

Neem ekstraktların biyoinektisit olarak kullanımı

Şenay ÖZGER¹, Daniel POHL¹, İsmail KARACA¹

The use of neem extracts as bioinsecticide

Abstract: The compounds derived from the neem tree are a type of bioinsecticide that can be used as an alternative to synthetic insecticides. Up to 150 compounds are isolated from different parts of the neem tree. Many research studies on the antifeedant and toxic effect on pests in agricultural area, and growth modifying effect on their larva and pupa have been done and have shown positive results of these compounds on pests. The products derived from neem are very useful as biopesticides against agricultural pests in IPM programmes. These biopesticides which have low side-effect on beneficial organisms can be used together with other pest control methods in both organic and conventional agriculture.

Key words: *Azadirachta indica*, neem, bioinsecticide

Özet: Sentetik ineektisitlere alternatif olarak kullanılan biyoinektisitlerden biride neem ağacından elde edilen bileşiklerdir. Neem ağacının farklı kısımlarından 150'ye yakın bileşik izole edilmiştir. Bu bileşikler özellikle tarım alanlarındaki zararlılara karşı beslenmeyi engelleyici, direk öldürücü etkisi, larva ve pupa gelişimine olan etkileri üzerinde çok sayıda çalışmalar yapılmış ve olumlu sonuçlar saptanmıştır. Neemden elde edilen ürünlerin zirai alandaki zararlılarla yapılacak olan IPM çalışmalarında biyopestisit olarak kullanılma potansiyeli oldukça yüksektir. Faydalı organizmalara minimum düzeyde yan etkisi olan bu biyoinektisit başka mücadele yöntemlerle birlikte hem organik tarım hem de konvansiyonel tarımda kullanılma imkanı bulunmaktadır.

Anahtar sözcükler: *Azadirachta indica*, neem, biyoinektisit

Giriş

Günümüzün en büyük sorunlarından olan açlıkla mücadelede, tarım alanlarından daha fazla ürün elde edilmesi ilk hedeflerden biridir. Tarımsal zararlılar, bitki hastalıkları ve yabancıotlar ile mücadele amacıyla başvurulmuş tarımsal savaşım yöntemleri arasında kültürel, biyoteknik ve karantina önlemleri ile mekaniksel, fiziksel, biyolojik ve kimyasal savaşım yer almaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde ve ülkemizde uygulama kolaylığı ve iyi sonuç alınması nedeniyle daha çok kimyasal savaşım öncelikli olarak uygulanmaktadır. Dolayısıyla ülkemizdeki kimyasalların

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 32000, Isparta
Sorumlu yazar (Corresponding author) e-mail: senayozger@sdu.edu.tr
Alınış (Received): 13.03.2013 Kabul ediliş (Accepted): 14.11.2013

kullanımı 1980'den itibaren yıldan yıla artış göstermiştir. Ancak, bu zirai ilaçların ve kimyasal gübrelerin fiyatları da hızla artmaktadır (Edward 1993; Durmuşoğlu et al. 2010; Öztürk & Tort 2005; Öztürk 2006; Ogbuewu et al. 2011). Delen et al. (2011)'in belirttiğine göre Türkiye'de yıllık pestisit tüketimi iniş ve çıkışlara rağmen, 1979-2007 yılları arasında % 270 oranında artmıştır. Özellikle son yıllardaki pestisit tüketimimiz, 2002 yılında 12.199 ton iken, 2006 yılında yaklaşık % 50 artış ile 18.258 ton ve 2007'de de % 24.22 artarak 22.681 ton olmuştur.

Zirai ilaçların kullanımı, hedeflenen zararlı böcek ve yabancı otların yok edilmesini sağlarken, aynı zamanda faydalı böcekleri, mikroorganizmaları, bitkileri, suyu ve hatta insan sağlığını olumsuz etkilemektedir (Demircan & Yılmaz 2005; Tiryaki et al. 2010). Pestisit kalıntılarının önemi ilk kez 1948 ve 1951 yıllarında insan vücudunda organik klorlu pestisitlerin kalıntılarının bulunmasıyla anlaşılmıştır (Yücel 2007). Rachel Carson'un 1962 yılında yayımladığı 'Sessiz Bahar' isimli kitap, pestisitlerin hem doğaya hem insanlara olan olumsuz etkilerini gözler önüne sererek halkın bilinçlenmesini sağlamış ve dünyada çevresel hareketi başlatmıştır. Bilinçsiz ve yoğun pestisit kullanımının yol açtığı sorunlardan biri de zararlı organizmalarda ortaya çıkan dayanıklılıktır. Dayanıklılık sorunu ortaya çıktığında üreticiler sorunu çözmek için kullanılan pestisit dozunun artırma yoluna gitmektedirler. Bu durumda, daha fazla pestisit kullanılmakta, ekonomik açıdan maliyet artmakta ve etkisizlik nedeniyle organizmaların neden olduğu ürün ve kalite kayıpları devam etmekte, bazen bitkilerde fitotoksik etkiler görülmekte ve en önemlisi de insan sağlığı ve çevre kirliliği açısından sorun daha da büyümektedir (Durmuşoğlu et al. 2010).

Çeşitli zararlılar ile mücadele etmek için kullanılan pestisitler bitkilerde de zararlı etkilere neden olmaktadır. Bu maddeler bitkilerin fotosentez ve solunum gibi en önemli işlevlerin gerçekleştirildiği yapraklarda toksik etki göstermekte, morfolojik, anatomik ve fizyolojik yönden farklılıklara yol açmakta, polen çimlenmesini ve polen tüpü oluşumunu engellemekte ve dolayısıyla da meydana gelecek ürün miktarını belirlemektedir (Tort et al. 2005). Bitkilerde kullanılan pestisit arılarda akut veya kronik zehirlenmelere neden olur. Özellikle bal arılarındaki zehirlenmeler çok büyük olabilmekte ve ciddi ekonomik kayıplara yol açabilmektedir (Ünal et al. 2010).

Kimyasal ilaç kullanımının insan, hayvan ve çevre üzerine olumsuz etkilerinin çok olması, üreticileri alternatif savaşım yöntemlerine yöneltmiştir. Bu çerçevede zararlılarla yapılacak alternatif mücadelede şekillerinden birisi de bitkisel kökenli bileşiklerin kullanılmasıdır. Yapılmış olan bazı çalışmalar, bitkisel kökenli insektisitler kullanılarak birçok zararlının ekonomik zarar seviyesi altında tutulabileceğini göstermiştir (Tepe 2010).

Böcek öldürücü etkiye sahip olan doğal ürünler eski zamanlardan beri yabancıotlar, bitki hastalıkları ve zararlılarının kontrolünde, az olsa da kullanılmaktadır (Isman 1997; Ujvary 2001). Bu bitkisel kökenli insektisitlerden biride *Azadirachta indica* A. Juss (Meliaceae) ağacının farklı kısımlarından elde edilen bileşiklerdir.

***Azadirachta indica* A. Juss (Meliaceae)**

Avrupa'nın sıcak bölgelerinde de yetişen *Azadirachta indica*; anavatanı Hindistan ve Birmanya olan; Tespih ağacıgillerden (Meliaceae) bir ağaç türüdür. (Ruskin 1992; Schmutterer 1995).

Takım: Rutales

Alttakım: Rutinae

Familya: Meliaceae

Altfamilya: Melioideae

Cins: *Azadirachta*

Tür: *indica*

Neem yapraklarını dökmeyen, 30 m uzunluğa ve 2,5 m çapa kadar büyüeyebilen bir ağaçtır (Şekil 1). Dallarının büyümesiyle ağacın taç çapı 10 m ye kadar ulaşabilir. Kökleri toprağın derinlerine kadar iner, çok çabuk büyür, az bir bakım ister ve fakir toprakta yetişebilir. Neem ağacı 3 yılda 4-7 m uzunluğa erişebilir; ilk meyvelerini 3-5. yıllarında verir ve 150-200 yıl yaşadığı bilinmektedir. Hindistan'da yıllık 442.300 ton neem tohumu, 88,400 ton neem yağı ve 353.800 ton neem küspesi (tohumun yağı çıkartıldıktan sonra kalan küspe) elde edilir. (Ascher 1993; Ruskin 1992; Norten 1999; Veitch et al. 2008; Ogbuewu et al. 2011; Schmutterer 1995).



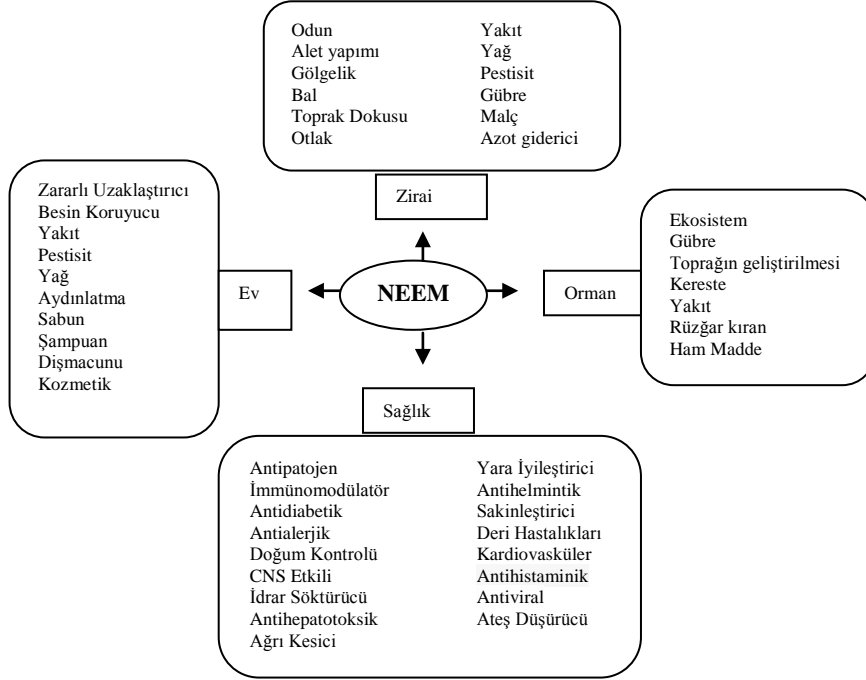
Şekil 1. Neem ağacı ve meyvesinin genel görünümü.

Figure 1. General appearance of Neem tree and fruit.

Neem ağacının farklı kısımlarından 150'ye yakın bileşik izole edilmiştir (Girish & Shankara 2008; Singh et al. 2010).

Çiçekleri: küçük, beyaz çiçekleri güzel kokar ve arıları çeker. Neem balı bazı bölgelerde çok popülerdir ve içinde hiç azadirachtin içermediği rapor edilmiştir. Ağrı kesici, sabun, içki, nektar yapımında kullanılır.

Neem ürünleri ve kullanım alanları



Şekil 2. Neem ürünlerinin kullanım alanları (Puri 1999).

Figure 2. Uses of Neem products (Puri 1999).

Tohumları: neem meyvesi oval, pürüzsüz ve yaklaşık 2 cm uzunluğundadır ve genellikle 2-3 tohum içerir. Neem yağı ve neem küspesi elde etmede kullanılır. Yaklaşık 40 farklı bileşene sahip olan bitki yağının büyük bir kısmı tohumlarında mevcuttur. Farklı yöntemlerle elde edilen neem yağı preslenme yöntemiyle elde edildiği zaman elde edilen yağ daha değerli olur (Koul et al. 1990).

Neem yağı: sağlık alanında ağrı kesici, ateş düşürücü, antikolinerjik, antihelmintik, antihistaminik, antiviral olarak kullanılır. Teknik alanda ise; kozmetik, saç bakım ürünleri, şampuan, diş macunu, sabun, uzay gemilerinin yakıtı yapımında kullanılır (Norten 1999; Girish & Shankara 2008). Ayrıca neem yağı bakterisit, fungusit, ve geniş spektrumlu bir insektisit olarak kullanılır (Waghmare et al. 2007). Neem küspesi: neem küspesi değerli doğal pestisitlere sahiptir ve gübre ile birleştirdiği zaman gübrenin etkinliği artar. Sürülmüş toprağa neem küspesi uygulandığı zaman bitki köklerini nematod ve karıncalardan korur, toprağı nemlendirir, nötralize eder ve toprak koruyucu olarak kullanılır. Neem küspesi yeni

botanik insektisitlerin geliştirilmesinde önemli bir yere sahiptir (Nikotelli 2010). Yaprakları: neem yaprakları sadece saman ve kuru ottan kaynaklanan demir eksikliğini gidermek için büyükbaş ve küçükbaş hayvanlar için iyi bir besin kaynağıdır. Neem yaprak ekstraktları aynı zamanda yiyecekler üzerinde çok hızlı gelişen *Aspergillus flavus* fungusu üzerinde etkilidir. Yüksek oranda toksik olan Aflatoksini tutar ve fungusun gelişimine engel olur. Neem yaprakları antidermatik, antifungal, antihelmintik, antiseptik, antiviral, kozmetikte, doğum kontrol hapı yapımında, gübrelemede, insektisit, nematisit, böcek uzaklaştırıcı olarak kullanılır (Norten 1999; Girish & Shankara 2008).

Sürgünleri: ağız deodorantı, diş ağrısı giderici, diş temizleyici olarak kullanılır. Kabukları: neem kabuğu ve dalları dişlerin temizlenmesinde de kullanılır. Antialerjik, antifungal, antiprotozoal özelliğe sahiptir ve deodorant yapımında kullanılır. Sedef hastalığı, şeker hastalığı, deri hastalıkları, ülser gibi birçok hastalık için bitkinin kabuk kısımları tedavi amaçlı kullanılmaktadır (Brahmachari 2004).

Odonları: zirai araç ve gereç, araç, bot yapımında kullanılır. Ayrıca, termitlere karşı dayanıklı oluşundan dolayı, neem odunu inşaatlarda ve marangozlukta çok kullanılır (Ruskin 1992).

Diğer kullanım alanları: yapışkan, meyveleri yiyecek olarak, odunu yakmak için, bal, biyogaz, reçine, tanen, rüzgâr kıran olarak kullanılır (Nikotelli 2010; Ruskin 1992).

İnsektisit olarak neem kullanımı

Neem omurgalılara toksik etkisi az ve ondan elde edilen insektisitlerin iyi bir raf ömrü vardır. Yapılan araştırmalara göre bazı bitkilerde hafif bir fitotoksik etkisi görülebilir. Büyük ölçüde böceklerle karşı etkilidir. Neem ürünleri bir crustacea, iki yılan türü, üç virüs, 15 fungus türü, 12 nematod türü ve 400'den fazla böcek türüne karşı etkilidir (Girish & Shankara 2008; Walter 1999; Saha et al. 2011). 550'den fazla zararlı tür sentetik pestisitlere karşı dayanıklı hale gelmiş olsa bile neem ekstraktı ile kontrol edilir (Whalon et al. 2008; Ascher 1993). Neem böceklerin başkalaşımını etkilemekle birlikte yemeyi engelleyici, öldürücü ve yumurta ve döl verimi üzerine etkiye sahiptir (Waghmare et al. 2007).

Ticari neem formülasyonları sadece azadirachtin etkili maddesinin yanında farklı bileşikler de içerir. Fakat mevcut olan limonoid bileşiklerinin insektisit etkisi saf azadirachtinden daha komplekstir (Ujvary 2001). Farklı takımlardaki böceklerin azadirachtine karşı tepkileri farklıdır. Lepidoptera takımı azadirachtine karşı çok hassastır (Çizelge 1) ve türlere bağlı olarak 1-50 ppm'den küçük dozlardan etkilendiği bilinmektedir. Bu türlerde gözlenen antifeedant etki, ağız parçalarındaki kemoreseptörlerin tepkisi ile ilişkilidir (Mordue et al. 1998). Diğer fitofag zararlılarda da bu antifeedant etkinin yanında sindirim enzimi üretiminin engellenmesi, sinir sistemi üzerine olumsuz etkileri gibi fizyolojik etkileride bulunmaktadır (Mordue & Nisbet 2000).

Çizelge 1. Farklı takımlardaki böceklerin beslenmelerine % 50 engel olan (ED₅₀) azadirachtin dozları (Mordue & Nisbet 2000)

Table 1. Behavioral sensitivity of insects to azadirachtin: the effective dose (ED₅₀) which causes %50 inhibition of feeding (Mordue & Nisbet 2000)

Takım	ED 50 (ppm)
Lepidoptera	<0.001-50
Coleoptera	100-500
Hemiptera	100-500
Hymenoptera	100-500
Orthoptera	0.001->1000

Böceklerin azadirachtine duyarlılıkları

Neem bitkisinden elde edilen bileşiklerin böcekler üzerindeki etkilerini Ascher (1993) aşağıdaki gibi sıralarken;

- Yumurta süresini veya yumurta bırakma sayısını azaltır
- Yaşam süresini kısaltır
- Böcek yumurtalarına etkisi
- Larva, nimf ve erginlerde antifeedant etki
- Larva, nimf ve özellikle pupa aşamasında deri değişimine böcek büyüme düzenleyicilerin etkisi
- Ergin oluşumu sırasında analog lezyonlar
- Larva-pupa, nimf-ergin ve pupa-ergin arası geçişlerde sağlıklı birey oluşumu şeklinde etkilerde bulunabilir.

Mordue & Nisbet (2000) Çizelge 2'de verilen özellikler üzerinde durmuştur.

Çizelge 2. Böceklerle karşı azadirachtinin genel etkileri

Table 2. General effects of azadirachtin to insects

Etkileri	Hedef	Etki	Şekli
Birincil antifeedant	Ağız parçaları	Hücre uyarımını engelleme Diğer kemoreseptörler Şeker hücrelerinin kısıtlanması	
İkincil antifeedant etki	Mide	Peristalsis kısıtlama Enzim üretiminde azalma	
Böcek büyüme Regulatorleri	Kutikula	Midgut hücrelerinin yenilenmemesi Deri değişimlerinde olumsuzluklara neden olan morfojenetik peptitlerin Salınımının engellenmesiyle JH ve Ecdysteroid değişiklikleri.	
Kısırlık	Üreme Organları	Ecdysteroid değişiklikleri ve JH canlı yumurta ve canlı döl sayısının azalması	

Çizelge 2'nin devamı
Table 2 Continued

Hücresel süreçler	Hücre Bölünmesi	Mayoz ve mitoz hücre bölünmesi sonucu metafaz engellenmesi
	Kaslar	Kas kaybı
	Yapay hücre mekanizması	Midede sindirim enzimi üretimi tıkanması
		Çeşitli dokularda protein sentezi kısıtlaması

Antifeedant etkisi

Neem tohumlarından elde edilen kompleks bir tetranortriterpenoidlimonoid olan Azadirachtin, böceklerde toksik etki ve beslenmeyi engelleyici etkiye sahiptir. Neem ürünleri tat alma reseptörlerinin uyarılmasını engeller, uyarılan reseptörlerde olumsuz tepki ortaya çıkar ve beslenme durur. Sonuçta böcek larvalarının sindirim sistemlerindeki biyokimyasal değişiklik ve açlık nedeniyle ölürlür.

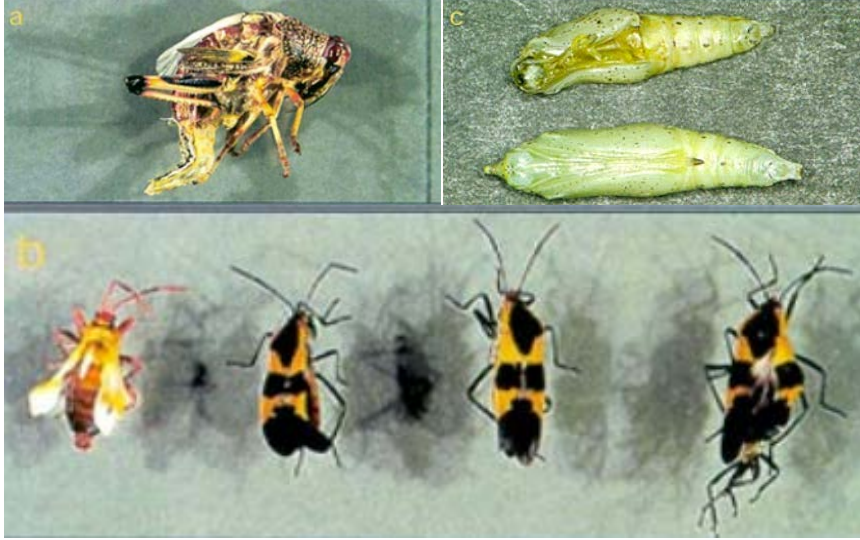
Neem'in antifeedant özelliği için yapılan ilk detaylı çalışmalar Hindistan'da 1950'li yıllarda çöl çekirgesi (*Schistocerca gregaria* Forskal 1775) üzerinde yapılmış neem'in güçlü bir antifeedant etkiye sahip olduğunu saptamışlardır (Ruiu et al. 2008; Mordue & Nisbet 2000; Gahukar 2000). Neem tohumlarından elde edilen insektisitler *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) larvalarının beslenmelerini engellemektedir (Greenberg et al. 2005).

Liang et al. (2003), lahana yapraklarıyla beslenen *Plutella xylostella* (Linn.) üzerinde üç neem kökenli insektisit (Agroneem, Ecozint ve Neemix) çalışması yapmışlar ve bu insektisitlerin önemli derecede antifeedant etkisi olduğunu saptamışlardır. Uygulama yapılan yapraklar üzerindeki larvaların beslenmesi büyük ölçüde durmuş; neem uygulaması yapılan yapraklar ile beslenen *P. xylostella* larvaları su uygulaması yapılan lahana yaprakları ile beslenen *P. xylostella* larvalarına göre daha küçük olduğunu bildirmektedirler.

Neem kökenli insektisitlerin *Pieris brassicae* (Linn.) larvaları üzerine olan etkisinin araştırıldığı çalışmada, Neem uygulamaları ile kontrol uygulaması antifeedant özelliği bakımından karşılaştırıldığı zaman aralarındaki farkın istatistik olarak ($P < 0,01$) önemli olduğu saptanmıştır. Neem uygulanmış yapraklarla beslenen *P. brassicae* larvalarının beslenmesi önemli ölçüde durmuş ve neem uygulaması önemli bir antifeedant etki göstermiştir (Hasan 2011).

Plutella xylostella larvalarına karşı uygulanan neem preparatlarının denatoniumbenzoate uygulamasından daha etkili bir beslenme engelleyici olduğunu saptamışlar (Ahmad et al. 2012).

Capinera & Froeba (2007), farklı konukçulara uygulanan Azadirexin (neem) ile beslenen *Schistocerca americana* (Drury)'nın davranışlarını inceledikleri çalışmada *S. americana*'nın zararını tamamen engellemese bile önemli derecede etkili olduğunu saptamışlardır (Şekil 3).



Şekil 3. Azadirachtin uygulamasından sonra a) *Schistocerca gregaria* nimfi b) *O. fasciatus* ergini c) *Plutella brassicae* pupası (Mordue & Nisbet 2000).

Figure 3. After azadirachtin application a) *Schistocerca gregaria* instar b) *O. Fasciatus* adult c) *Plutella brassicae* pupa (Mordue & Nisbet 2000).

Yumurta ve döl verimine etkisi

Üç neem ekstraktı *Culex pipiens* (L.) uygulandığında erginlerin yumurta bırakma oranları belirgin bir şekilde azalmış ve kısırleştirici etkisi 4. dönem gömlek değişirme sırasında ve pupa döneminde uygulandığında artmıştır. Uygulamadan sonra larvaların dönemlerinin gelişme süreleri uzamıştır (Alouani et al. 2009).

Neem tohumundan elde edilen yağ, yaprak ekstraktı ve NIM-76 güçlü bir sperm engelleyici etkiye sahip olduğu ve önemli ölçüde spermatogenesi engellediği, spermlerin sayısı ve hareket yeteneğini azaldığı ve güçlü bir sperm öldürücü olduğu saptanmıştır (Ogbuewu et al. 2011).

Pieris brassicae yumurtaları üzerine doğrudan uygulanan neem ekstraktları yumurtanın canlı kalma oranını düşürmüştür. 9 gün boyunca neem ekstaktı ile beslenen larvarın canlı kalma oranı %18'e kadar düşmüştür (Hasan 2011). Zararlı *S. exigua*, *P. xylostella*, *Chrysomya megacephala* (Fabricius) ve *Musca domestica* L.'ya uygulanan neem ekstarktının yumurta verimini düşürdüğü saptanmıştır (Greenberg 2005; Ahmad 2012; Siriwattananarungsee et al. 2008).

Böcek büyüme düzenleyicilerine etkisi

Neem ürünlerinin diğer bir etkisi, uygulama sonrasında ergin öncesi dönemlerde gecikmeye (yavaşlamaya) neden olmasıdır. Neem ekstraktı ve AZA , *Nilaparva talugens* (Stal)'in nimfleri üzerinde önemli derecede etkili olup, zararlıda ağırlık kaybına ve ölüm oranlarının artmasına neden olur. Neem uygulanmış nimfler ergin

olduğu zaman fizyolojileri bozulur. Bu değişimler 3. ve 4. dönem deri değiştirme esnasında daha çok belirgindir (Nathan et al. 2007).

Toprakta Neem küspesi (posası) uygulamasının akdeniz meyve sineği *Ceratitis capitata* (Wiedemann) larva-pupa dönemlerine kontak etkisi olduğu ve % 50 ve daha yüksek konsantrasyonlarda uygulandığında pupa süresinin uzadığı ve ölüm oranının arttığı saptanmıştır (Silva et al. 2011).

Öldürücü etkisi

Neem kökenli insektisit uygulanmış yapraklarla 7 gün beslenen *S. exigua* larvalarının canlı kalma oranları % 27'e kadar düşmüştür (Greenberg 2005). *Tuta absoluta* (Meyrick 1917)'ya karşı uygulanan farklı bitkisel ekstraktların uygulanmasından 15 gün sonra anonin, azadirachtin ve her ikisinin karışımı da Domates güvesinin ikinci dönem larvalarında % 100 ölüme neden olmuştur. 9. gün ve 15. gün sayımları sonucunda azadirachtinin insektisidal etkisinin geç görüldüğü saptanmıştır (Durmuşoğlu et al. 2010).

Neem ekstraktı uygulanan altı günlük *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) larvalarının ölüm oranı %89.58 bulunurken kontrol uygulaması 12.50 olarak saptanmış ve aralarındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur (Tavares et al. 2010). Hossain & Poehling (2006), Domates bitkisi üzerinde beslenen *Liriomyza sativae* Blanchard'ye NeemAzal T/S'nin 0.001%, 0.003%, 0.005%, 0.007% ve 0.010% 'luk konsantrasyonlarda etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada neem yüksek konsantrasyonlarının (0.007% ve 0.010%) larvaların ölüm oranlarını önemli derecede arttırdığını bildirmektedirler. Buna göre en duyarlı dönemler birinci dönem ve ikinci dönem larvadır. Aynı zamanda neem zararlının pupadan çıkış süresini etkilediğini de bildirmektedirler.

Kivan (2000), *Eurygaster integriceps* Puton üzerinde yaptığı çalışmada Neemazal T/S'nin uygulamadan sonraki ilk 3 günde nimf ve erginlerinde önemli derecede etkili olmadığını ancak; ölüm oranının uygulamadan 7 gün sonra önemli olduğunu bildirmişlerdir. *E. integriceps*'e karşı üreticinin tavsiye ettiği % 5'lik konsantrasyonunda ölüm oranları az olurken yüksek konsantrasyonlarda IPM programlarında uygun bir alternatif olabileceğini bildirmiştir.

Jaastad et al. (2009), elmada zararlı mirid türlerinin popülasyonuna etkisini belirlemek amacıyla neem ekstraktı (NeemAzal T/S), sarımsak ekstraktı, bitkisel yağ (soya ve kolza) ve kaolinin uygulaması yapmışlar ve sonuç olarak, neem ekstraktının birçok sentetik pestisite alternatif olacak kadar zararlı miridleri kontrol altına alabildiği; diğer bitki ekstraktlarının ise zararı önlemede etkili olmadığını saptamışlardır.

Siriwattanarungsee et al. (2008), *C. megacephala* ve *M. domestica*'ya uygulanan farklı dozlardaki neem ekstraktının iki türdede etkilerini belirlemiş ve sonraki döllerde larva ve pupaların canlı kalma oranlarının, ergin çıkışının, pupa ağırlığının, yetişkin kanat uzunluğunun ve doğurganlığın azaldığını saptamışlardır. Türkiye'de yapılan pamuk tarla denemelerinin sonuçlarına göre NeemAzal T/S'nin *Bemisia tabaci*'yi diğer kimyasal insektisitlere göre (etkili maddesi: Dimethoate,

Fenprothrin, Pyriproxyfen, Bifentrin-2,2-dimethyl cyclopropanecarboxylate) daha fazla baskı altına aldığı belirtilmektedir (Pohl 2006).

Son yıllarda özellikle Türkiye'nin güneybatısındaki sedir ormanlarında zararlı olan Sedir yaprakgüvesine karşı uygulanan 4 botanik insektisit (NeemAzal-TS, Greeneem ile *Origanum onites* L. ve *Pimpinella anisum* L. ekstraktları) hem laboratuvar hemde tarla denemelerinde önemli etkiye sahip oldukları saptanmıştır. En etkili botanik ekstaktın NeemAzal-TS olduğu ve *P. anisum* bitkisinden elde edilen ekstaktın çok düşük öldürücü etkiye sahip olmadığı ancak bu ekstraktın çok yüksek konsantrasyonlarının etkisinin olduğu saptanmıştır(Erler et al. 2010).

Hedef dışı organizmalara etkisi

Hedef dışı organizmalar üzerine minimum etkiye sahip olan azadirachtin diğer biyolojik kontrol etmenleri ile uyumludur ve klasik IPM programlarında güvenli bir şekilde kullanılabilir (Immaraju 1998). Parazitoidler üzerinde neem etkileri değerlendirildiğinde ergin çıkışı, parazitlenme, ölüm oranı ve antifeedant etki en önemli parametrelerdir. Neemin önerilen uygulama dozları veya daha düşük dozlar uygulandığında parazitoidler üzerine etkisi oldukça düşüktür (Colec 2007).

Nezara viridula(L.) yumurta predatörleri üzerine neem etkisini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, predatörlerin neem ekstraktından etkilenmedikleri saptanmıştır. Aynı zamanda önemli bir yumurta parazitoidi olan *Trissolcus basalis*(Wollaston) de neem ekstraktından etkilenmemiştir (Abudulai & Shepard 2003). Beyazsinekle beslenen *Chrysoperla carnea* Steph. birinci dönem larvalarının ölüm oranı, düşük dozlu Neem Azal T/S (200 mg/lit) uygulamasında % 12.33 olurken, yüksek dozda (800 mg/lit) % 45.33 olarak belirlenmiş ve sentetik kimyasalla karşılaştırıldığında daha güvenli biçimde kullanılabileceği saptanmıştır (Aggarwal & Brar 2006).

Atalla et al. (2009), 50, 100 ve 200 ppm Neem Azal T/S uygulanmış *Aphis craccivora* ile beslenen *C. carnea* ve *Coccinella undecimpunctata* L.'ya etkisinin belirlendiği çalışmada. *C. carnea*'nın 3. dönem larvaları ilaçlanmış yaprakbitleriyle beslendiği zaman her üç dozda ölüm oranı %50'nin altında olmuştur. *C. undecimpunctata* larvalarında ise en yüksek dozda beslenen larvaların ölüm oranı % 52.4 olduğunu saptamışlardır. Yararlı Heteroptera ve Coccinellidae bireyleri NeemAzal T/S tarafından diğer kimyasal pestisitlere göre daha az etkilenmiş, yine *Paederus fuscipes* Curtis ve Araneae populasyonları da etkilenmemiştir (Pohl 2006). Qi et al. (2001), Avcı böcekler *Harmonia conformis* (Boisduval) eginleri ve *Mallada signata* (Schneider) larvalarına uygulanan 3 farklı neem yağı dozunun (50-200 ppm arası) toksik etki göstermediği; ancak *M. signata*'nın başkalaşımı (metamorfozu) esnasında ölümlere neden olduğunu saptamışlardır. Azadirachtinin zararlılar için kullanılabileceğini, ancak yüksek doz uygulamalarında büyüme regülatörü (IGR) etkisi de gösterebileceği düşünüldüğünde, uygulamalarda dikkatli olunması gerektiğini bildirmektedirler.

Tuta absoluta predatörlerinden olan *Macrolophus pygmaeus* Rambur ve *Nesidiocoris tenuis* Reuter üzerinde yapılmış denemelerde azadirachtinin olumsuz

etkisi saptanmış ve bu yararlı böceklerin kullanıldığı alanlarda bileşiğin bu özelliğinin göz önünde bulundurarak mücadelenin yapılması önerilmektedir (Arno & Gabarra 2011).

Uzaklaştırıcı etkisi

Phlebotomus orientalis Parrot ve *P. bergeroti* Parrot (Diptera: Psychodidae)' ye karşı neem (*Azadirachta indica*) ve Chinaberry (*Melia azedarach* L.) yağlarının uzaklaştırıcı etkisini belirlemek amacıyla yapılan laboratuvar çalışmalarında da her iki yağın çok düşük konsantrasyonlarının bile yüksek oranda (% 95 - % 98) uzaklaştırıcı etkiye sahip oldukları saptanmıştır (Kebede et al. 2010).

Sonuç

Tarım alanlarında yoğun pestisit kullanımının yarattığı sorunları gidermek amacıyla IPM çalışmaları ile alternatif mücadele yöntemleri kullanılmaya başlanmıştır. Neem ağacının farklı kısımlarından elde edilen neem ekstarktları birçok alanda kullanılabilirdiği gibi tarımsal alanlarda da zararlı böcekler üzerinde direk öldürücü etkisi, beslenmeyi engelleyici etkisi ve büyüme düzenleyici özelliği gibi etki mekanizmalarıyla zararlılarla mücadelede kullanılabilir.

Farklı ticari isimlerle ve bileşiklerle ülkemizde bulunan neem ekstraktları başka mücadele yöntemleri ile birlikte bir ok zararlı için IPM çalışmalarında ve organik üretimde başarılı bir şekilde kullanılabilir.

Kaynaklar

- Abudulai M. & B.M. Shepard 2003. Effects of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) on *Trissolcus basalis* (Wollaston) (Hym.: Scelionidae), a parasitoid of *Nezara viridula* (L.) (Hem.: Pentatomidae). *Journal of Entomological Science*, 38: 386-397.
- Aggarwal N. & D.S. Brar 2006. Effects of different neem preparations in comparison to synthetic insecticides on the whitefly parasitoid *Encarsia sophia* (Hymenoptera: Aphelinidae) and the predator *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) on cotton under laboratory conditions. *Journal of Pest Science*, 9 (4): 201-207.
- Ahmad N., M.S. Ansari & F. Hasan 2012. Effects of neem based insecticides on *Plutella xylostella* (Linn.) *Crop Protection*, 34: 18-24.
- Alouani A., N. Rehim & N. Soltani 2009. Larvicidal activity of a neem tree extract (Azadirachtin) against mosquito larvae in the Republic of Algeria Jordan. *Journal of Biological Sciences*, 2: 15-22.
- Arno J & R. Gabarra 2011. Side effects of selected insecticides on the *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) predators *Macrolophus pygmaeus* and *Nesidiocoris tenuis* (Hemiptera: Miridae). *Journal of Pest Science*, 84: 513-520.
- Ascher K.R.S. 1993. Non-conventional insecticidal effects of pesticides available from the Neem tree, *Azadirachta indica*. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*, 22: 433-449.
- Atalla F.A., M.A Shoeb & I.M. Kelany 2009. Effect of Neem Azal T/S on some biological aspects of *Chrysoperla carnea* Steph. and *Coccinella undecimpunctata* L. and their protein contents. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 19 (1): 17-23.

- Capinera J.L. & J.G. Froeba 2007. Behavioral responses of *Schistocerca americana* (Orthoptera: Acrididae) to azadirachtin (neem)-treated plants. *Journal of Economic Entomology*, 100: 2117-122.
- Carson R. 2004. Sessiz bahar (Çeviri Editörü; Ç. Güler). Palme Yayıncılık. (Yayın tarihi 1962), Ankara. 368 s.
- Condor G.A.F. 2007. Effect of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) insecticides on parasitoids. *Revista Peruana de Biología*, 14: 69-74.
- Delen N., P. Kınay, F.Yıldız, M.Yıldız, H. Altınok & Z. Uçkun 2010. Türkiye tarımında kimyasal savaşımın durumu ve entegre savaşım olanakları. VII. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Ankara, 609-625.
- Demircan V. & H. Yılmaz 2005. Isparta İli elma üretiminde tarımsal ilaç kullanımının çevresel duyarlılık ve ekonomik açıdan analizi. *Ekoloji*, 14 (57): 15-25.
- Durmuşoğlu E., O. Tiryaki & R. Canhilal 2010. Türkiye' de pestisit kullanımı, kalıntı ve dayanıklılık sorunları. VII. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Ankara, 2: 589-607.
- Edward A.C. 1993. The impact of pesticides on the environment (Editör: D. Pimentel, H. Lehman, *The Pesticide Question: Environment, Economics, and Ethics*). Published in Great Britain by Chapman and Hall, London, 13-47.
- Erler F., H. Cetin, H. Sarıbasak & A. Serttas 2010. Laboratory and field evaluations of some botanical pesticides against the cedar leaf moth, *Acleris undulana*. *Journal of Pest Science*, 83 (3): 265-272.
- Gahukar R.T. 2000. Use of neem products/pesticides in cotton pest management. *International Journal of Pest Management*, 46 (2): 149- 160.
- Greenberg S.M., T. A. Showler & T. Liu 2005. Effects of neem-based insecticides on beet armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). *Insect Science*, 12: 17-23.
- Girish K. & B.S Shankara 2008. Neem – A Green Treasure. *Electronic Journal of Biology*, 4 (3): 102-111.
- Goutam B. 2004. Neem—an omnipotent plant: *A Retrospection ChemBio*, 5: 408- 421.
- Hanaa R.M. F., Z. A. Abdou, D.A. Salama, M.A.R. Ibrahim & H.A.M. Srour 2011. Effect of neem and willow aqueous extracts on fusarium wilt disease in tomato seedlings: Induction of antioxidant defensive enzymes. *Arab Universities Journal of Agricultural Sciences*, 19 (1): 131-140.
- Hasan F. & M.S. Ansari 2011. *Toxic effects of neem-based insecticides on Pieris brassicae* (Linn.). *Crop Protection*, 30: 502-507.
- Hossain M.B. & H.M. Poehling 2006. Effects of a neem-based insecticide on different immature life stages of the leafminer *Liriomyza sativae* on tomato. *Phytoparasitica*, 34 (4): 360-369.
- Immaraju J.A. 1998. The commercial use of *azadirachtin* and its integration into viable pest control programmes. *Pesticide Science*, 54: 285-289.
- Isman M.B. 1997. Neem and other botanical insecticides banlers to commercialization. *Phytoparasitica*, 25: 339–344.
- Jaastad G., N. Trandem, B. Hovland & S. Mogan 2009. Effect of botanically derived pesticides on mirid pests and beneficials in apple. *Crop Protection*, 28: 309–313.
- Kebede Y.T.G.-Michael & M. Balkew 2010. Laboratory and field evaluation of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) and Chinaberry (*Melia azedarach* L.) oils as repellents against *Phlebotomus orientalis* and *P. bergeroti* (Diptera: Psychodidae) in Ethiopia. *Acta Tropica*, 113: 145–150.

- Kıvan M. 2005. Effects of azadirachtin on the sunn pest, *Eurygaster integriceps* Put. (Heteroptera: Scutelleridae) in the laboratory. *Journal of Central European Agriculture*, 6 (2): 157-160.
- Kosma P., Z. Ambang, B.A.D. Begoude, G.M. Ten Hoopen, J. Kuate & A. Akoa 2011. Assessment of nematicidal properties and phytochemical screening of neem seed formulations using *Radopholus similis*, parasitic nematode of plantain in Cameroon. *Crop Protection*, 30: 733-738.
- Koul O., I.B. Murray B. Isman & C.M. Ketkar 1990. Properties and uses of neem *Azadirachta indica*. *Canadian Journal of Botany*, 68 (1): 1-11.
- Liang G., M.W. Chen & T.X. Liu 2003. Effects of three neem-based insecticides on diamondback moth (*Lepidoptera: Plutellidae*). *Crop Protection*, 22: 333-340
- Mordue A.J. & A.J. Nisbet 2000. Azadirachtin from the neem tree *Azadirachta indica*: its actions against insects. *Anais da Sociedade Entomologica do Brasil.*, 29: 615-632.
- Mordue A.J., M.S.J. Simmonds, S.V. Ley, W.M. Blaney, W. Mordue, M. Nasiruddin & A.J. Nisbet. 1998. Actions of azadirachtin, a plant allelochemical, against insects. *Pesticide Science*, 54: 277-284.
- Nathan S.S, M.Y. Choi, C.H. Paik, H.Y. Seo , J.D. Kim & S.M. Kang 2007. The toxic effects of neem extract and azadirachtin on the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stål) (BPH) (Homoptera: Delphacidae). *67 (1): 80-88.*
- Norton E. 1999. Neem: India's miraculous healing plan. Healing Arts Press. Vermont, 14-33.
- Ogbuewu P., V.U. Odoemenam, H.O. Obikaonu, M.N. Opara, O.O. Emenalom, M.C. Uchegbu, I.C. Okol, B.O. Esonu & M.U. Iloeje 2011. The growing importance of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) in agriculture, industry, medicine and environment: A review. *Research Journal of Medicinal Plant*, 5 (3): 230-245.
- Öztürk İ. 2006. Etkisi (fungisit) uygulamasının domates (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bitkilerinde stomalar üzerine etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 12 (2): 195-202.
- Öztürk İ., N. Tort & N. Tosun. 2005. Metalaxyl uygulamasının domates (*Lycopersicon esculentum* Mill.)'in anatomik yapısı üzerine etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 12 (1): 14-22.
- Puri H.S. 1999. Neem: The divine tree *Azadirachta indica*. CRC Press. New York, 166 p.
- Pohl D. 2006. Investigations in the resident predator populations in cotton (*Gossypium hirsutum*) fields, Doktora Tezi Çukurova Üniversitesi, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Balcalı-Adana, 207 s.
- Qi B., G. Gordon & W. Gimme 2001. Effects of Neem-fed prey on the predacious insects *Harmonia conformis* (Boisduval) (Coleoptera: Coccinellidae) and *Mallada signatus* (Schneider) (Neuroptera: Chrysopidae). *Biological Control*, 22: 185-190.
- Ruiu L., A. Satta & I. Floris 2008. Effects of an azadirachtin-based formulation on the non-target muscoid fly parasitoid, *Muscidifurax raptor* (Hymenoptera: Pteromalidae). *Biological Control*, 47: 66-70.
- Ruskin F.R. 1992. Neem: A tree for solving global problems. National Academy Press. Washington, 31-39.
- Saha S., S. Walia & B.S. Parmar 2011. Exploring the diversity of neem bioactives as eco-benign pesticides: A reappraisal. *Toxicological Environmental Chemistry*, 93: 1508-1546.
- Schmutterer H. 1995. The tree and its characteristics (Editör: H. Schmutterer In: The Neem Tree *Azadirachta indica* A. Juss. and other Meliaceous Plants: Sources of Unique Natural Products for Integrated Pest Management, Medicine, Industry and Other Purposes). VCH Weinheim Germany. 1-34.

- Silva M.A., C.D. Alvarenga, G.C.D. Bezerra-Silva, T. Mastrangelo, G.N. Lopes-Mielezrski & T. Giustolin 2011. Toxic effects of neem seed cake on the larval-pupal (prepupal) stage of Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae). *Fruits*, 66: 363-369.
- Singh B., D. Sharma, R. Kumar & A. Gupta 2010. Development of a new controlled pesticide delivery system based on neem leaf powder. *Journal of Hazardous Materials*, 177 (1-3): 10: 290-299.
- Siriwattananurungsee S., K.L. Sukontason, J.K. Olson, O. Chailapakul & K. Sukontason 2008. Efficacy of neem extract against the blowfly and housefly. *Parasitology Research*, 103: 535-544.
- Tavares W.S, M.A. Costa, I. Cruz, R.D. Silveira, J.E. Serrao & J.C. Zanuncio 2010. Selective effects of natural and synthetic insecticides on mortality of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) and its predator *Eriopsis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae). *Journal of Environmental Science and Health Part B.*, 45: 557-561.
- Tepe S. 2010. Bitki korumada doğal pestisitlerin kullanımı. *Derim Dergisi* 18 (3): 113-121.
- Tiryaki O., R. Canhilal & S. Horuz 2010. Tarım ilaçları kullanımı ve riskleri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 26: 154-169.
- Tort N., İ. Öztürk & A. Güvensen 2005. Effects of some fungicides on pollen morphology and anatomy of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Pakistan Journal of Botany*, 37 (1): 23-30.
- Ujvary I. 2001. Pest Control Agents from Natural Products. In handbook of pesticide toxicology, 23rd (Editör: R. I. Krieger) Academic Press. San Diego, 109-179.
- Ünal H.H, H.H. Oruç, A. Sezgin & E. Kabil 2010. Türkiye’de, 2006-2010 yılları arasında, bal arılarında görülen ölümler sonrasında tespit edilen pestisitler. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 10 (4): 119-125.
- Veitch G.E., A Pinto, A Boyer, E. Beckmann, J.C. Anderson & S.V. Ley 2008. Synthesis of natural products from the Indian neem tree *Azadirachta indica*. *Organic Letters*, 10 (4): 569-572.
- Yücel Ü. 2007. Pestisitlerin insan ve çevre üzerine etkileri. <http://www.dogainsanisbirligidernegi.org.tr/> (Erişim Tarihi: 02 Aralık 2012).
- Waghmare J.T., A.M. Ware & S.A. Momin 2007. Neem oil as pesticide. *Journal of Dispersion Science and Technology*, 28: 323-328.
- Walter J.F. 1999. Commercial Experience with Neem Products. In: Method in Biotechnology 5: Biopesticides (Eds: Hall, F.R. & J.J. Menn) Human Press, Totowa, New Jersey, 155-170.
- Whalon M.E., D. Mota-Sanchez & R.M. Hollingworth 2008. Analysis of Global Pesticide Resistance in Arthropods (Eds: M.E. Whalon, D. Mota-Sanchez & R.M. Hollingworth, Global pesticide resistance in arthropods). MRM Graphics Ltd, Winslow, UK. 5-32.