



Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi

Derleme Makalesi

Bazı Mısır Zararlılarına Karşı Radyasyon Kullanımının Değerlendirilmesi

Hatice AVAN AKSOY^a, Cengiz BAHADIROĞLU^a, Sevil TOROĞLU^{a,*}

^a *Biyoloji Bölümü, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş, TÜRKİYE*

* *Sorumlu yazarın e-posta adresi: storoglu@ksu.edu.tr*

ÖZET

Mısır, birçok böcek türü tarafından yoğun şekilde zarara uğrayan bir bitkidir. Bu zararlılara karşı kullanılan kimyasal maddeler diğer canlılar ve doğa için tehdit oluşturmakta ve bundan dolayı da yeni alternatif mücadele yöntemlerinin arayışı önem taşımaktadır. Bu yöntemler arasında geniş alanlarda uygulanabilirliği, zararlı popülasyonunu kolay baskılanabilmesi ya da ortadan kaldırılması gibi avantajlara sahip olanı Böcek Kısırlaştırma Tekniği son yıllarda yaygınlaşmaktadır. Güncel olarak radyasyon ışınlarının kullanımı kısırlaştırmak, öldürmek, yumurta verimini azaltmak, yumurtaların açılmasını önlemek gibi özelliklere sahiptir. Bu değerlendirmede bazı önemli mısır zararlılarına (*A. ipsilon*, *H. armigera*, *H. zea*, *O. nubilalis*, *S. zeamais*, *S. exigua* ve *T. urticae*) karşı çeşitli dozlarda radyasyon ışınlarının deneysel kullanımı ile ilgili yürütülmüş ve çalışmalara yer verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Mısır zararlıları, Radyasyon kullanımı, Böcek Kısırlaştırma Tekniği*

Evaluation of Radiation Using Against Some Corn Pests

ABSTRACT

Maize is a plant, which is intensely damaged by various pests. Intensive use of chemicals against these pests poses a threat to living organisms and nature, hence, alternative control methods are gaining importance. Among the alternative control methods, Sterile insect technique (SIT) stands out due to some advantages such as applicability of large fields, suppressing of pest population easily and minimization of damage. In this technique, the use of radiation causes significant effects on the pests such as sterilizing, lethal, reducing egg production, inhibiting egg hatching. This review is focused on the use of radiation and its application against some corn pests (*A. ipsilon*, *H. armigera*, *H. zea*, *O. nubilalis*, *S. zeamais*, *S. exigua* and *T. urticae*).

Keywords: *Corn pests, Radiation Using, Steril Insect Technique*

I. GİRİŞ

SON yıllarda insanlığın birçok ihtiyacına (gıda, hayvan yemi ve biyoyakıt vs) cevap veren mısır, buğday ve çeltikten sonra global bir bitki haline gelmiştir. Mısıra olan talebin artması hem ekin alanlarının genişlemesine hem de maksimum seviyede ürün elde etmeyi de zorunlu hale getirmiştir. Yüksek düzeyde ve kalitede ürün elde edilmesinde en önemli sorunlardan birisi zararlı böcekler olup, dünya ortalamasında % 67,5 ürün kaybına neden olmaktadır [1].

Günümüzde mısır bitkisine zarar veren 400 böcek türü bilinmekte olup, ülkemizde tel kurtları (Elateridae), bozkurt veya kesici kurtlar (*Agrotis spp.*) ve mısır maymuncuğu (*Tanymecus dilaticollis* Gyll.), mısır yaprak afiti (*Rhopalospium maidis* Fith), koçanda beslenenler kokulu böcekler (*Nezara viridula*), mısır kurdu (*Ostrinia nubilalis* Hübner) ve mısır yeşil kurdu (*Heliothis armigera* Hbn), mısır kök kurtları (*Diabrotica spp.*), sap kurdu (*Sesemia spp.*) ve güney batı mısır (*Diatraea grandiosella* Dyar.) kurdu yaygındır [2, 3].

Mısır zararlılarına karşı kimyasal mücadele kolay uygulanabilirliği ve sonucun hemen alınabilmesi gibi nedenlerden dolayı üreticiler tarafından en fazla tercih edilen bir yöntemdir. Yapılan bu ağır kimyasal işlemler ekonomik kayıplara ve çevre kirliliğine neden olduğu gibi hem de doğada ekolojik dengeyi bozmaktadır. Ayrıca mısır tarlalarında yoğun ve bilinçsiz ilaç kullanımı sonucunda ürünlerdeki kalıntı problemleri, insanlarda ve hayvanlarda akut ya da kronik etkilerin ortaya çıkması, bu konuya dikkatlerin çekilmesine ve tartışılmasına neden olmaktadır. Kimyasallara alternatif olarak parazitoit, feromon, entomopatojen gibi bazı etmenlerden yararlanılmaktadır. Bunlara ek olarak da son yıllarda böcek kısırlaştırıcı maddeler yararlanılması araştırmacıların ilgisini çekmektedir [2, 4-10].

Bu derlemede, Dünya'nın farklı bölgelerinde çeşitli bilim adamları tarafından mısır zararlılarına karşı Böcek Kısırlaştırma Tekniği (BKT), radyasyon ve farklı dozda ışınların etkinliği tartışılmaktadır.

II. BÖCEK KISIRLAŞTIRMA TEKNİĞİNİN PRENSİBLERİ

Böceklerin kısırlaştırılması fikri modern insektisitlerin ortaya çıkmasından daha öncelere dayanmakta ve kısırlaştırma işlemi ilk defa Runner [11] tarafından sigara böceği olarak tanınan *Lasioderma serricornis* (F.)'ya X-ışınının farklı dozlarını uygulanmış ve sonuçta böceğin üreme yeteneğini etkileyerek yumurtalarda dölsüzlüğe neden olmuştur. Daha sonra Muller [12] iyonize radyasyonun *Drosophila*'da açık bir şekilde mutasyonları indükleyerek çok sayıda dominant letal mutasyona neden olduğunu ve iyonize radyasyonla muamele edilmiş dişilerden elde edilen yumurtaların açılmasında ise azalmaların görüldüğünü ifade etmiştir.

Amerikalı bilim adamı Knipling bu konuda 1937'lerden itibaren çalışmaya başlamış, böceklerin kısırlaştırılarak veya genetik yapılarında bazı değişiklikler meydana getirilerek bunlarla mücadele etme olanaklarını araştırmıştır. Knipling, bu konu ile ilgili ilk yayını 1955'de yapmış ve Amerikan Burgulu Yara Sineği (*Cochliomyia hominivorax* (Coquerel)'nin biyolojisi ve çiftleşme davranışlarını incelemiş ve dişi böceğin sadece bir defa çiftleştiğini tespit ettikten sonra erkek kısırlaştırma yöntemi ile bu böceği kontrol altına alınabileceği sonucuna varmıştır [13].

Bu tekniğin prensibi radyasyona maruz kalan böceklerin gametlerinde dominant öldürücü (lethal) mutasyonların meydana gelmesidir. Öldürücü mutasyonlar, aslında ne cinsiyet hücrelerinin olgunlaşmasına ne de zigotun meydana gelmesine olumsuz etki yapmayıp, zigotun olgunlaşmasını

engellemektedirler. Radyasyon, erkek böceklerde spermatogenesis olayına etki ederek spermilerin meydana gelişini durdurmakta ve sperm aktivitesini iyice azaltarak çiftleşme gücünün kaybolmasına neden olmaktadır. Bu durumda erkek çiftleşmemekte veya çiftleşme pozisyonunda yeterince kalamadığı için döllenme gerçekleşmemektir [14, 15]. Dişi böceklerde ise oogonia'ya veya besleyici hücrelere ya da her ikisine de zarar verdiği için yumurta oluşumu çok azalmakta veya hiç olmamaktadır. Böcekler, yumurtadan çıktıktan hemen sonra hayat devrelerinin değişik dönemlerinde ve ergin safhada, eşey hücrelerini meydana getiren gonadlar da buna paralel olarak değişik gelişme evreleri içerisinde dirler. Bu nedenle, arzu edilen kısırlaştırmayı gerçekleştirebilmek için böceğin en uygun döneminde, optimum radyasyon dozunun uygulanması gerekmektedir [16, 17].

III. MISIR ZARARLILARINA KARŞI BÖCEK KISIRLAŞTIRMA TEKNİĞİ VE RADYASYON KULLANIMI

A. BOZKURT, *A. epsilon*

Polifag bir böcek olan *Agrotis epsilon* Hufnagel (Lepidoptera: Noctuidae), genç mısır bitkilerinin kök boğazının toprağa yakın kısımlarını keserek zarar verir [18, 19].

İlk olarak El-Kady ve ark., tarafından farklı dozlar da radyasyon ışınlarının *A. epsilon*'un pupalarına karşı etkisi incelenmiştir. Doz artışına bağlı olarak erginlerin oluşumu ve dişilerde yumurta veriminin azaldığı ayrıca erginler arasında deformasyon oranının yüksek olduğu belirtilir. Aynı zamanda yüksek radyasyon dozlarından erkeklere nazaran dişilerin biyolojik özellikleri ve döl verimi bakımından daha çok etkilendiği saptanmıştır [20]. Başka bir çalışmada *A. epsilon*'un yumurta, larva, pupa ve erginlerine 20-300 Gy (Grey) arasında farklı dozlarda gama ışınları uygulanmıştır. 150 Gy ve üzerinde radyasyona maruz bırakılan larvalarda ölüm oranının oldukça yüksek olduğu, pupa dönemine giren bireylerin azaldığı, hatta ergin bireylerin çıkışının gözlenmediği gibi olaylar gerçekleşmiştir. Ayrıca 50 ve 100 Gy radyasyona maruz bırakılan *A. epsilon* pupalarından elde edilen bireylerle ışınlanmamış dişilerin çiftleşmeleri sağlanmış, F1 döllere nazaran kısırlık ve üreme yüzdelerinde azalmalar ve ayrıca ölüm oranında önemli artışlar kaydedilmiştir. F1 dölllerinde yumurta verimi ve yumurtadan larva çıkışını kontrol altına almada en etkili dozun 100 Gy olduğu belirtilmiştir [21, 22].

Farklı dozlarda (50-150 Gy) gama radyasyonun *A. epsilon*'un erkek ve dişi pupalarına etkileri araştırılmış, doz artışına bağlı olarak erginlerde yumurta verimi ve yumurtaların açılma oranlarında önemli bir azalmanın olduğu, elde edilen F1 dölleri ise ışınlanmamış bireylerle çaprazlaştırıldıklarında kısırlığın ışınlanmış erkek pupalarda ışınlanmış dişilere göre kalıtım oranı yüksek olmuştur [23].

El-Naggar ve ark. [24] *A. epsilon*'un 50 ve 100 Gy'de ışınlanan gelişmiş erkek ve dişi pupalardan elde ettiği F1 dölllerinin dördüncü dönem larvalarına *Bacillus thuringiensis* toksininin farklı konsantrasyonları ile muamele ederek etkilerini incelemişlerdir. Radyasyon uygulaması sonucu larval dönemde, pupaya girme oranında, ergin çıkışında ve erginlerde deformasyon oranında doz artışına bağlı olarak yükseldiği kaydedilmiştir. Başka bir çalışmada ise *A. epsilon*'a karşı 100 ve 150 Gy dozda gama radyasyon ve *Conyza diascorides* (Barnooof) bitkisinin iki farklı çözücünde elde edilen ekstraktı uygulanmıştır. Radyasyon ve bitki ekstraktının her ikisine maruz bırakılan bireylerde kontrole göre üreme oranında önemli artışlar olduğu, F1 dölllerinde larval dönem süresinin uzadığı ve bütün uygulamalarda ölüm oranının yüksek olduğu belirlenmiştir [25, 26].

B. YEŞİL KURT, *H. armigera*

Heliothis armigera Hübner (Lepidoptera: Noctuidae), zarar eşiği oldukça yüksek olan polifag türdür, larvaları mısırın tepe ve koçan püsküllerini keserek döllenmeye engellemekte ve sonuçta koçanların seyrek daneli olmasını sağlamaktadır. Ayrıca genç larvalar süt koçanın uç kısımlarını yiyerek zarar vermektedir [27-29].

Gama radyasyonun 0-200 Gy arasında değişen dozların *H. armigera*'nın yetişkin pupalarına etkisi araştırılmış ve sonuçta ışınlanan pupalardan çıkan kelebeklerde doz artışına bağlı olarak kısırlık oranında ve deformasyonlu birey sayısında artışların olduğu, ayrıca F1 dölllerinde ölüm oranının yüksek ve ömür uzunluğunun ise azaldığı, radyasyon uygulaması dişilerin yumurta verimliliğine herhangi bir etki göstermezken, en yüksek dozda kısırlığın %100'e çıktığı kaydedilmiştir [30].

Bazı araştırmacılar kısırlaştırıcı doz olarak kabul edilen 100 Gy'in *H. Armigera*'nın F1 ve F2 dölllerinde larval dönem, pupal dönem, larval ve pupa dönemlerinde ağırlıkları ve yumurta verimi üzerine herhangi bir etkide bulunmadığını belirtirken, erkek bireylerde kısırlığın artışına önemli derecede neden olduğu bildirilmektedir. Aynı zamanda F1 dölünde ışınlanmış dişilerle normal erkeklerin çaprazlanmasından elde edilen yumurtalardan larva çıkışının olmadığı, ışınlanmış erkeklerle normal dişilerin çaprazlanmasından elde edilen jenerasyonda kısırlık oranının ise yüksek olduğu belirtilmektedir. Ayrıca gama radyasyonunun ve dişilerde çiftleşme aktivitesi üzerinde hiçbir etkide bulunmamıştır [31, 32].

Radyasyonun *H. armigera*'nın dişilerinde yumurtlama, erkeklerinde sperm transferi üzerine etkileri yeterli düzeyde incelenmiş, 250 ve 400 Gy radyasyona maruz bırakılan erkek bireylerde sperm transferi, dişilerde yumurta verimi üzerine herhangi bir etki olmadığı gözlenmiştir. Gama radyasyonunun *H. armigera* parazitoidi olan *Trichogramma chilonis*'in dişilerini çiftleşme eğilimini artırıp artırmayacağını ve konukçu yumurtaların bu uygulamadan sonra uygun olup olmayacağını araştırıldığı başka bir çalışmada öncelikle parazitoidin dişilerine düşük dozda (250 mGy), *H. armigera* yumurtalarına ise 300 Gy radyasyon uygulanmıştır. Kısır F1 dölü elde etmek için *H. armigera* pupalarına 250 Gy radyasyona maruz bırakılmış, elde edilen kelebekler hem birbirleriyle hem de normal dişiler kısır erkeklerle çaprazlanmış ve elde edilen yumurtalarda parazitoidin gelişmesi takip edilmiştir. Sonuç olarak uygulanan yöntemin parazitoidin gelişmesine katkıda bulunabileceğini ve *H. armigera* ile mücadelede etkin olacağı düşünülmektedir [33, 34].

C. ADI SAP KURDU, *H. zea*

Polifag bir tür olan *Helicoverpa zea* Boddie (Lepidoptera: Noctuidae)'nın larvaları mısır bitkisinin çiçek, püskül ve genç koçanlarıyla beslenmektedir. Ülkemizde sık karşılaşılmayan bu tür daha çok Kuzey ve Güney Amerika'da yaygındır [35, 36].

Kuzey Caroline'da dört yıl boyunca yürütülen deneylerde gama radyasyonun farklı dozlarının *H. zea*'nın laboratuvar koşullarında yetiştirilen ergin bireylerle ve yabancı popülasyonuna etkileri incelenmiştir. Kısırlaştırılan erkeklerin bir kısmı doğal popülasyonunun bulunduğu ortama bırakılmıştır. Alandan toplanan yeni nesil larvalar laboratuvarında beslenmiş ve elde edilen erkek bireylerin testislerinde yürütülen kromozom çalışmalarında ışınlanmış erkek sayılarının yabancı erkeklere göre daha yüksek, yabancı popülasyon sayısında azalmaların ve başarılı bir şekilde F1 dölllerinin elde edilebileceği belirtilmiştir. Tek bir dozun (100 Gy) laboratuvarında yetiştirilen ve yabancı olan *H. zea*'nın F1 dölllerinde kısırlığa etkileri incelenmiş ve birkaç jenerasyon boyunca kısırlığı gözlemlendiği, çiftleşme rekabetinde ise laboratuvarında yetiştirilenlerin yabancı olanlara göre daha aktif ve

çiftleşmenin daha güvenilir olduğu saptanmıştır. Dişi bireyler 100 Gy'de ışınlanmış ve yabancı erkeklerle çiftleştirildiğinde çiftleşme aralığı ve eğiliminin aynı olduğu, bu çiftleşmelerden elde edilen larvalarda ölüm oranlarında farklılık olduğu gözlenmiştir. Sonuç olarak 100 Gy'in *H. zea*'nın yabancı popülasyonunu kontrol altına almada etkili bir doz olabileceği kanısına varılmıştır [37, 38].

Radyasyonun *H. zea*'da sitolojik etkilerini araştırmak amacıyla yürütülen diğer bir çalışmada, erkek bireylerin testisleri disekte edilerek, iyi görüntü alabilmek için ise düşük dozda radyasyon kullanıldığını ve mayoz bölünme geçiren spermatozoidlerin tercih edildiği belirtilmiştir. Kromozom anormalliklerinin en iyi üçüncü ve dördüncü dönem larvalarda görüntülediği, F1 ve F2 erkeklerinde anormalliklerin görülme yüzdesinin radyasyon dozuna bağlı olarak değiştiği hatta F1 larvalarında 6 krad radyasyon dozunun görülebilir anormallikleri tetiklediği, F2 larvalarında ise kromozomal anormalliklerin F1'e göre azaldığı tespit edilmiştir [39].

D. MISIR KURDU, *O. nubilalis*

Ostrinia nubilalis Hübner (Lepidoptera: Crambidae), ülkemizin her yerinde yaygın olup, larvaları kök dışında mısırın bütün organlarına zarar verir. Helezon yaprakları yiyerek bitkinin gövdesine girer, galeri açar ve beslenirler. Tüm bunlar bitkinin zayıflamasına, gövde ve koçanların kırılmasına ve dolayısıyla ürün kaybının artmasına neden olmaktadır. Aynı zamanda koçanda açtıkları deliklerden fungusların girmesiyle mitotoksin oluşumunu sağlamaktadırlar [40, 41].

O. nubilalis'e karşı X-ışının etkisini belirlemek için, 32000 rad radyasyona maruz bırakılan erkeklerle normal dişilerin çiftleşmesi sağlanmış ve elde edilen yumurtaların sadece %1'inin açıldığı, çiftleşme kafesine ışınlanmış ve ışınlanmamış erkekler ile normal dişiler bırakıldığında ise yumurtaların açılmasında yüksek bir farkın (%39.4) olduğu gözlenmiştir [42]. Işınlanan pupalarda doz miktarının artışına bağlı olarak dişi kelebeklerin bıraktığı yumurtalarda açılma oranında önemli düşüşler görülmüş ve ayrıca dişi pupaların erkeklere nazaran radyasyona karşı daha hassas oldukları, geç ve erken dönemde ışınlanan pupalarda ise yumurtalardan larva çıkış oranında farklılık olduğu, ayrıca yumurta verimi de doz artışına bağlı olarak azalmıştır [43].

Kısırlaştırıcı olarak tanınan X-ışının 20 ve 25 krad dozların *O. nubilalis*'in F1 dölünde eşey dağılımı, kısırlaştırıcı ve öldürücü etkileri tespit edilmiş, her iki dozda da ışınlanmış dişilerde çiftleşme oranında farklılık görülmezken, her iki cinsiyette de kısırlaşmanın görüldüğü ve pratik uygulamalarda başarılı bir şekilde kullanılabileceği belirtilmiştir. Hatta hayatta kalan F2 dölllerinde kısırlık hızlı bir şekilde tamir edilebilirken, F3 dölllerinde ise kısırlığı tamamen ortadan kaldırır [44].

Gama radyasyonun *O. nubilalis*'in yumurtalarında embriyonik gelişime süresine etkisi araştırılmış, 25 ve 40 krad radyasyonla ışınlanmış erkek bireylerin normal dişilerle çiftleştirilmesinden elde edilen yumurtalarda larva çıkışının neredeyse tamamen engellendiği ve kısırlık oranının oldukça yüksek olduğu ve yumurtalarda geç embriyonik evrelerde ise radyasyona maruz kalmanın ölüm oranını artırır [45].

Atmosfer basıncı, düşük oksijen ve soğuk hava şartlarının radyasyonla birlikte *O. nubilalis*'e karşı etkileri incelenmiş ve radyo toleransı olan geç dönem pupalardan elde edilen dölde F1 yumurtalarının açılmasını önlemede sıcaklık ve beslenmenin herhangi bir etkisinin olmadığı, ancak oksijen oranının düştüğü ortamda etkide bulunduğu ve dişilerde ise ömür uzunluğu azalmıştır [46].

E. MISIR BİTİ, *S. zeamais*

Sitophilus zeamais Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) ,mısır taneleriyle beslenir, sonuç olarak üründe kalite ve ağırlık yönünden kayıplara neden olmaktadır. Ayrıca ördükleri kokon ve değiştirdikleri gömlek artıkları ile de kaliteyi düşürmektedir. Yenmiş danelerde çimlenme oranı önemli ölçüde azaldığından ürünün tohumluk değeri düşmekte, aşırı bulaşmalarda kızışma ve kokuşmalara yol açmaktadır [47, 48, 49].

Farklı dozlarda (5-100 krad) gama radyasyonunun *S. zeamais*'in yumurta, larva, pupa ve erginleri üzerine etkisi araştırılmış, uygulamalarda her doz yumurta ve larvalarda gelişime etki ederken, 5 krad'da ışınlanan pupaların büyük bir çoğunluğunu kısırlaştırdığı, erginlerdeüreme yeteneğinin önemli oranda azaldığı, 10 krad ve üzeri dozlarda kısırlaşmanın tüm bireylerde görüldüğü, radyasyonun yükselmesi (50 krad) ile pupalardan ergin çıkışı kaydedilmemiştir. Ayrıca doz artışına bağlı olarak erginlerde ömür uzunluğu da önemli oranda azalmıştır [50].

S. zeamais'in yumurta, larva, pupa ve erginleri 0,1 ile 3 kGy arası dozlarda ışınlanmış ve 0,6-0,8 kGy dozlarda ışınlanan erginlerin yirmi gün sonra öldüğü kaydedilmiştir. Ayrıca yumurta, larva ve erginler 5-800 Gy dozlarda ışınlanmış, sonuç olarak 25 ve 40 Gy'lerde yumurta ve larvalardan ergin çıkışı olmadığı, 70 Gy ve üzerindeki dozlarda ise kısırılık gözlenmemiştir [51, 52].

Mikrodalga radyasyonu ile yumurta ve erginler çeşitli frekanslarda ışınlanmış, frekans artışına bağlı olarak ölüm oranının yükseldiği ve düşük dozda *S. zeamais*'e karşı etkin olabileceği [53], başka bir çalışmada *S. zeamais*, mikrodalga radyasyonunda 12, 15, 17,9 ve 55 Ghz mikrodalga radyasyonda ışınlanmıştır. 15 Ghz'de erginlerde ölüm oranını artırmış ve 55 Ghz dozun ise yumurta, larva, pupa ve ergin dönemler için oldukça öldürücü olmuş [54], farklı güç ve farklı sürelerde (14 ve 28 saat) radyasyona maruz bırakılan *S. zeamais* bireyleri 14 saatte 600 W, 28 saatte ise 500 W'da tamamen ölmüştür [55].

Hasan ve ark. [56], 0,5 ile 1,0 kGy arasındaki gama radyasyonunun *S. zeamais*'in DNA'sı üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Doz artışına bağlı olarak larva, pupa ve erginlerde DNA hasarının önemli oranda artış gösterdiği, 1 ve 15 günlük erginlerde ise kuyruk, DNA uzunluğu ve hasarında doz ve süre uzunluğuna bağlı olarak artışların olduğu, böceklerin kontrol altına alınmasında bu yöntemin gelecekte önem taşıyacağı anlamına gelmektedir [57].

F. ÇİZGİLİ YAPRAK KURDU, *S. Exiqua*

Spodoptera exigua Hübner (Lepidoptera: Noctuidae)'nın larvaları mısır bitkisinin tomurcuk ve yapraklarla beslenmekte, olgunlaşan larvalar yaprakları tamamen ve hatta bitkinin yan köklerini de yiyerek tamamen kurutmaktadır. Çizgili yaprak kurdu ülkemizde yaygındır 50'ye kadar bitki türü ile beslenmektedir [58, 59, 60].

S. exigua'ya karşı UV radyasyonun, furanocoumarin ve Bt toksin'in etkileri incelenmiş, bu üç uygulamanın larvaları, pupal dönemine girmeye zorladığı, larval gelişimi yavaşlattığı ve ergin çıkışında da dimorfizmin yaygın görüldüğü, ancak ölüm oranı ve ağırlıklarına herhangi bir etkide bulunmadığı saptanmıştır. UV radyasyon, furanocoumarin ve Bt toksin *S. exigua*'ya karşı tek tek kullanıldığında ise radyasyon kullanımının diğer ikisi ile kıyaslandığında daha etkin yöntem olduğu anlaşılır [61].

Carpenter ve Sheehan [62], *S. exigua*'nın yumurta ve larvalarında asalak yaşayan *Cotesia marginiventris* (Cresson) erginleri 100 Gy dozda gama ışınına maruz bırakılmıştır. Işınlanmış

erkeklerle radyasyona maruz bırakılmayan dişiler çiftleştirilmiş ve elde edilen yumurtalardan larvalar meydana gelmemiştir. Sonuç olarak radyasyon kullanımının ve parazitoit uygulamasının *S. exiqua*'ya alternatif mücadele yöntemi olarak kullanılabilceği bildirilmektedir.

S. exiqua'nın erkekler ile gama radyasyonunda ışınlanmış dişilerin çiftleşmesi sonucu elde edilen yumurtalarda %98 kısırılık görülürken, ışınlanmış erkeklerle normal dişilerin çiftleşmesinden sonra elde edilen yumurtalarda ise kısırılığın %80 olduğu, fakat erkeklerde sperm aktivitesi üzerine ise herhangi bir etki bulunmadığı kaydedilmiştir [63].

G. İKİ NOKTALI KIRMIZI ÖRÜMCEK, *T. Urticae*

Tetranychus urticae Koch (Acari: Tetranychidae) mısır bitkisinin öz suyunu emer, sonuçta yapraklar sararmaya, kıvrılmaya ve kurumaya neden olur. Çeşitli virüs hastalıklarının yayılmasına neden oldukları gibi %40-60 ürün kaybına yol açmakla hem de kalitesini düşürürler [64].

T. urticae'nin sağlıklı yumurtalarında mayozun farklı safhalarına radyasyonun yol açtığı etkiler, ve ayrıca görülebilir sitolojik anormallikler, öldürücü ve kısırlaştırıcı özellikleri incelenmiştir. Radyasyon dozunun artışına bağlı olarak öldürücü etkinin önemli oranda yükseldiği ve buna paralel olarak kromozomlardan kopan fragment sayılarında da artışlar olmuştur [65]. 2 ve 3 günlük *T. urticae* yumurtaları 0-280 Gy arasında radyasyona maruz bırakıldığında, her iki grupta da doz artışına bağlı olarak yumurtaların açılma düzeyinde azalmalar olmuş ve 1, 2 ve 3 günlük yumurtaların açılmasını %100 engellemek için sırası ile 43.6, 55.1 ve 280 Gy gerekmiştir [66].

Güneş'den yayılan Ultraviole B radyasyonun, sıcaklık ve nem ile birlikte *T. urticae*'nin biyolojisine etkisi araştırılmıştır. Doğal radyasyonun Haziran'dan Ağustos'a kadar artış gösterdiği, daha sonraki aylarda azaldığı ve sonuçta *T. urticae*'nin yumurtalarının açılma oranının Nisan ayında en düşük iken Ekim'de en yüksek rakama ulaştığı saptanmıştır. Ayrıca Nisan'da ölüm oranı artarken, düşük sıcaklık ve yüksek radyasyona bağlı olarak gelişimin yavaşladığı, Ekim'de ise ölüm oranı azalırken, yüksek sıcaklık ve düşük radyasyon ile bağlı olarak gelişimi süresinin de hızlandığı görülmüştür [67].

Başka bir çalışmada doğal ve yapay UV-B'nin *T. urticae*'nin üreme ve yaşam süresine etkileri incelenmiştir. Doğal ortam UV-B'den sürekli olarak korunamadıkları, yapay UV-B'nin önemli oranda populasyon sayısını azalttığı, yumurta verimi ve gelişimini de önlediği, sonuç olarak her ne kadar bu canlılar güneşten gelen radyasyondan kendilerini koruyabilse de mücadele amaçlı UV-B kullanıldığında rekabet ve beslenme gibi populasyon dinamiklerini başarılı bir şekilde etkileyebileceği kanısına varılmıştır [68].

T. urticae farklı gelişme dönemlerinde gama radyasyonu (200-350 Gy arasında değişen dozlarda) ışınlanmış ve sonuçta bir dölün oluşma, larval, protokrizalis, protonimf, deutokrizalis, deutonimf ve teliyokrizalis dönemlerinin uzamasına neden olduğu, ayrıca erginleşme yüzdesi, yaşam süresi ve dişi başına düşen ortalama yumurta sayısı gibi parametrelerde de önemli oranda düşüklere neden olduğu saptanmıştır. Işınlanan pupalardan çoğunlukla dişi birey elde edilmiş ve ,hatta 100-350 Gy dozlarında ışınlanan 2 ve 3 günlük yumurta, larva, protokrizalis ve deutokrizalis'den meydana gelen bireylerde dişilerden oluşmuştur. Teliyokrizalis döneminin ergin ömür uzunluğu, yumurta sayısı ve gelişme dönem için gerekli süre gibi özellikler bakımından en toleranslı evre olduğu, 300 Gy'de ışınlanan deutonimf evresindeki dişilerde kısırılığın gözlemlendiği ve erkekler çiftleşmeden önce ışınlandığında (300 Gy) ise yumurtlamanın geciktiği ve sonuç olarak 300 Gy'in *T. urticae* ile mücadelede başarılı bir şekilde kullanılabilceği tanımlanır [69].

IV. SONUÇ

Mısır, günümüzde çok yönlü kullanımı ile talep gören ve ekim alanı gün geçtikçe artan bir kültür bitkisidir. Farklı fenolojik dönemlerine zarar veren 50'ye yakın böcek türünü barındırmaktadır. Bu zararlılarla mücadelede her ne kadar kimyasal maddeler kullanılsa da, bileşenlerinde bulunan zehirlerin olumsuz yönleri göz ardı edilmemektedir. Bundan dolayı ülkemizde ve Dünya'da mısır zararlılarına karşı yeni çevre için az tehlikeli alternatif yöntemler üzerinde bilimsel çalışmalar ve deneyler yürütülmektedir. Adı geçen yöntemlerin biride çeşitli radyasyon ışınlarından yararlanmakla ortaya çıkan Böcek Kısırlaştırma Tekniği (BKT) adıyla bilinen ve genel olarak erkek bireylerin radyasyon aracılığıyla kısırlaştırılıp yaban hayata bırakılması ile zararlı popülasyonunun kontrol altında tutulmasını sağlayan bir methoddur..

A. epsilon, *H. armigera*, *H. zea*, *O. nubilalis*, *S. zeamais*, *S. exigua* ve *T. urtica* gibi bazı mısır zararlılarına karşı gama, mikrodalga ve UV radyasyonun farklı dozlarıyla yapılan denemelerde kısırlık, yumurta verimi, letalite, larval-pupal-ergin dönemler gibi biyolojik özellikleri üzerine birçok çalışmalar yapılmıştır. Radyasyon dozlarındaki artışa bağlı olarak erginler arasında dimorfizm, kısırlık ve ölüm oranlarının yükseldiği, yumurta veriminin düştüğü ve F1 döllerine kısırlık aktarımı gibi verilerde önemli oranda yükselişlerin olduğundan söz edilmektedir.

Ülkemizde tarım bitkilerine zarar veren böcekler ve onların doğal düşmanlarına karşı radyasyon ışınlarının etkisi konusunda çalışmalar yürütülmüş ve bazı olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Örneğin Ayvaz ve ark. [70, 71] tarafından *Ephestia kuehniella*'nın farklı gelişme evreleri ve doğal asalağı *Trichogramma evanescens*'in yumurta, larva ve erginlerinin gama ışınlarına toleransı ve kısırlaştırıcı dozu belirlenmiştir. Adı geçen *T. evanescens* birçok zararlı böcek türünün (*Sesamia nonagrioides* Lefebvre (Lepidoptera: Noctuidae) ve *Ostrinia nubilalis* Hübner (Lepidoptera: Crambidae)) yumurtalarıyla beslenmektedir.

Bilimsel çalışmalardan derlenen sonuçlara dayanarak mısır zararlılarına karşı radyasyon ışınlarından yararlanarak böceklere karşı mücadelede yeni ve perspektifli yöntemin gelecekte ortaya çıkacağı düşüncesini akla getirmektedir.

V. KAYNAKLAR

- [1] E. C. Derke, H. W. Dahwe, F. Schönbeck, A. Weber, *Crop Pruduction And Crop Protection*, 1. Baskı, Elsevier (1994) 285
- [2] İ. Cerit, M. Güllü, H. Sarıhan, A. D. Kanat, M. A. Turkay, A. B. Uçak, *Mısırkurdu (Ostrinia nubilalis Hübner) (Lepidoptera: Crambidae) ve mısır koçankurdu (Sesamia nonagrioides Lefebvre) (Lepidoptera: Noctuidae) 'na dayanıklı transgenik mısır çeşidi Pioneer 33P67 (MON 810) Bt' nin Alan Denemesi Projesi sonuç raporu*, Adana (2006) 55
- [3] Y. Kırtok, *Mısır Üretimi ve Kullanımı*, 1. Baskı, Kocaelik Basın ve Yayınevi, (1998)
- [4] N. Şimşek, M. Güllü, *Akdeniz Bölgesi'nde Mısırdaki Zarar Yapan Mısır Koçankurdu (Sesamia nonagrioides Lef.) (Lepidoptera: Noctuidae) ve Mısırkurdu (Ostrinia nubilalis Hbn.) (Lepidoptera: Pyralidae)'nın Mücadelesine Esas Olabilecek Biyolojik Kriterlerin Araştırılması, Türkiye II. Entomoloji Kongresi Bildirileri*, Adana-Türkiye, (1992) 501-512
- [5] J. A. Tsitsipis, *The corn Stalk borer, Sesamia nonagrioides: Forecasting, crop loss assesment and pest management, Integrated crop protection in cereals*, Balkema- Rotherdam-Brookfield, (1988) 171-177
- [6] N. Şimşek, M. Güllü, O. Zeren, *Studies on effectiveness of some agrochemicals against Ssem borers, Sesamia nonagrioides Lef., S. cretica Led. and European corn borer, Ostrinia*

- nubilalis* Hbn. in *Mediterranean region of Turkey*, **Proceedings of a Symposium On Corn Borers And Control Measures**, Adana-Türkiye, (1988) 44-54
- [7] C. Konak, *Planting of maize at different times to reduce borer damage in Eagen region*, **Proceedings of a Symposium on Corn Borers And Control Measures**, Adana-Türkiye, (1988) 21-24
- [8] M. Yıldız, M.O. Gürkan, C. Turgut, Ü. Kaya, G. Ünal *Tarımsal savaşımında kullanılan pestisitlerin yol açtığı çevre sorunları*, **Türkiye Ziraat Mühendisliği 6. Teknik Kongre**, Ankara-Türkiye, 3-7 Ocak, (2005) 649-665
- [9] H. İnan, N. Boyraz *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* **16 (30)** (2002) 88-101
- [10] H. M. Aksoy *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* **21(3)** (2000) 364-369
- [11] G. A. Runner *Journal of Agricultural Research* **6** (1916) 383-388
- [12] H. J. Muller *Science* **66** (1927) 84-87
- [13] E. F. Knipling *Journal of Economic Entomology* **48(4)** (1955) 459-462
- [14] M. D. Proverbs *Annu. Rev. Entomol.* **14** (1969) 81-102
- [15] F. H. Sobels *Mutation Research* **8** (1969) 111-125
- [16] A. R. Lecis, V. Figus, C. Santarini *Parasitol.* **17** (1975)145-150
- [17] A. Bakri, K. Mehta, D. R. Lance, *Sterilizing Insects with Ionizing Radiation” In V.A. Dyck, J. Hendrichs and A.S. Robinson (eds.), Sterile Insect Technique Principles and Practice in Area-Wide Integrated Pest Management*, Printed in the Netherlands, (2005) 233-268
- [18] S. El-Salamouny, M. Lange, M. Jutzi, J. Huber, J. A. Jehle *J. Invert. Pathol.* **84(2)** (2003)75-82
- [19] S. C. Hong, R. C. Williamson *J. Econ. Entomol.* **97(5)** (2004) 1666-1670
- [20] E. A. El-Kady, Y. S. Salem, A. M. Hekal *Mededelingen-van-de-Faculteit-Landbouwwetenschappen, Rijksuniversiteit-Gent.* **49(2)** (1983) 385-392
- [21] S. El-Naggar, M. M. Megahed, H. A. Sallam, S. M. İbrahim *Insect Sci. and Application* **5(6)** (1984) 501-503
- [22] S El-Naggar, M. M. Megahed, H. A. Sallam, S. M. İbrahim *African Journal Agric. Sci.* **12(1-2)** (1985) 155-162
- [23] Ebd-El Hamid, *Effect of gamma irradiation on certain biological and physiological aspects of black cutworm Agrotis ipsilon (Hufn.)*, M. Sc. Thesis, Cairo Univ.- Fac. Agric., Egypt, (2004)
- [24] S. E. M. El-Naggar, S. S. A. El-Shall, H. F. Mohamed *Arab Journal of Nuclear Sciences and Applications* **39(1)** (2006) 196-207
- [25] H. F. Mohamed *Intl. J. of Molecular Zoology* **2(2)** (2012) 13-22
- [26] H. F. Mohamed *Appl. Radiat. Isot.* **73** (2013)101-8
- [27] R. T. Gahukar *Journal of Entomological Research* **26(4)** (2002) 265-276
- [28] J. S. Multani, A. S. Sohi *Insect-Environment* **8(2)** (2002) 82-83
- [29] T. Kakimoto, K. Fujisaki, T. Miyatake *Annals of the Entomological Society of America* **96(6)** (2003) 793-798
- [30] P. Pransopon, M. Sutantawong, P. Hormchan, A. Wongpiyasatid *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* **34** (2000) 401-407
- [31] V. R. Ocampo *Florida Entomologist* **84(2)** (2001) 194-198
- [32] V. R. Ocampo, J. B. Leon *International Atomic Energy Agency (IAEA)* **33(19)** (2002) 29-36
- [33] L. Xiao-hui, S. Jia-xiang, W. Hua-song *Acta Agriculturae Nucleatae Sinica* **16(1)** (2002) 30-35
- [34] E Wang, D. Lu, X. Liu, Y. Li *Biocontrol Science and Technology* **19(1)** (2009) 235-242
- [35] D. V. Allemann, *Maize pests in the USA-Maize (Technical Monograph)*, 1. Baskı, Ciba-Geigy Agrochemicals, Basle-Switzerland, (1979) 325
- [36] M. Matthews, *Classification of the Heliothinae*, Bulletin of the Natural Resources Institute, Chatham-UK., (1991) 44
- [37] J. E. Carpenter, *Radiation induced F1 sterility in Helicoverpa zea (Boddie): potential for area wide control*, **Research Co-ordination Meeting on Radiation Induced F1 Sterility in Lepidoptera for Area-Wide Control-AZ (USA) IAEA**, Vienna-Austria, (1993) 37-47
- [38] J. E. Carpenter, H. R. Gross *Environmental Entomology* **22(5)** (1993) 1084-1091
- [39] J. E. Carpenter *Environmental Entomology* **20(5)** (1991) 1457-1459

- [40] J. D. Bradley, *Checklist of Lepidoptera recorded from the British Isles*, 1. Baskı, Antony Rowe Ltd, England, (2000)
- [41] S. Tiwari, R. R. Youngman, C. A. Laub, C. C. Brewster, T. A. Jordan, C. Teutsch *Journal of Economic Entomology* **102(6)** (2009) 2146-2153
- [42] J. R. Walker *Diss. Abstr.* **23** (1962) 762
- [43] J. R. Walker, T. Brindly *Journal of Economic Entomology* **56(4)** (1963) 522-525
- [44] Z. He-ing, I. Hong-zhang *Sciencie-Agricultura-Sinica* **1** (1980)70-73
- [45] I. Yuang-ying, I. Huaix-xi *Acta Agriculture Nucleatae Sinica* **4** (1982) 1-5
- [46] G. J. Hallman, R. L. Hellmich *J. Econ. Entomol.* **102(1)** (2009) 64-8
- [47] I. Lorini, *Controle integrado de pragas de grãos armazenados*, Passo Fundo: Embrapa – Cnpt,1. Baskı, 1998
- [48] D. Gallo, O Nakano, S. S. Neto, R. P. L. Carvalho, G. C. Baptista, E. Berti Filho, J. R. P. Parra, R. A. Zucchi, S. B. Alves, J. D. Vendramin, L. C. Marchini, J. R. S. Lopes, C. Omoto, *Entomologia Agrícola*, 1. Baskı, Piracicaba-SP: FEALQ, (2002) 124
- [49] I. Lorini, *Manual Técnico para o Manejo Integrado de Pragas de Grãos de Cereais Armazenados*, 2. Baskı, Embrapa Trigo, (2003) 320
- [50] G. A. Brown, J. H. Brower, E. W. Tilton *Journal Economic Entomology* **65** (1972) 203-205
- [51] L. Shucheng, W. Chuanyao, Z. Shufen, J. Mengyue *Journal of Nuclear Agricultural Sciences* **2(2)** (1988) 79-86
- [52] H. Tsan, C. Chia-che, P. Wu-kang *Formason Entomologist* **23** (2010) 145-150
- [53] S. L. Halverson, W. E. Burkholder, T. S. Bigelow, E. V. Nordheim, M. E. Misenheimer *J. Econ. Entomol.* **89(6)** (1996) 1638-1648
- [54] R. Plarre, S. L. Halverson, W. E. Burkholder, T. S. Bigelow, M. E. Misenheimer, J. H. Booske, E. V. Nordheim, *Remove from marked records records effects of high-power microwave radiation on Sitophilus zeamais Motsch. (Coleoptera: Curculionidae) at different frequencies*, **International Conference on Pests in Agriculture**, Montpellier-France (1997) 819-828,
- [55] R. Vadivambal, O. F. Deji, D. S. Jayas, N. D. G. White *Agric. Biol. J. N. Am.* **1(1)** (2010) 18-26
- [56] M. D. Hasan, S. Todoriki, A. Miyanoshita, T. İmamura *İnt. J. Radiat. Biol.* **84(10)** (2008) 815-20
- [57] M. D. Hasan, S. Todoriki, A. Miyanoshita, T. İmamura *Mutat. Res.* **24;741(1-2)** (2012) 95-100
- [58] M. D. Abdullah, O. Samthoy, S. Chaeychomsri *National Science* **34** (2000) 339-344
- [59] A. B. Idris, O. Emelia *Journal of Biological Science* **1**(2001) 1161-1164
- [60] R. A. Tisdale, T. W. Sappington *Annals of the Entomological Society of America* **94** (2001) 415-419
- [61] J. T. Trumble, W. J. Moar, M. J. Brewer, W. G. Carson *Journal of Chemical Ecology* **17(5)** (1991) 973:987
- [62] J. E. Carpenter Hidrayani, W. Sheeshan *Florida Entomologist* **79(3)** (1996) 289-295
- [63] E. A. El-Badry, A. M. Wakid, M. M. Zaki, M. Y. Y. Ahmed *Zeitschrift fur Angewandte Entomologie* **67(1-4)** (2009) 44-48
- [64] M. Navajas, J. Lagnel, J. Gutierrez, P. Boursot *Heredity* **48** (1998) 742-752
- [65] M. J. Tempelaar *Mutat. Res.* **61(1)** (1979) 259-74
- [66] S. J. Baptiste, K. Bloem, R. Mizell *Florida Entomologist* **86(4)** (2003) 389-394
- [67] K. Ohtsuka, M. Osakabe *Environmental Entomology* **38(3)** (2009) 920-929
- [68] Y. Sakai, M. Sudo, M. Osakabe *Applied Entomology and Zoology* **47(1)** (2012) 67-73
- [69] Sh. Osouli, F. Ziaie, K. Haddad İrani Nejad, M. Moghaddam *Radiation Physics and Chemistry* **90** (2013) 111-119
- [70] A. Ayvaz, S. Albayrak, A. Ş. Tunçbilek *Journal of Stored Products Research*, **43**(2007) 234–239
- [71] A. Ayvaz, S. Karabörklü, A. Ş. Tunçbilek *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* **23(1-2)** (2007) 61 - 67