak doz yükseldikçe çıkış oranının azaldığı anlaşılmıştır. Maksimoviç'e (1971) göre *L. dispar*'in pupa döneminde 30 krad ile ışınlanmış erkekleriyle çiftleşen dişilerin yumur- talarında % 20.4 oranında embriyo gelişmesi olduğu halde larva çıkışı olmamıştır. *O. nubilalis*'in erkeklerini kısır- laştıran doz olarak belirlenen 32.5 krad ile daha alt doz olan 25 krad esas alınarak ve üçer çift halinde ışınlanmış

erkeklerle normal dişiler çiftleştirildiği zaman da ilk denememizde elde ettiğimiz sonuçlara benzer sonuçlar elde edilmiştir. Anwar (1968a) *O.nubilalis*'in 12 günlük olgun pupaları radyasyona tabi tutulduğu zaman 40 krad ile ışınlanmış erkeklerle çiftleşen normal dişilerin yumurtalarında sıfıra ulaşmak üzere doz artışına bağlı olarak, yumurta açılma oranının azaldığını kaydetmekte ve radyasyonun etkisinin pupa yaşına bağlı olduğunu ifade etmektedir. Walker ve Brindley'e (1963) göre de *O. nubilalis*'te yumurta açılımı biyolojik döneme, yaşa ve uygulama dozuna bağlı olarak değişmekte; 1 günlük erkek erginlere uygulanan 20 ve 32 krad dozlarında sırası ile % 9.9 ve % 0.4 oranında yumurta açılması olmaktadır. Bu çalışmalarda siyahbaş dönemine ulaşan yumurta sayıları konusunda bir bulguya rastlanmamakla birlikte yumurta açılımı ile ilgili elde edilen değerler bizim çalışmamızdaki bulgularla benzerlik göstermektedir. Bhagat ve Kumar (1982) ve Guerra (1972) *H. virescens*'te, Sanford (1977), *D. saccharalis*'te aynı durumu tespit etmişler ve pupa yaşının radyasyon uygulamasındaki önemine değinmişlerdir. *A. segetum*'un erkek pupalarında 50-75 Gy dozları kısırlaştırma için uygun bulunmuş (Bhagat ve Kumar 1982), *H. virescens*'in erkek pupaları açılmaya yakın 45 krad (Flint ve Kressin 1967) ve *s. exigua* erkekleri 50 krad (Anwar 1968b) dozunda kısırlaştırmaktadır. Hathaway (1966), *C.pomonella*'nın 40 krad'la ışınlanmış erkeği ile çiftleşen dişilerde yumurtaların % 4'ünün açıldığını, Ouye vd (1964), *P.gossypiella*'nın yedi günlük erkek pupalarına uygulanan 55 krad dozunda tam kısırlık oluşturduğunu, Beratlıef (1968), *L.botrana*'nın sekiz günlük erkek pupalarında 40 krad dozun istenilen oranda kısırlık meydana getirdiğini bildirmektedirler. North ve Holt (1971) *Trichoplusia ni* erkeklerinin 30 krad'da dişilere sperma aktaramadıklarını ve normal bir yumurtlama seyrinin olmadığını kaydetmektedir. Bu sonuçlar, Lepitopterlerde yumurta açılımının türe, uygulama dozuna, uygulama sırasındaki biyolojik döneme ve yaşa göre değiştiğini göstermektedir.

O. nubilalis'in pupa döneminde ışınlanmış dişileri ile normal erkekleri çiftleştikleri zaman toplam yumurta sayısına ve yumurtalardaki toplam siyahbaş dönemi sayısına göre yumurta açılma oranları normal erkeklerle çiftleşen normal dişilerinkine göre önemli derecede farklı bulunmuştur. Uygulama dozlarında dişilerin bıraktığı yumurtalarda değişik oranlarda embriyo gelişmesi olmuş ancak 17.5 krad'da dahil olmak üzere üst dozlarda yumurta açılımı olmamıştır. Yumurta açılımının $\% 0.8 \pm 0.49$ (0.0-2.3) olarak görüldüğü 15 krad dozu dişileri "kısırlaştırıcı" olarak kabul edilmiştir. Bulgularımız ile Anwar'ın (1968a) sonuçları benzerlik göstermektedir. Yazar *O. nubilalis*'in 12 günlük dişi pupalarında yumurta açılımının 10 krad'da iyice azaldığını, 20 krad'da ise sıfır olduğunu ifade etmektedir. Yumurta açılımının $\% 0.9$ olduğu 15 krad dozu ise bizim bulduğumuz kısırlık oranına çok yakındır. Walker ve Brindley'e (1963) göre *O. nubilalis*'in 6-7 günlük erkek pupalarına uygulanan 5 krad dozunda $\% 76.5$, 1-2 günlük pupalarına uygulanan aynı dozda $\% 47.4$ oranında yumurta açılımı görülürken, aynı yaşlar ve dozda ışınlanmış dişilerde bu değerler sırası ile $\% 34.7$ ve $\% 0$ olmuştur. Yazarların belirttiği ve bizim de bulgularımıza göre *O. nubilalis*'in dişileri erkeklerine göre gamma radyasyonuna daha hassas olup daha küçük dozlarda kısırlık meydana gelmektedir. Benzer sonuçlar diğer bazı araştırmacılar tarafından da elde edilmiştir. Guerra (1972), *H. virescens*'in dişi pupalarına uygulanan 7.5 krad'lık dozda erginlerin yumurtalarında açılma olmadığını ve dişilerin erkeklerden daha hassas olduğunu bildirmektedir. Henneberry ve Clayton'a (1988) göre *P. gossypiella* dişileri yumurta açılımı bakımından erkeklerine göre daha hassastır. El-Sayed ve Grawes (1969), *H. virescens*'in 8-10 günlük pupalarında 30 krad dozun tam kısırlık oluşturduğunu, dişi pupaların cinsiyet hücrelerinin erkek pupalarından daha hassas olduğunu ifade etmektedir. Anwar (1968b), *S. exigua* dişilerinin 30 krad'da, Schwartz (1972), *Cryptophlebia leucotreta*'nın 11 günlük dişi pupalarından

çıkan erginlerde 15 krad'ın tam kısırlık oluşturduğunu kaydetmektedirler. Snow vd (1972), *s. frugiperda* ergin dişilerinde 15 krad'da % 1 oranında yumurta açılması görülürken 20 krad'da hiç yumurta açılması olmadığını bildirmektedir. Beratlıef ve Boguleanu'ya (1971) göre *Hyphantria cunea* olgun dişi pupalarına uygulanan 20 krad dozunda yumurtada % 0.4 oranında açılma olmaktadır. Brower (1976) ise *P. interpunctella*'nın 3-4 günlük dişi pupalarına uygulanan 35-50 krad dozlarının dişileri kısırılaştırdığını ve kısırlığın derecesinin ışınlanan pupa yaşına ve uygulama dozuna bağlı olduğunu ifade etmektedir. Lı vd'ye (1988) göre *Ostrinia furnacalis*'in ergin çıkışından 2 gün önce pupalarına uygulanan 250 Gy doz; dişilerde tam kısırlık, erkeklerde ise kısmi kısırlık oluşturmaktadır. Guerra ve Garcia'ya (1976) göre ergin çıkışından 3 gün önce 10-25 krad dozlarında ışınlanan *H. virescens*'in erkeklerinde tam kısırlık oluşmamakta ancak yumurta açılma oranı azalmaktadır. Yazar yumurta açılma oranındaki azalmanın radyasyonun spermlere olan olumsuz etkisinden ileri geldiğini ifade etmektedir. Flint ve Kressin (1969), *H. virescens*'in 45 krad uygulanan erkeklerinin % 50'sinde çiftleşmede dişiye sperma aktarımının olmadığını ve bunun, spermanın spermatafora girememesinden kaynaklandığını ifade etmekte ve bu durumu erkek üreme sistemi içerisinde spermlerin "duplex" alandan spermataforun oluştuğu "simplex" alana hareket edememesine bağlamaktadır. Proshold ve Bartell'e (1970) göre *H. virescens*'in bazı yumurtalarında embriyo gelişmesine rağmen yumurta açılımının olmaması; mayoz bölünme sırasında duplikasyona uğramış bozuk şekilli gametlerin oluşmasından ileri gelmektedir ve bu gametler "dominant lethal" mutasyona benzer şekilde embriyo ölümüne neden olabilmektedirler. Lepidoptera takımı bireyleri hemen hemen tek kromozom yapısında olup kromozomlar "polysentriktir" veya "sentromer" tüm kromozom boyunca yayılmıştır (diffuse centromer) (Vikki 1963 : North ve Holt'tan 1968). Lepidoptera takımında radyasyona dayanıklılık kromozomların bu

yapısında kaynaklanmaktadır. "Monosentrik" yapıya sahip kromozomlarda radyasyonun etkisi ile kromozom parçalanınca sentromersiz kromozom parçacıkları (fragment) oluşur ve hücre bölünmesi sırasında kaybolurlar. Bu durum "dominant lethal" mutasyonlara neden olmaktadır. "Polysentrik" kromozomlarda ise radyasyon uygulaması ile oluşan kromozom parçacıkları genellikle sentromerlidir ve bağımsız birer kromozom görevi yapabilirler. Bu nedenle bunlarda "dominant lethal mutasyonlar görülmeyebilir (Hughes-Schrader ve Ris 1981 : North ve Holt'tan 1968). Kısırlaştırma dozlarında Diptera takımı bireylerinin spermlerinde meydana gelen "lethal" mutasyonlar embriyo gelişmesinin erken döneminde görülürken Lepidoptera takımında embriyo gelişmesinin daha sonraki döneminde görülür ve ölüme neden olur (La Chance 1975). Lepidoptera takımında çiftleşme için ve yumurtlamayı teşvik etmek için "euprene" spermlerin aktarılması önemlidir, bu nedenle ışınlanmış erkeklerin "dominant lethal" mutasyonlar içeren "euprene" sperm aktarma kabiliyetinde olması, bunların rekabet edebilmeleri için çok önemli olmaktadır (La Chance 1975). *O.nubilalis*'in normal erkekleri ile çiftleşen normal dişilerinde yumurtada siyahbaş oranı bir erkek bir dişi çiftleştirmesinde % 78.6 ± 3.82 (63.9-94.2), üç erkek üç dişi çiftleştirmesinde ise % 85.2 ± 2.59 (70.9-90.4) olarak belirlenmiş ancak embriyo gelişmesi görülen yumurtaların tamamı açılmamış ve siyahbaş dönemine göre yumurta açılma oranı sırası ile % 94.8 ± 0.85 (91.5-97.5) ve % 88.7 ± 2.81 (73.0-95.2); toplam yumurtaya göre ise bir çift olanlarda % 74.5 ± 3.69 (60.1-89.7) ve üç çift olanlarda % 77.4 ± 2.83 (62.1-86.0) olmuştur. *O.nubilalis*'in normal erkekleri ile çiftleşen 1 normal dişilerinde yumurta açılımı Anwar'e (1968a) göre % 77.6 ve Walker ve Brindley'e (1963) göre % 80.4 oranında olup bulgularımıza paralel durumdadır.

O.nubilalis'in ergin çıkışından bir gün önce değişik gamma radyasyonu dozlarında ışınlanmış erkeklerinin

ömrü (erginin yaşama süresi) ile ışınlanmamış erkeklerin ömrü arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. Aynı yaşta ışınlanmış dişi pupalardan çıkan erginlerde ise ömür 15 krad uygulananlar söz dışı normal dişilerinkinden farklı olarak tespit edilmiştir. Erkeklerde 10 krad uygulamasında ömür, normal erkek ömründen uzun sürmüştür. Dişilerde ise 15 krad uygulamasında ömür, normal dişi ömründen uzun sürmüş ve diğer uygulama dozlarındakilerin yaklaşık iki katı olmuştur. Henneberry ve Clayton'a (1988) göre benzer bir durum *P.gossypiella*'da tespit edilmiştir. Yazar ömrün, söz konusu zararlının ışınlanmamış dişilerinde 20.2 gün, pupa döneminde 5 krad ile ışınlanmış dişilerde 27.3 gün ve 15 krad ile ışınlanmış dişilerde ise 29.1 gün olduğunu belirtmektedir. Fossati vd (1971), *C.pomonella* erkeklerinde 30 krad'dan sonra doza bağlı olarak ömrün kısaldığını, normal erkeklerde ömür 14.7 gün iken 20 krad ile ışınlanmış olanlarda ömrün normal erkeklere göre daha uzun sürdüğünü ve ortalama 16.7 gün olduğunu kaydetmektedir. Guerra (1972), 20 krad'a kadarki uygulamalarda *H.virescens*'in ömrünün etkilenmediğini, Flint ve Kressin (1967), 25 krad'ın üstündeki uygulamalarda, El-Sayed ve Grawes (1969) ise kısırleştirici dozda söz konusu zararlının erkek ve dişisinde ömrün kısaldığını kaydetmektedirler. Cogburn vd (1966), *P. interpunctella* ve *S. cerealella*'nın pupa ve ergin döneminde ışınlanan bireylerinde ömrün etkilenmediğini bildirmektedir. *S. exigua*'nın ergin çıkışından bir gün önce erkek pupalarına uygulanan 15 ve 20 krad dozları ömrü etkilemez (Debolt ve Wright 1976). Laoharanu vd'ye (1975) göre ise *S. exigua*'nın geç pupa döneminde 30-50 krad dozları ömrü etkilememektedir. Snow vd (1972), 10-40 krad gamma radyasyonu dozlarında *S. frugiperda*'da, Bughio (1988), 5-15 krad uygulamalarının *Chilo partellus*'ta ömrü etkilenmediğini kaydetmektedirler. Bu sonuçlar, Lepidopterlerde gamma radyasyonunun ömre etkisinin türe ve uygulama dozuna bağlı olarak değiştiğini ve genellikle düşük dozların ömrü etkilenmediğini göstermektedir. Henneberry ve Clayton'un (1988) ve Fossati vd'nin (1971) belirttiklerine

ve bizim de benzer bulgularımıza göre, gamma radyasyonunun düşük dozlarındaki ömür uzamasının bir uyarma etkisi sonucu meydana çıkmış olabileceği kanaatine varılmıştır.

O.nubilalis'in ergin çıkışından bir gün önce ışınlanmış erkekleri ile ışınlanmamış dişilerinin çiftleşme sayıları, normal erkek ile normal dişinin çiftleşme sayısından farksız bulunmuştur. Uygulama dozlarından 25, 32.5 ve 35 krad dozlarında bazı erkeklerin çiftleşmediği ve bu dozlarda ortalama çiftleşme sayısının diğer dozlara ve kontrol grubuna göre daha az olduğu belirlenmiştir. Ancak aradaki fark önemsiz bulunmuştur. Anwar'e (1968a) göre *O. nubilalis*'in 10-40 krad gamma radyasyonu uygulanan 12 günlük erkek pupalarından çıkan bireylerin normal dişilerle çiftleşme sayısı; normal dişi ile normal erkeğin çiftleşme sayısından farksızdır ve sadece 50 krad uygulamasında çiftleşme sayısı daha az olmaktadır. Yaptığımız çalışmada elde ettiğimiz sonuçlar ile yazarın sonuçları aynı doğrultudadır. Uygulama dozlarında ışınlanmış erkeklerin çiftleşme sayısının normal erkeklerinkine göre önemli derecede azalmaması metodun başarısı açısından olumlu görülmektedir. Anwar (1968a) ayrıca, *O.nubilalis*'in ışınlanmış dişilerinin normal erkeklerle çiftleştirilmesinde bunların normal dişiler kadar alıcı olduğunu belirtmektedir. Benzer durum *P.dispar*'da (Godwin 1964), *S.frugiperda*'da (Snow vd 1972), *S.exigua*'da (Debolt ve Wright 1976), *H.zea*'da (North ve Holt 1971) ve *H.virescens*'te (Flint ve Kressin 1967) de tespit edilmiştir. *H.virescens*'in erkek ve dişi pupaları ergin çıkışından 4 gün önce 7.5-20 krad dozlarında ışınlanınca çiftleşme sayısı değişmez (Guerra 1972). ise de ergin çıkışından 3 gün önce 10-25 krad dozları uygulanan erkekleri (Guerra ve Garcia 1976) ile kısırlaştırıcı dozda ışınlanan erkeklerinde (El-Sayed ve Grawes 1969) çiftleşme sayısı önemli ölçüde azalmaktadır. Fos-sati vd (1976) *C.pomonella*'da çiftleşme gücünün doz artışına bağlı olarak azaldığını, Brower (1976) *P.interpunctella*'nın 4-5 günlük pupa döneminde 35-40 krad ile ışınlanmış erginlerinin çiftleşme gücünün önemli oranda azaldığını be-

lırtmektedirler. *P. gossypiella*'nın 2-6 günlük pupalarına uygulanan 10-15 krad dozları çiftleşme sayısını azaltmaktadır (Henneberry ve Clayton 1988).

Kısır Böcek Salıverme Metodu, ilk bakışta basit ve "kitle üretimi yapıp, irradyasyondan sonra bunların doğaya salıverilmesi" olarak görülmektedir. Aslında ise basit olmak bir yana, güç bir savaş metodudur. Ele alınan türün genel biyolojisi yanında doğa ökolojisi, mevsimler itibariyle populasyon büyüklüğü, uygulamadan önce, süresince ve sonunda örnekler alınması yada yakalanması için etkili metodların bulunması, kısırlaştırıcı dozun tespiti, kısırlaştırılan erkeklerin doğadakiler ile cinsel çekişmesi (rekabeti), ekonomik bir kitle üretim metodunun bulunması, böceklerin doğaya salıverilme yöntemi, salınanların etrafa yayılımı ve davranışlarının incelenmesi ve bütün çalışmalar için insanların ve malzemenin sağlanması ve organizasyonun tamamlanmasından sonra uygulamanın başarıya ulaşması mümkündür (Kansu 1986).

Yaptığımız çalışma ile sadece *O.nubilalis*'in olgun pupa döneminde ışınlanmış erkek ve dişilerinde kısırlık oluşturan dozlar tespit edilmiş, değişik gamma radyasyonu dozlarının ömre, yumurtlama ve çiftleşme davranışlarına etkisi incelenmiştir. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda kısırlaştırıcı altı dozda ışınlanmış bireylerden gelişen dölllerdeki kısırlılığın (F_1 kısırlılığı), F_1 dölünde cinsel rekabetin, döllerin gelişme durumunun incelenmesi, ayrıca kolay ve ekonomik bir kitle üretim metodunun geliştirilmesi gerekmektedir. Bu hususların ortaya konulmasından sonra yukarıda belirtilen diğer konuların ele alınmasıyla bir model oluşturulabileceği kanaatine varılmıştır.

KAYNAKLAR

- AHMED, M.Y Y., BROWER, J.H. ve TILTON, E.W., 1976. Sexual competitiveness of adult Indian meal moths irradiated as mature pupae. J. Econ. Entomol., 69(6): 719-721.
- ANDALORA, J.T., ECKENRODE, C.J., ROBBINS, P.S., MUKA, A.A., ROSE, K.B., WILLSON, H. ve BECKER, R., 1982. European Corn Borer. Identification, Monitoring, Flight Patterns and Control. Special Report No 45.
- ANONYMOUS, 1977. Laboratory Training Manual on the Use of Isotopes and Radiation in Entomology. Second Edition. Technical Report Series No.61 IAEA., Vienna.
- ANONYMOUS, 1989. Tarımsal Yapı ve Üretim, 1987. T.C.Başbakanlık D.İ.E.
- ANWAR, M., 1968 a. "Sterilisation de la pyrale du maïs (*Ostrinia nubilalis* Hb.) par l'irradiation aux rayons gamma, "Isotopes and Radiation in Entomology (Proc. Symp.; Vienna, 1967) IAEA, Vienna., 139-148.
- , 1968 b. "Quelques effets de l'irradiation aux rayons gamma sur, *Spodoptera* (*Laphygma exigua* Hb. (Lepidoptera:Noctuidae). "Isotops and Radiation in Entomology (Proc.Symp., Vienna, 1967) IAEA,Vienna, 109-121.
- BERATLIEF, C., 1968. Citeva efecte ale radiatiilor gamma asupra moliei strugurilor, *Lobesia botrana* Schiff. Analele Institutului de Cercetari Pentru Protectia Plantelor. Vol: VI: 373-381.
- ve BOGULEANU, GH., 1971. Efectele iradierilor cu raze gamma aplicate la crisalidele de *Hyphantria cunea* Drury. Analele Institutului de Cercetari Pentru Protectia Plantelor Vol: IX: 390-399.
- BHAGAT, R.M. ve KUMAR, A., 1982. Effect of gamma radiation on Potato cutworm, *Agrotis segetum* Schiffer-Mueller. INIS Atom Index, 23(6): 687-691.
- BONNEMAISON, L.1962. Les Ennemis Animaux des plantes cultivées et des forets II, 389-393.

- BROWER, J.H., 1976. Irradiation of pupae of the Indian meal moth to induce sterility or partial sterility in adults. J. Econ. Entomol., 69(2): 277-281.
- BUGHIO, A.R., 1988. "Parental and inherited sterility induced by gamma radiation in male moths of the Maize borer, *Chilo partellus* (Swinhoe)." Modern Insect Control: Nuclear Techniques and Biotechnology (Proc. Symp. Vienna, 1987) IAEA, Vienna, 413-421.
- CARPENTER, J.E., YOUNG, R.R. ve SPARKS, A.N., 1986. Fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae): Comparison of inherited deleterious effects in progeny from irradiated males and females. J. Econ. Entomol., 79(1): 46-49.
- _____, _____, _____, CROMROY, H.L. ve CROWDHURY, M.A., 1987. Corn earworm (Lepidoptera: Noctuidae): Effects of substerilising doses of radiation and inherited sterility on reproduction. J. Econ. Entomol., 80(2): 483-489.
- COGBURN, R.R., TILTON, E.W. ve BURKHOLDER, W.E., 1966. Gross effects of gamma radiation on the Indian-meal moth and Angoumois grain moth. J. Econ. Entomol., 59(3): 623-633.
- DEBOLT, J.W. ve WRIGHT, F.K., 1976. Beet armyworm: Inherited sterility produced by irradiation of pupae and adults. J. Econ. Entomol., 69(3): 336-338.
- DÜZGÜNEŞ, O., KESİCİ, T., KAVUNCU, O. ve GÜRBÜZ, F., 1987. Araştırma ve Deneme Metotları. İstatistik Metotları. II. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1021, Ders Kitabı: 295, Ankara.
- EL-SAYED, E.I. ve GRAVES, J.B., 1969. Effects of gamma radiation on the Tobacco budworms. I. Irradiation of pupae. J. Econ. Entomol., 62(2): 289-293.
- FLINT, H.M. ve KRESSIN, E.L., 1967. Gamma irradiation of pupae of the Tobacco budworm. J. Econ. Entomol. 60(6): 1655-1659.
- _____ ve _____, 1969. Transfer of sperm by irradiated *Heliothis virescens* F. (Lepidoptera: Noctuidae) and relationship to fecundity Can. Ent. 101: 500-507.

- FOSSATI, A. STAHL, J. ve GRANGES, J., 1971. "Effect of gamma irradiation dose on the reproductive performance of the P and F₁ generations in the Codling moth, *Laspeyresia pomonella* L. "Application of Induced Sterility for Control of Lepidopterous Populations. (Proc. Panel. Vienna, 1970) JAEA., Vienna. 41-47.
- GAHUKAR, R.I., 1970. Nouvelles Techniques Adoptées pour L'élevage d'*Ostrinia nubilalis* Hubner Sur Milieu Artificiel.
- GODWIN, P A., RULE, H.D., WATERS, W.E., 1964. Some effects of gamma irradiation on the Gypsy moth, *Porthetria dispar*. J. Econ. Entomol., 57(6): 986-990.
- GUENNELON, G. ve SORIA, F., 1973. Mise an point au laboratoire d'un élevage permanent de la pyrale du riz, *Chilo suppressalis* Walker (Lépidoptera: Pyralidae) sur milieu artificiel. Ann. Zool. Ecol. anim., 5(4):547-558.
- GUERRA, A.A., 1972. Sterility induced in Tobacco budworm by combination of reserpine and gamma irradiation affected by age and sex of pupae. J. Econ. Entomol., 65(5): 1282-1283.
- _____, 1975. Sexual sterilization of Tobacco budworms with combinations of oral chemosterilants and gamma irradiation. J. Econ. Entomol., 68(1): 1-3.
- _____, ve GARCIA, R.D., 1976. Tobacco budworm: Parental and inherited sterility induced by reserpine and gamma irradiation. J. Econ. Entomol., 69(3): 339-342.
- HATHAWAY, D.O., 1966. Laboratory and field cages studies of the effects of gamma radiation on Codling moths. J. Econ. Entomol., 59(1): 35-37.
- HENNEBERRY, T.J. ve CLAYTON, T E., 1988. Effects of gamma radiation on Pink bollworm (Lepidoptera: Gelechiidae) Pupae: Adult emergence, reproduction, mating and longevity of emerged adults and their F₁ progeny. J. Econ. Entomol. 81(1): 322-326.
- KANSU, İ.A., 1963. Radyoizotopların Entomoloji Alanında Kullanılması. A.Ü.Ziraat Fakültesi Yıllığı-1963, Fasikül I: 47-72.
- _____, 1965. Short Notes On Some Pyralids From Turkey. Ankara Üniversitesi Yıllığı, Ayrı basım.

- KANSU, İ.A., 1986. Genel Entomoloji (Dördüncü baskı) A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları : 965, Ders Kitabı 283, Ankara.
- KARMAN, M., 1971. Bitki Koruma Araştırmalarında Genel Bilgiler. Denemelerin Kuruluşu ve Değerlendirme Esasları. T.C. Tarım Bakanlığı Zir. Müc. ve Zir. Kar. Gn. Md. Yayınları, Mesleki Kitaplar Serisi.
- KATIYAR, K.P. ve FERRER, F., 1968. "Rearing technique biology and sterilization of the Coffee leaf miner, *Leucoptera coffeella* Guer. (Lepidoptera Lyonetiidae). "Isotopes and Radiation in Entomology (Proc. symp., Vienna, 1967). IAEA, Vienna. 165-175
- KORNOŞOR, S. ve KAYAPINAR, A., 1989. Çukurova Bölgesi mısır sırlarında zarar yapan Mısırkurdu (*Ostrinia nubilalis* Hbn., Lepidoptera: Pyralidae)'nun yıllık döl sayısı ve popülasyon gelişmesi. Türk. Entomol. Derg., 13 (1): 15-24.
- KOYAMA, J., 1982. "The Japan and Taiwan projects on the control and/or eradication of fruit flies." Steril Insect Technique and Radiation in Insect Control. (Proc Symp, Vienna, 1981), IAEA, Vienna. 39-51.
- LA CHANCE, L E , ROBERT, A.B. ve RICHARD, R.D , 1973. Effect of low doses of gamma irradiation on reproduction of male Pink bollworms and their F₁ progeny. Environ. Entomol., 2(4): 653-658.
- _____, 1975. "Induced sterility in irradiated Diptera and Lepidoptera, sperm transfer and dominant lethal mutations". Sterility Principle for Insect Control (Proc Symp. Innsbruck, 1974) IAEA, Vienna. 401-411
- _____, 1985. Genetic Methods for the Control of Lepidopteran Species. Status and Potential U.S.Dept. Agric. ARS-28.
- LACHARANU, S., CHIRAVATANAPONG, S., STUTANTAWONG, M. ve KACCHONG, P., 1975. "Mating competitiveness of the of the radiosterilized male Armyworm, *Spodoptera exigua* Hb., and the male Mosquito, *Aedes aegypti* L. in field cages." Sterility Principle for Insect Control (Proc. Symp. Innsbruck, 1974) IAEA, Vienna. 317-323.
- LI, Y.Y., ZHANG, H Q., LOU, H.Z. ve ZHAO, C.D. 1988. "The inherited sterility of the Corn borer (*Ostrinia furnacalis* Guen.)" Modern Insect Control: Nuclear Techniques and Biotechnology (Proc. Symp. Vienna, 1987) IAEA, Vienna 403-411.

- MAKSIMOVIÇ, M. , 1971. "Application of the Sterile-Male Technique to the Gypsy moth, *Lymantria dispar* L. "Application of Induced Sterility for Control of Lepidopterous Populations (Proc. Panel Vienna, 1970) IAEA, Vienna. 75-80.
- NORTH, D.T. ve HOLT, G.G , 1968. Inherited sterility in progeny of irradiated male Cabbage loopers. J. Econ. Entomol., 61(4): 928-931.
- _____ ve _____, 1971 . "Radiation studies of sperm transfer in relation to competitiveness and oviposition in the Cabbage looper and Corn earworm" Application of Induced Sterility for Control of Lepidopterous Populations (Proc. Panel. Vienna, 1970). IAEA., Vienna. 87-97.
- OUYE, T.M., GARCIA, R.S. ve MARTIN, D.F., 1964. Determination of the optimum sterilising dosage for Pink bollworms treated as pupae with gamma radiation. J. Econ. Entomol., 57(3): 387-390.
- ÖZDEMİR, N., 1981. Karadeniz Bölgesi Mısırlarında Zarar Yapan Mısırkurdu (*Ostrinia rubilalis* Hbn. Lepidoptera: Pyralidae)'nun Biyo-Ökolojisi Üzerinde Araştırmalar. Samsun Bölge Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Araştırma Eserleri Serisi, No:26, Ankara.
- PATTON, P., 1982. "Programa contra la mosca del Mediterraneo en Mexico." Sterile Insect Technique and Radiation in Insect Control.(Proc. Symp., Vienna, 1981), IAEA, Vienna. 25-37.
- PROSHOLD, F.I. ve BARTELL, J.A., 1970. Inherited sterility in progeny of irradiated male Tobacco budworm. Effects on reproduction developmental time and sex ratio. J. Econ. Entomol., 63(1): 280-285.
- REED, G.L., SHOWERS, W.B., HUGGANS, J.L. ve CARTER, S.W., 1972, Improved Procedures for Mass Rearing the European Corn Borer. J. Econ. Entomol., 65 (5): 1472-1476.
- SANFORD, J.W., 1977. Sugarcane borers: Effects of substerilizing doses of gamma irradiation on males irradiated as pupae or adults. J. Econ. Entomol., 70 (1): 104-106.

- SCHWARTZ, A., 1972. Introductory studies on the use of radiation in the control of the False codling moth, *Cryptophlebia leucotreta* (Meyr.) on citrus. Information Circular on Radiation Techniques and Their Application to Insect Pests No: 14, Abst. No: 24.
- SNOW, J.W., YOUNG, J.R., LEWIS, W.J. ve JONES, R.L., 1972. Sterilization of adult Fall armyworms by gamma irradiation and its effect on competitiveness. J. Econ. Entomol., 65(5): 1431-1433.
- SUREAU, F. ve STOCKEL, J., 1983. Mise au point d'une technique de marquage in vivo des adultes de la pyral du maïs, *Ostrinia nubilalis* Hbn. (Lépidoptère, Pyralidae), par alimentation larvaire sur milieu artificiel coléré. Acta OEcologica., 4 (4): 299-308.
- TEOMAN, A., 1979. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Buğdaygillerinde Zararlı Lepidopter Türlerin Saptanması, Yayılış Alanları, Zarar Şekilleri ve *Sesamia nonagrioides* Lef.'in Kısa Biyolojisi Üzerinde Araştırmalar. İzmir Bölge Ziraî Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Araştırma Eserleri Serisi, No:35, Ankara.
- WALKER, J.R, ve BRINDLEY, T.A., 1963. Effect of X-Ray Exposure on the European Corn Borer. J. Econ. Entomol., 56 (4): 522-525.
- WELLER, K., 1991. Natural Enemies Gang Up On Corn Pests. Agricultural Research. August 1991. 18-20.
- YÜRÜTEN, O., 1965. Başlıca Mısır Zararlıları, Göztepe Ziraî Mücadele Enstitüsü, İstanbul. 11-15.