



AgriTR Science

AgriTR Science

Uluslararası Hakemli Bilimsel Dergi

An International Peer Reviewed Scientific Journal

AgriTR Science

e-ISSN: 3062-0058

Sahibi/Publisher

Anadolu Ziraat Mühendisleri Derneği adına

Prof. Dr. Turan KARADENİZ

Yazışma Adresi / Corresponding Address

Anadolu Ziraat Mühendisleri Derneği

Dergi Yayın Kurulu Başkanlığı

Servergazi Mah. 402. Sok. Akhan Sit. D/24 Denizli/TÜRKİYE

Tel: (+90)530 203 88 66

e-mail: agritrscience@gmail.com

Web: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/agritrscience>

Derginin Eski Adı/Previous Name of Journal

Anatolian Journal of Agricultural Engineering Sciences (UAZİMDER)

Derginin Eski ISSN Numarası/Previous ISSN Number

2667-7571

Dizinlenme Bilgileri/ Indexing Services

AgriTR Science dergisi uluslararası hakemli olup yılda 2 kez (Haziran ve Aralık) yayınlanır.
AgriTR Science journal is international peer-reviewed and published 2 issues per year (June and December).

Dergimiz, herhangi bir başvuru veya yayımlama ücreti almamaktadır
The Journal doesn't have APC or any submission charges

AgriTR Science Dergisi; OJOP (Online Journal Platform and Indexing Association) ve Google Scholar tarafından dizinlenmektedir.
AgriTR Science Journal is indexed by OJOP (Online Journal Platform and Indexing Association) and Google Scholar.

AgriTR Science

e-ISSN: 3062-0058

Cilt/ Volume: 7

Sayı/Number: 1
2025

Baş Editörler/Editor in Chief

Dr. Öğr. Üyesi Tuba BAK
Dr. Öğr. Üyesi Levent KIRCA

Editör Yardımcısı/ Editor Assistant

Dr. Öğr. Üyesi Berna DOĞRU ÇOKRAN
Dr. Öğr. Üyesi Tahsin BEYÇİOĞLU

Yabancı Dil Editörü/Language Editors

Doç.Dr. Emrah GÜLER

Mizanpaj Editörler Kurulu/Layout Editorial Board

Dr.Öğr.Üyesi Tahsin BEYÇİOĞLU
Dr. Öğr. Üyesi Berna DOĞRU ÇOKRAN
Dr. Öğr. Üyesi Derya KILIÇ
Öğr.Gör.Emre KAN

İstatistik Editörü/ Statistics Editor

Dr. Öğr. Üyesi Tansu USKUTOĞLU

Alan Editörü/Associate Editor

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Akif ÖZCAN -Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Doç. Dr. Orhan KARAKAYA-Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Doç. Dr. Ali ÇELİK-Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Doç. Ebru BATI AY-Amasya Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Muharrem ARSLAN-Aydın Adnan Menderes Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Andaç Kutay SAKA-Ordu Üniversitesi
Dr. Öğretim Görevlisi Sinem TÜRK ASLAN-Pamukkale Üniversitesi
Dr. Öğretim Görevlisi Levent GÜLÜM-Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Alper Talha KARADENİZ-Samsun Üniversitesi

Yayın ve Danışma Kurulu/ Associate Advisory Editorial Board of Section

Prof. Dr. Fatih KILLI	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Türkiye
Prof. Dr. İrfan Ersin AKINCI	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Türkiye
Prof. Dr. Yavuz GÜRBÜZ	Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Türkiye
Prof. Dr. Ali KAYGISIZ	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Türkiye
Prof. Dr. Mehmet SÜTYEMEZ	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Türkiye
Prof. Dr. Kazım MAVİ	Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Türkiye
Prof. Dr. Bekir Erol AK	Harran Üniversitesi, Türkiye
Prof. Dr. Gülsüm YALDIZ	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Türkiye
Doç. Dr. Özhan ŞİMŞEK	Erciyes Üniversitesi, Türkiye
Prof. Dr. Maria Luisa BADENES	Valencian Institute for Agricultural Research, İspanya
Prof. Dr. Valerio CRISTOFORİ	Tuscia University, İtalya
Prof. Dr. Boris KRŠKA	Research and Breeding Institute of Pomology Hoolovousy, Çek Cumhuriyeti
Prof. Dr. Shawn MEHLENBACHER	Oregon State University, ABD
Prof. Dr. Anar HATAMOV	Agricultural Sector Azerbaijan State Agricultural University, Azerbaycan
Prof. Dr. Kourosh VAHDATI	University of Tehran, İran
Prof. Dr. Reza AMİRNIÁ	Urmia University, İran

Grafik Tasarımcısı / Graphics Designer

Dr. Öğr. Üyesi Levent KIRCA

**İÇİNDEKİLER/
CONTENTS**

Derleme Makale / Review Article	Sayfa/ Page
Neem ağacı ve Neemazolun tarımda kullanımı	
Use of Neem tree and Neemazol in agriculture	1-12
İrfan Pekedis, Pınar Pekedis, Koray Özrenk	

Neem ağacı ve Neemazolun tarımda kullanımı

İrfan PEKEDİS^{1*} , Pınar PEKEDİS¹ , Koray ÖZRENK² 

Geliş Tarihi: 20.10.2024 / Kabul Tarihi: 2.12.2024

Öz: Neem Ağacı (*Azadirachta indica* A. Juss) Tespihgiller ailesi olarak bilinen Meliaceae familyasının bir üyesidir. Ülkemizde Tespih Ağacı olarak bilinir. Hindistan ve Myanmar (Burma) tropikal iklim bitkisi olan *Azadirachta indica*'nın anavatanıdır. Çok hızlı büyüyen bir ağaçtır. Neem yüksek sıcaklıklara ve kuraklığa dayanıklı yapısı nedeniyle birçok ülkede üretimi yapılabilmektedir. Neem ekstraktları tarım alanlarında hastalık ve zararlılara karşı mücadelede çok iyi sonuçlar verir. Neem bileşenlerinin yapısı bitkisel kökenli olduğundan bu bileşenlerin insan sağlığına ve çevreye zararları yoktur. Neem'in en önemli bileşeni Azadirachtin'dir. *Azadirachta indica* entomoloji alanında 30 yıldır bilinen doğal bir insektisit kaynağı olarak kullanılmaktadır. Azadirachtin etkili bileşikler; böcekleri uzaklaştırıcı, beslenmelerini engelleyici, kısırlaştırıcı, yumurta bırakmayı engelleyici, gelişme ve büyümelerini önleyici gibi şekillerde kullanılmaktadır. Bunların yanında hedef olmayan canlılara karşı zarar seviyesinin düşük olması, yan etkisinin olmaması, doğada kalıcılığının minimum düzeyde olması, doğal düşmanlara karşı toksisitesinin minimum düzeyde olması ve zararlılarda dayanıklılık mekanizmasının minimum geliştirmesi en çok tercih edilen bitkisel kökenli insektisit olmasını sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Neem ağacı*, Neemazol, azadirachtin, *Azadirachta indica*

Use of Neem tree and Neemazol in agriculture

Abstract: Neem Tree (*Azadirachta indica* A. Juss) is a member of the Meliaceae family, also known as the Neem family. It is known as the Rosary Tree in our country. India and Myanmar (Burma) are the homeland of the tropical climate plant *Azadirachta indica*. It is a very fast growing tree. Neem can be produced in many countries due to its resistance to high temperatures and drought. Neem extracts give very good results in the fight against diseases and pests in agricultural areas. Since the structure of neem components is of plant origin, these components do not harm human health or the environment. The most important component of Neem is Azadirachtin. *Azadirachta indica* has been used as a known natural source of insecticides in the field of entomology for 30 years. Azadirachtin effective compounds; It is used in ways such as repelling insects, preventing them from feeding, sterilizing them, preventing them from laying eggs, and preventing their development and growth. In addition, its low level of harm to non-target organisms, no side effects, minimum level of permanence in nature, minimum level of toxicity against natural enemies and minimum development of the resistance mechanism in pests make it the most preferred plant-based insecticide.

Keywords: *Neem Tree*, Neemazol, azadirachtin, *Azadirachta indica*

Giriş

Günden güne insan nüfusunun ve kentleşmenin artması, bununla birlikte tarıma ayrılan alanların azalması sebebiyle güvenilir ve sürdürülebilir gıdaya ulaşmak zorlaşmaktadır. Tarım alanlarının daha etkili kullanılarak birim alandan daha fazla ürün alınması için yapılabilecek en iyi yöntem tarımsal etkinlik ve verimin artırılmasıyla birlikte, ürünlerde azalmaya sebep olan faktörlerle mücadele etmektir.

¹ Siirt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Siirt, Türkiye

² Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Siirt, Türkiye

*Sorumlu yazar: irfanpekedis30@gmail.com

Cite/Atf:

Pekedis, İ., Pekedis, P., Özrenk, K. (2025). Neem Ağacı ve Neemazolun Tarımda Kullanımı. *AgriTR Science*, 2025, 7(1): 1-12.

Copyright © 2024 by AgriTR Science.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.



Zararlılar ile mücadelede en çok başvurulan yöntem kimyasal mücadelelerdir. Fakat kullanılan kimyasal preparatların çok düşük miktarları hedef organizmalara ulaşmakta ve daha büyük miktarı ise doğaya karışarak ekolojik dengenin bozulmasına sebep olmaktadır. Ayrıca kullanılan kimyasal ürünlerin farklı dezavantajları bulunmaktadır. Tarım alanlarındaki zararlılarla mücadelenin yanında faydalı organizmaları da yok etmeye sebep olmaktadır. Kullanılan pestisitlerin tüketici konumunda olan memelilerde toksisite, hastalık riskleri ve hatta ölüm gibi olumsuzluklarla sonuçlanabilmekte ve zararlılarda direnç mekanizmasını oluşturmaktadır (Mulla ve Su, 1999; Unsal ve Güner, 2016; Unsal ve Gorer, 2018).

Bu tür olumsuzlukların önüne geçmek için tarımsal alanlarda verimi artırırken ekolojik dengeye ve insan sağlığına zarar vermeyen pestisitlerin kullanılması gerekmektedir. Bu amaçla yapılan mücadelelerde alternatif yöntemlere başvurmak zorunlu hale gelmiştir.

Araştırmacılar doğaya zarar vermeden ve birim alandan maksimum verim elde etmek için birçok çalışma yapmaktadır. Yapılan araştırmalar sonucunda çevreye, insana ve hayvanlara zararlı etkisi olmayan bitkisel kökenli insektisitlere ilgi artmıştır. Bitkisel kökenli pestisitler içerisinde neem ağacı ekstraktlarından oluşan azadirachtin etkin maddesi çok önemli bir yer tutmaktadır.

Neem ağacının farklı kısımlarından 300'den fazla farklı bileşen rapor edilmiştir (Gupta ve ark., 2017). Neem ağacından elde edilen bileşenler, ağacın; tohum, yaprak, meyve ve diğer bitki aksamalarından elde edilmektedir. En yüksek aktivite ise tohum çekirdeğinden elde edilir (Kumar ve ark., 2016). Triterpenoid yapıdaki azadirachtin Neem ağacından elde edilen önemli bir bileşendir.

Azadirachtin etken maddeli preparatların bitkileri zararlılara karşı korumak için birçok faydası bulunmaktadır. Bu preparatlar çoklu etki mekanizmaları sayesinde zararlılara karşı; uzaklaştırıcı, beslenmelerini engelleyici, kısırlaştırıcı, yumurta bırakmayı engelleyici, gelişme ve büyümelerini önleyici amacıyla kullanılmaktadır (Schmutterer, 1995). Bunların yanında hedef olmayan canlılara karşı zarar seviyesinin düşük olması, yan etkisinin olmaması, doğada kalıcılığının minimum düzeyde olması, doğal düşmanlara karşı toksisitesinin minimum düzeyde olması ve zararlılarda dayanıklılık mekanizmasının minimum düzeyde geliştirmesi en çok tercih edilen bitkisel kökenli insektisit olmasını sağlamaktadır.

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

Neem Ağacının Taksonomideki Yeri

Azadirachta indica A.Juss (Neem ağacı), Meliaceae familyasının (maun) (syn. *Melia azadirachia* L. veya *Antelaia azadirachia* L) bir üyesidir. Tespih ağacıgillerden (Meliaceae) bir ağaç türüdür (Ruskin, 1992; Schmutterer, 1995).

Neem Ağacının Etnobotaniği

Neem ağacı olarak bilinen *Azadirachta indica*’nın; anavatanı Hindistan ve Birmanya’dır. Farklı ülkelerde Indian lilac, Nim veya Margosa ağacı, ayrıca bazı kaynaklarda Chinaberry veya Fars Leylak Ağacı olarak bilinmektedir.

Neem ağacının botanik adı köken bakımından incelendiğinde Farsçadan türetilen azad darakhtihindi ifadesinin “Hindistan’ın özgür veya asil ağacı” anlamına geldiği görülür. Kelime, anlamı bakımından “doğanın acı nimeti”, “doğanın insanlığa armağanı”, “arındıran ağaç”, “21. yüzyılın ağacı” gibi tanımlara karşılık kullanılması ağacın çok yönlü olduğunu göstergesidir. Neem ağacının Hint dilindeki ismi olan “Arishta” hastalıktan kurtulma anlamına gelir.

Neem ağacının botanik karşılığının Hindistan asil ağacı anlamına gelmesi bizlere onların geçmiş kültürlerinde ve mitolojilerinde rastlandığını ve de önemli olduğunu göstermektedir. Ağacın ismi eski metinlerde mucize ağaç olarak yer almıştır. Hint mitolojisine göre neem ağacının geçmişi “Dhanvantri (tıp tanrısı)” ile ilişkilidir (Benelli vd., 2017). Mitolojide birçok yerde rastlanılan bu ağaç yerli halk için de önem arz etmiş ve kültürleriyle bütünleşmiştir.

Ağacın manevi anlamıyla tıbbi kullanım alanları birbiriyle örtüşmektedir. Neem Hint tarihinde öylesine önemli bir ağaçtır ki, Aryanlar ondan Hint tıbbının kutsal kitapları olan “Ayurveda”larında bile bahsetmişlerdir (Nicoletti vd., 2016). Uzun yıllar boyunca neem, tıbbi açıdan önemini kaybetmemiş ve hala Hintlilerin ve diğer insanların gündelik hayatındaki önemi nedeniyle “Köy Eczanesi” olarak kabul edilmiştir (Kumar ve Navaratnam, 2013). Geleneksel tıbbi bilgilerde böcek ve diğer zararlılara karşı kullanım alanları da anlatılmaktadır.

Hint tarihinde böylesine önemli olan neem ağacını, ABD Ulusal Bilim Akademisi 1992 de yayınladığı raporda “küresel sorunların çözümünde bir ağaç” olarak belirtmişlerdir. Birleşmiş Milletler ise neem ağacını “21. Yüzyılın Ağacı” olarak kabul etmiş ve Avrupa literatüründe neem “tıbbi malzeme ve her derde deva ilaç olarak kabul edilmiştir. (Tiwari vd., 2014).

Neem Ağacının Tanımlanması

Neem ağacının genel görünümü meşe ağacını andırmaktadır. Uygun iklim ve toprak koşullarında genellikle 15–30 m kadar boylanabilen bu ağacın gövde genişliği 2-5 metreye kadar ulaşabilmektedir. Yetişkin bir Neem ağacının taç çapı 10 metreye kadar ulaşabilir. Neem ağacı ilk 3 yılında 4-7 metre uzunluğa, 5. yıldan sonra 7-11 metreye erişebilir. Ağaç ilk meyvelerini 3. yıldan itibaren vermeye başlar ve 10. yıldan sonra tam verimle meyve vermeye devam eder. Neem ağacının yaklaşık 150-200 yıl kadar yaşadığı bilinmektedir (Ascher, 1993; Ruskin, 1992; Norton, 1999; Veitch vd., 2008; Ogbuewu vd., 2011; Schmutterer, 1995).

Neem kökleri, derin bir kazık kök ve geniş şekilde dağılan yan kökleriyle güçlü bir kök sistemi oluşturur. Bu özelliği sayesinde topraktaki suya ulaşması kolaylaşır ve kuraklığa dayanımını artırır.



Şekil 1. Neem ağacının genel görünümü (<https://www.tibbivearomatikbitkiler.com/wp-content/uploads/2018/12/nim-neem-agaci.jpg>)

Neem ağacının çiçekleri, çok sayıda, güzel kokulu, küçük boyutlu ve beyaz renklidir. Çiçeklenme kümeler halindedir. Her bir çiçeklenme 15-25 cm uzunluğunda olan 150-250 ayrı çiçekten oluşur. Çiçekleri yaklaşık 1 cm çapında olup; beş petal, on stamen ve bir stile sahiptir.

Neem ağacı geniş yapraklı, yaprak dökmeyen bir ağaçtır, ancak kurak koşullar altında yapraklarını dökebilir. Bileşik (pinnate) yaprakları 20-40 cm uzunluğunda, 20-30 adet koyu yeşil, yapı bakımından tırtıklı-dişli yaprakçıklıdır. Her bir yaprakçık yaklaşık 3–8 cm uzunluğundadır. Genç yapraklar kırmızımsı morumsu renktedir. Yaprak sapı 70-90 mm uzunluğundadır.



Şekil 2. Neem yaprakları ve meyveleri. <https://kutahyaekspres.com/wp-content/uploads/2024/01/neem-agaci-nedir-768x619.webp>



Şekil 3. Neem meyveleri ve çiçekleri. www.cdhevents.com



Şekil 4. Neem çiçekleri. www.la-fluid.org

Neem meyvesi yaklaşık 2 cm uzunluğunda, oval, pürüzsüz, sarı-yeşil renkli elipsoid biçimlidir. Meyve kabuğu ince, etli kısmı sarımsı-beyaz, çok lifli, acı-tatlı yapıdadır. Bir yılda ağaç başına üretilen toplam meyve miktarı 50 kg civarındadır (Jacobson, 1989; Ascher, 1993).

Olgunluğa erişen meyvede genellikle 1-3 adet tohum bulunur. Bir kg neem meyvesi içerisinde yaklaşık 4000 tohum bulundurur (Nicoletti vd., 2012; Benelli vd., 2017). 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 (Veitch vd., 2008; Ogbuewu vd., 2011; Schmutterer, 1995). Tohumların uzun bir dayanma gücü yoktur. Doğal şartlarda genellikle 3 aya kadar canlılıklarını korurlar, bu yüzden hasattan üç ay sonraya kadar tohumların tekrar ekilmesi gerekmektedir. Uygun nem ve soğukluk sağlandığında tohumlar 12 aya kadar canlı kalabilmektedir.



Şekil 5. Neem yaprakları ve meyveleri. (<https://cemre.com/yazar/admin>)

Neem Ağacının Ekolojik İstekleri ve Coğrafik Dağılımı

Geniş bir coğrafyaya yayılmış olan neem ağacının orijini Güney Asya'dır. Hindistan ve Endonezya neem ağacının doğal yetişme alanları olmasının yanı sıra kitlesel yetiştirme usulleriyle Amerika'nın subtropikal alanlarında da yetiştirilmektedir. Yetiştirme alanları Asya (Nepal, Pakistan, Bangladeş, Sri Lanka, Myanmar, Tayland, Malezya, Çin, İran ve Türkiye), Afrika (Kamerun), Avustralya'ya kadar genişlemiştir. Avustralya merkez ve Güney Amerika'da da yayılma göstermektedir (Ascher, 1993; Jacobson, 1989). Afrika kıtası ile son 150 senede tanışmış ancak daha çok semiarid bölgelerde yetiştirilmiştir.

Ağaç yetişme istekleri bakımından tipik tropik ve subtropik iklimlerin hâkim olduğu, yıllık 450 mm ile 1200 mm arasında yağış alan, kurak ve yarı kurak alanlarda yetişebilmektedir. Rakımı 700-800 metre altında olan yerlerde iyi bir gelişme gösterebilmektedir ancak 1500 metre yüksekliklere kadar da yetişebilmektedir. Doğal sınırları içerisinde ortalama yıllık sıcaklık isteği aralığı 21–32 °C'dir (tercih edilen sıcaklık aralığı yaklaşık 9,5–37 °C' dir. 4 °C den 44 °C ye kadar olan sıcaklıklarda gelişme gösterebilmektedir. Neem bitkisi yüksek sıcaklıkları tolere edebilmekte ancak 4 °C den düşük sıcaklıkları tolere edememektedir. Olgun bitkilerin hafif donlara karşı dayanma gücü bulunmasına rağmen fidelerinin dayanma gücü çok zayıftır (Stoney, 1999).

Neem ağacı derin kazık kök ve geniş yan kökleriyle birlikte güçlü bir kök sistemine sahiptir. Bu güçlü kök sistemi ağacın kurak, taşlı, kumlu, killi, verimsiz, asidik gibi farklı toprak türlerinde yetişebilmesine olanak sağlamaktadır. Ancak drenajı iyi, derin ve kumlu topraklarda daha iyi yetişmektedir. Köklerini toprağın derinlerine salarak besine ulaşır ve çok çabuk büyür. Dayanıklı bir bitki olan bu ağaç fazla bir bakım istemez. Bu ağaç Asya'nın tropikal iklimlerine özgü olmasına rağmen günümüzde farklı iklim koşullarına karşı toleranslı olması nedeniyle dünyanın diğer sıcak bölgelerinde de yetişebilmektedir.

Farklı toprak yapılarına toleransı nedeniyle çölleşme ile mücadelede iyi sonuçlar vermektedir (Benelli vd., 2017).

Neem Ağacının Tarımda Kullanım Alanları

Ekonomik anlamda zararlı olan böceklerle karşı farklı birçok mücadele yöntemi bulunmaktadır. Bu yöntemler içerisinde üreticiler tarafından en çok tercih edilen yöntem kimyasal mücadele yöntemleridir. Kimyasal mücadeleler neticesinde insan ve hayvan sağlığı yanında, doğal denge de bozulduğundan araştırmacılar bu kimyasal mücadele yöntemlerinin yerine geçebilecek bitkisel insektisitler bulma arayışına yönelmişlerdir.

Bitkisel insektisitler içerisinde önemli bir yer tutan Neem kökenli insektisitler, insan ve doğaya zararlı olmadığı gibi, zararlılarda direnç mekanizmasının oluşmasında ve doğal düşmanların da zarar görmesinin engellenmesinde önemli bir yere sahiptir. Bilinen pozitif özellikleri nedeniyle bitkisel kökenli insektisitler pek çok zararlıya karşı mücadelede başarıyla kullanılmaktadır (Leatemia ve Isman 2004; Durmuşoğlu vd., 2011).

Neem ağacı meyvesinin tohumlarından neem yağı ve arta kalan küspesinden de hayvan yemi elde edilir. Neem yağının yaklaşık 40 farklı bileşeni vardır. Bu bileşenlerin birçoğu tohumlardan elde edilen yağın içerisinde bulunur. Farklı yöntemlerle elde edilen neem yağı preslenme yöntemiyle elde edildiğinde daha değerli olur (Koul vd., 1990).

Neem özleri bitkinin bütün kısımlarında bulunabilmektedir. Fakat meyvelerde ve özellikle tohum içerisinde daha yoğun şekilde bulunabilmektedir. Neem özlerinin pek çok kullanım alanları olmasına rağmen daha çok bitki hastalık ve zararlılarına karşı kullanılmaktadır. Neem yağında zararlı yönetiminde farklı etki mekanizmalarını etkileyen farklı bileşikler içermektedir. Bu özellikleri sayesinde zararlıların direnç gösterme olasılığı azaltmaktadır.

Bitkisel kökenli insektisit olarak son yıllarda üzerinde en çok çalışılan bitki *Azadirachta indica*’dır. Bitkinin en önemli bileşeni olan Azadirachtindir. Biyokimyasal sınıfında yer alan Azadirachtin, bitkinin farklı aksamalarının belirli işlemlerden geçirilerek bitki ekstraktı elde edilen ve bitki koruma amacıyla kullanılan bir maddedir. Genelde bitkinin kök gövde yaprak ve meyvelerinin su, metanol ve etanolün çözücü olarak kullanılması sonucunda elde edilir (Peschiutta vd., 2018). *A. indica* bitkisinin yaprak veya kabuklarının kurutulmasıyla toz halinde, meyve veya tohumundan terpenoid yapıda, tohum veya tohum kabuğundan elde edilen yağ gibi çeşitli şekillerde elde edilen bir bileşiktir. Azadirachtin etkili neem ağacı ekstratları zararlılarla mücadelede; uzaklaştırıcı, beslenmeyi engelleyici, doğurganlığı azaltıcı, kısırlaştırıcı, öldürücü, yumurta bırakmayı önleyici, gelişme ve büyümeyi aksatıcı, kanatlı zararlılarda uçuş kabiliyetlerinin kaybolması gibi farklı şekillerde etkiler göstermektedir (Schmutterer, 1995; Awad vd., 1998).

Yapılan bazı araştırmalarda zararlıların sinir ve endokrin sistemine etki ederek, juvenil hormonunun sentezini engellediği belirtilmektedir (Howatt, 1994). Subletal dozda kullanılan insektisitler böceklerde ölüm oranını, üreme kabiliyetini ve yeni jenerasyonun genetik yapısını değiştirerek, onların yumurta bırakmalarını ve yumurta açılım oranlarını etkilemektedir (Moriarty, 1969).

Bitkisel kökenli insektisitlerin bütün bu avantajlarının yanında, güneş ışığında çok hızlı bir şekilde parçalanması, doğal bitki materyallerinin kısıtlı olması, aktif bileşenlere dayalı yapılan kalite kontrolü, standardizasyon ve ruhsatlandırmadaki zorluklar gibi bazı dezavantajları da bulunmaktadır (Karakaş, 2018).

Özger vd., (2013), Neem ağacından elde edilen 150’ ye yakın bitki ekstraktının, zararlıların farklı etki mekanizmasını etkilediğini, bu farklı etkileriyle tarım alanlarında zararlılara karşı birçok alanda faydalandığını belirtmektedir. Neem bileşikler, zararlıları direkt öldürücü, beslenmelerini engelleyici, kısırlaştırıcı, yumurta bırakmayı engelleyici, uzaklaştırıcı, gelişme ve büyümelerini önleyici gibi amaçlarla kullanılmaktadır. Bu alanda kullanılırken elde edilen diğer bileşenler içinde en etkili olan ve primer etkiye sahip toksik maddedir, ayrıca hedef olmayan canlılara karşı zarar seviyesinin düşük olması en tercih edilen özelliğidir. Omurgalılar üzerinde hiçbir yan etkisi yoktur. Doğada minimum düzeyde

kalıcıdır ve hızla çözünür. Faydalı böceklerle ve doğal düşmanlara karşı toksisitesi minimum düzeydedir. Mutajenik etkisi olmayıp, dayanıklılık geliştirmesi nispeten yavaş ve düzensiz olmaktadır.

Azadirachtin Etkili Fomülasyonlar

Azadirachta indica (neem ağacı), entomoloji alanında uzun süredir doğal insektisit kaynağı olarak tanınmaktadır. Bu bitkiden elde edilen azadirachtin, özellikle zararlılara karşı etkili ve çevre dostu bir çözüm sunmaktadır. Neemazal T/S' nin aktif maddesi *Azadirachta indica*' nın tohumlarının ekstrakte edilip saflaştırılmasıyla elde edilen azadirachtindir (Madanlar vd., 2002). Bu etken madde zararlılarla mücadelede doğal bir seçenek sunar. Neemazal Ülkemizde 2000 yılından itibaren çeşitli ticari isimler altında kullanılmaya başlanmış ve özellikle fındık zararlıları gibi pek çok bitki zararlısına karşı ruhsatlandırılmıştır. Azadirachtin A içeren ruhsatlandırılmış 4 adet bitki koruma ürünü 15 farklı bitkide 17 farklı zararlıya karşı önerilmektedir (Anonim, 2022b).

Neemazal etkili insektisitler doğal bir böcek ve kırmızı örümcek ilacıdır. Bu insektisitler yaprak bitleri, beyazsinekler gibi yaprakta ve bitki gövdesinde zarar yapan 200'den fazla bitki zararlısının mücadelesinde etkilidir. Beslenme bozucu ve uzaklaştırıcı etkisi Neemazal'ın başlıca özelliği olduğu, bunun dışında, yumuşak vücutlu böcekler üzerinde kontakt etkisinin görülebildiği, böcekler üzerinde büyüme engelleyici etkisinin görülebilmesi için böceklerin erken evrelerde olması (larva ya da nimf) ve yeme veya emme şeklinde alınması gerektiği ifade edilmiştir (Anonim, 2022a).

Neem bazlı insektisitlerin en büyük avantajlarından biri, beslenme engelleyici ve uzaklaştırıcı etkilerinin yanında, zararlılarda direnç mekanizmasının gelişmesini önleyebilmesidir. Azadirachtin, böceklerin yaşam döngüsünü etkileyerek larva ve nimf evrelerinde büyüme bozukluklarına yol açar ve üreme kapasitesini önemli ölçüde düşürür. Bu da onun, biyolojik kontrol programlarında etkin bir şekilde kullanılabileceğini göstermektedir.

Sentetik insektisitlerin bilinçsizce ve yoğun kullanımı, zararlı böceklerde dayanıklılık gelişimine, çevresel bozulmalara ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilere neden olmuştur. Bu durum, tarımda daha sürdürülebilir ve çevre dostu yöntemlere yönelimi artırmış, bitkilerden elde edilen organik insektisitler ön plana çıkmıştır. Neem bazlı ürünler, bu alandaki en etkili ve yaygın kullanılan doğal insektisitlerden biri olarak, zararlılarla mücadelede sentetik ürünlere çevresel ve ekonomik açıdan güçlü bir alternatif sunmaktadır.

Neem Ağacının Fitopatoloji Alanında Kullanımı

Azadirachtin etkili Neemazal'ın bezelye küllemesi (*Erysiphe pisi* DC.)'ne karşı etkisinin araştırıldığı çalışmalarda, Neemazal'ın fungusun çim tüpü sayısı ve uzunluğunu belirli seviyelerde engellendiği ve bitkideki hipersentetif reaksiyonları da teşvik ettiği saptanmıştır. İnokulasyon öncesi uygulamaların, inokulasyon sonrası yapılan uygulamalara göre daha etkili olduğu belirtilmiştir (Singh ve Prithviraj, 1997).

Afrika yam fasulyesi'nin (*Sphenostylis stenocarpa*) önemli tohum patojenleri, *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus* Link, *Botrydiplodia theobromae* Pat. ve *Fusarium moniliforme*'ye karşı antifungal etkileri üzerine in vitro ve in vivo koşullarda yapılan çalışmalarda neem ekstraktlarının, tohum kaynaklı fungusların gelişimini önemli ölçüde azalttığı, bu ekstraktların tohum çimlenmesini ve fide çıkışını arttırdığı belirtilmiştir (Nwachukwu ve Umechuruba, 2001).

Domatesin depo koşullarında önemli bir kök çürüklüğü patojeni olan *Fusarium solani* 'ye karşı *Azadirachta indica*'nın su ve alkol ekstraktlarının antifungal etkilerinin araştırıldığı çalışmalarda, kabuk alkol ekstraktının yüksek antifungal etki gösterdiği saptanmıştır (Amadioha ve Uchendu, 2003).

Neem yaprağının su ve alkol ekstraktlarının antifungal etkisi toprak kaynaklı funguslardan *Aspergillus* ve *Rhizopus*'a karşı in vitro koşullarda yapılan çalışmada, neem'in alkol ekstraktlarının *Rhizopus* ve *Aspergillus* türlerinin miseliyal gelişimini engellemede daha etkili olduğu, ayrıca Neem'in su ve alkol ekstraktlarının *Aspergillus* türlerini *Rhizopus* türlerine göre daha fazla engellediği belirtilmiştir. Neem yaprak ekstraktının hem ucuz hem de çevreye zararsız olduğu belirtilmektedir (Mondali vd., 2009).

Neem yaprak ve çekirdeğinin etanol, hekzan ve metanol ekstraktlarının antifungal etkileri bitki patojeni funguslardan *Alternaria solani*, *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani* ve *Sclerotinia sclerotiorum*'a karşı in vitro koşullarda denendiği araştırmalarda, yaprak ve çekirdek ekstraktlarının fungusların miseliyal gelişimlerini engellediği bildirilmiştir (Moslem ve El-Kholie, 2009).

Neem Ağacının Entomoloji Alanında Kullanımı ve Bazı Araştırma Sonuçları

Neem ağacının entomoloji ile tanışması, Alman entomolog Heinrich Schmutterer' in Sudan'daki çekirge salgını sırasında yaptığı önemli bir gözlemle başlamıştır. Schmutterer, çekirgelerin geniş bitki örtüsünü yok ederken neem ağaçlarına dokunmadığını fark etmiş ve bu keşif, neem' in böceklerle mücadelede potansiyel bir silah olabileceğine işaret etmiştir (Isman 1997). Bu olayın ardından 1968'de Keele Üniversitesi'nden David Morgan, neem ağacından azadirachtin adlı aktif bileşiği izole ederek, bu maddenin çöl çekirgelerine karşı en etkili antifeedant olduğunu ortaya koymuştur (Schmutterer, 1995; Lowery ve Isman, 1993).

Neem ağacının yaprak, kabuk ve tohumlarından elde edilen çeşitli bileşikler, bu ağacın endemik olduğu bölgelerde uzun yıllardır depolanmış gıdaları zararlılardan korumak için kullanılmıştır. Neem'in omurgalıları düşük toksisiteye sahip olması ve uzun raf ömrüne sahip biyoinsektisitler üretilebilmesi, bu ağacı doğal böcek kontrolünde öne çıkarmaktadır. Ayrıca, sentetik pestisitlere direnç geliştiren 550'den fazla zararlı tür, neem ekstraktları ile etkili bir şekilde kontrol edilebilmektedir (Whalon vd., 2008; Ascher, 1993).

Neem'in böcekler üzerindeki etkisi oldukça geniş kapsamlıdır. Böceklerin başkalaşımını bozma, beslenmelerini engelleme ve öldürme gibi doğrudan etkilerinin yanı sıra, yumurtlama ve üreme kapasitelerini de düşürmektedir. Azadirachtin, 200'den fazla arthropod türünde antifeedant, gelişim düzenleyici ve yumurtlamayı engelleyici etkileriyle dikkat çekmiştir (Ascher, 1993, Lowery ve Isman, 1993). Bu bileşik, böceklerin büyüme ve gelişim süreçlerini düzenleyen sistemleri hedef alarak onları etkisiz hale getirmektedir.

Neem ekstraktları birçok takımın (beyazsinekler, thrips, yaprak pireleri, afidler, lepidopter larvaları, kınkanatlılar, kabuklubitler, emici böcekler ve unlubitlere) zararlı üyeleri üzerinde de etkili olduğu bildirilmiştir (Thacker, 2002). Mısırkurdu (*Ostrinia nubilalis*), Lahana kelebeği (*Pieris brassicae*), Pamuk yaprak kurdu (*Spodoptera littoralis*), Lahana yaprak güvesi (*Plutella xylostella*), Tütün beyazsineği (*Bemisia tabaci*), Buğday biti (*Sitophilus granarius*) ve Patates böceği (*Leptinotarsa decemlineata*)' nin kontrolünde etkili bulunmuştur. Azadirachtin içeren ürünler fitofaj böcekler için orta ve geniş spektrumlu insektisitlerdir. Orthoptera, Homoptera, Heteroptera, Lepidoptera, Coleoptera, Diptera ve Hymenoptera takımına bağlı birçok türü etkilemektedir. *Leptinotarsa decemlineata*, *Pieris brassicae*, *Plutella xylostella*, *Ostrinia nubilalis*, *Bemisia tabaci*, *Sitophilus granarius*, *Spodoptera littoralis*'e karşı azadirachtin içeren ürünlerle yapılan çalışmalarda bu böcek türlerinin gelişimlerinin engellenmesi noktasında başarılı sonuçlar alındığı bildirilmiştir. (Kısmalı ve Madanlar, 1988).

Ticari neem formülasyonları, yalnızca azadirachtin içermekle kalmaz, aynı zamanda daha karmaşık ve geniş kapsamlı insektisit etkiler sunan diğer limonoid bileşiklerini de barındırır (Ujvary, 2001). Farklı takımlardaki böceklerin azadirachtine karşı tepkileri farklıdır. Lepidoptera gibi böcek takımları, azadirachtine karşı özellikle hassastır ve düşük dozlarda bile etkilenirler. Neem'in bu çok yönlü etkileri, zararlılarla mücadelede onu değerli bir doğal kaynak haline getirmektedir.

Karnavar' ın (1987) çalışmasına göre, azadirachtin böceklerin beslenme ve üreme faaliyetlerini etkileyerek duysal sinirlerine zarar vermekte ve besin alımını engellemektedir. Ayrıca azadirachtin, böceklerin endokrin sistemine zarar vererek morfogenez, yumurta gelişimini, verimliliği, yumurtaların açılma süresini ve deri değiştirme süreçlerini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu bileşik, özellikle ecdizon hormonuna karşı antagonist etki göstererek böceklerin deri değiştirme mekanizmasını bozar.

Azadirachtin' in, birçok böcek türünde deri değiştirme ve gelişim süreçlerini engellediği, yumurta bırakma davranışını önlediği ve üremeyi kısıtladığı görülmüştür. Larval gelişimi sırasında hormonların düzgün çalışmasını engelleyerek metamorfozu olumsuz yönde etkiler. Bununla birlikte, böceklerin sinir ve endokrin sistemlerini bozarak, gençlik hormonunun sentezini engellediği de çeşitli çalışmalarda ortaya konmuştur.

Böcekler ya da konak bitkiler azadirachtin veya neem'in alkaloid ekstraktları ile muamele edildiğinde 30 türde ovipozisyonu önleyici ve 70'in üzerinde türde ise büyümeyi ve üremeyi kısıtlayıcı etkisi olduğu görülmüştür. Gelişim, deri değiştirme ve üreme gibi fizyolojik etkileri birçok türde benzerlik gösterir (Mordue (Luntz) ve Blackwell, 1993). Böceklerde yapılan bazı çalışmalarda, sinir ve endokrin sisteme etki ederek juvenil hormonun sentezini engellediği ortaya çıkmıştır (Howatt, 1994).

Neem Ekstraktlarının Çevreye Etkileri

Sentetik kimyasal pestisitlerin doğadaki çözünürlüğünün düşük olması ve kalıntı bırakmaları hem bitkiler hem de bu bitkileri tüketen organizmalar üzerinde toksik etkiler yaratmaktadır. Bu durum, çevre ve insan sağlığı açısından büyük bir risk teşkil etmektedir. Dolayısıyla, daha düşük konsantrasyonlarda etkili ve çevreye dost, hedef dışı organizmalara zarar vermeyen pestisitlere olan ihtiyaç giderek artmaktadır. Neem ağacından elde edilen bitkisel kökenli ürünler bu noktada önemli bir alternatif sunmaktadır. Neem'in en etkili bileşeni olan azadirachtin, doğada hızlı bir şekilde bozulmaya uğrar, bu da onu kalıcı kalıntı bırakmayan, çevre dostu bir seçenek haline getirir. Azadirachtin, hedef zararlılar üzerinde oldukça etkili olmasına rağmen faydalı organizmalara, özellikle arılara, çok daha az zarar verir. Bu özelliği, tarımda zararlı kontrolünü sağlarken ekosisteme zarar vermeme açısından önemli bir avantaj sunar.

Azadirachtin içeren ürünler, çok çeşitli zararlı türlerde etkili olup bu zararlılarda direnç geliştirme olasılığı daha düşüktür. Bu durum, azadirachtin' in karmaşık kimyasal yapısından ve böceklerle karşı çoklu etki mekanizmasından kaynaklanmaktadır. Bu özellikler, neem bazlı pestisitlerin, ticari olarak üretilen kimyasal pestisitlere karşı hem çevre dostu hem de ekonomik bir alternatif olarak kabul edilmesini sağlamıştır. Özellikle sivrisinekler gibi sağlık açısından önemli zararlılar üzerinde yapılan çalışmalarda da neem' in oldukça etkili olduğu görülmüş ve bu böceklerde direnç geliştirme olasılığı oldukça düşük bulunmuştur.

Neem bazlı pestisitlerin en büyük avantajlarından biri de zararlılarda direnç gelişimine yol açmamasıdır. Sentetik pestisitlerin uzun süreli kullanımı, birçok zararlının direnç geliştirmesine neden olurken, neem bileşenleri bu direncin oluşumunu önleyen çoklu etki mekanizmaları sunar (Ünsal, 2019; Mulla ve Su, 1999). Bu, zararlı kontrolünde neem ürünlerinin daha uzun vadeli ve sürdürülebilir bir çözüm sunduğunu göstermektedir.

Ayrıca neem yağı ve bileşenlerinin, sivrisinekler gibi sağlık açısından önem taşıyan vektörlere karşı etkili olduğu ispatlanmıştır. Bu bileşenlerden elde edilen ürünler sivrisineklerin yumurta, larva ve pupa evrelerine karşı oldukça etkili olup, bu zararlıların üreme ve gelişimini engellemekte ve hastalık yaymalarını kontrol altına almada önemli rol oynamaktadır (Murugan vd., 1996; Anjali vd., 2012; Benelli, 2015; Benelli, vd., 2017).

Neem ürünleri, sadece zararlı böceklerle karşı etkili olmakla kalmaz, aynı zamanda bitkisel bazlı oldukları için tarımsal uygulamalarda sürdürülebilir zararlı kontrol stratejileri sunar. Bu yüzden, neem bazlı insektisitler, çevre dostu, toksik etkileri düşük ve kalıntı bırakmayan özellikleriyle zararlı kontrol programlarında önemli bir yer edinerek sürdürülebilir tarım uygulamalarının merkezine yerleşmiştir.

Sonuç ve Öneriler

Geçmişten bugüne tarımsal alanlarda yapılan mücadele yöntemlerine dikkat edildiğinde en çok kullanılan yöntemin kültürel mücadelelere ek olarak uygulanan kimyasal yöntemlerin olduğu görülmektedir. Üreticilerin kimyasal yöntemleri tercih etmesinin nedeni hastalık, zararlı ve yabancı ot mücadelesinde en kısa sürede ve en iyi sonucu vermesinden kaynaklanıyor (Yavuz, 2010).

Tarımsal üretim alanlarında yapılan mücadele yöntemlerinden hiçbirisi tek başına yeterli gelmemektedir. Doğal düşman veya biyolojik mücadele yöntemlerini kullanmak zarar seviyelerinin düşük olduğu zamanlarda iyi bir sonuç vermektedir. Fakat bu zarar seviyesi yüksek olduğunda üretici en kısa zamanda sonuca ulaşmak ve zararını minimuma indirmek için ilk başvurduğu yöntem kimyasal yöntemler olmaktadır. Çünkü üretici ürününde kayıplara neden olan hastalık, zararlı veya yabancı ot zararına karşı zamanla adeta yarışma durumu içine girdiğinden sorunun çözümü için en kısa ve en etkili yöntem

başvurmaktan kaçınmamaktadır. Zirai ilaçların çoğu, özellikle de kimyasal pestisitlerin üründe ve doğada bıraktığı kalıntılar yüzünden tüketici konumdaki insan ve diğer canlıların sağlığını tehdit ederek, doğaya önemli zararlara neden olmaktadır. Kullanılan bu pestisitler hedef organizmada direnç mekanizmalarının oluşmasına neden olmakta, hedef organizma yanında birçok faydalı canlının ölümüne neden olmakta, toprağa, suya karışarak ekolojik dengenin bozulmasına neden olmaktadır.

Kimyasal pestisitlerin yarattığı bu olumsuz sonuçlara karşı araştırmacılar alternatif mücadele yöntemlerine yönelmiş, bu yönde insana, doğaya ve diğer canlılara daha az zararlı, doğa dostu yöntemlerin geliştirmesine yönelmiştir. Bu yönde yapılan çalışmalarda insana, doğaya ve ekolojik dengeye zararı olmayan bitkisel kökenli aktif bileşenlerin kullanımına yönelmiştir.

Bitkisel kökenli pestisitler içerisinde, birçok yerde mucizevi ağaç olarak tabir edilen neem ağacının özlerinden elde edilen ekstraktlar araştırmacıların dikkatini çekmiş, bu yönde birçok çalışmalar gerçekleştirmiştir. Neem ağacından elde edilen birçok bitkisel kökenli bileşenin hastalık patojenlerine ve zararlılara karşı oldukça başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

Neem ağacının kök, yaprak, meyve, tohum ve diğer kısımlarından bazı kaynaklara göre yüzün üzerinde bileşen elde edilmektedir. Şüphesiz bu bileşenler içerisinde Azadirachtin en önemlisidir. Azadirachtin etkili preparatların zararlılara karşı; uzaklaştırıcı, beslenmelerini engelleyici, kısırlaştırıcı, yumurta bırakmayı engelleyici, gelişme ve büyümelerini önleyici gibi birçok faydası bulunmaktadır. Bu faydalarının yanında faydalı canlılara karşı zarar seviyesinin düşük olması, yan etkisinin olmaması, doğada kalıcılığının minimum düzeyde olması, doğal düşmanlara karşı toksisitesinin minimum düzeyde olması ve zararlılarda dayanıklılık mekanizmasının minimum düzeyde olması en çok tercih edilen bitkisel kökenli insektisit olmasını sağlamaktadır.

Azadirachtin ve neem özlerinden elde edilen diğer biyoaktif bileşenler farklı etki mekanizmaları sayesinde hastalık patojenlerine ve zararlı yönetiminde birçok şekilde kullanılabilir. Neem bazlı zararlı kontrol ajanlarının ve gübrelerin kullanılması, pestisit kaynaklı olan tehlikeleri, karada ve su kütlelerindeki kirlenmeleri azaltabilir. Üstelik neem bitkisi, üzerinde yaşayan böceklerden kuşlara ve memelilere kadar çeşitlilik gösteren organizmalar için bitkisel ve hayvansal biyolojik çeşitliliğin zenginleşmesinde de önemli bir rol oynayabilir (Saxena, 2017). Neem bitkisi üzerinde çalışmalar arttıkça bu mucizevi ve asil ağacın henüz ortaya çıkmamış sırlarına vakıf olabileceğiz.

Çıkar Çatışması

Yazarlar bu makale için herhangi bir çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Yazarlar Katkısı

Tüm yazarlar eşit katkı sunmuşlardır.

Kaynaklar

- Amadioha, A. C., & Uchendu, P. N. (2003). Post-harvest control of tomato fruit rot caused by *Fusarium solani* with extracts of *Azadirachta indica*. *Discov. Innov.*, 15 (1/2): 83- 86.
- Anonim, (2022a). VerimGrup, NeemAzal®-T/S Organik Böcek ve Kırmızı Örümcek İlacı. https://www.verim.com.tr/natsss_tr.php. Erişim tarihi: 24.04.2022.
- Anonim, (2022b). Tarım ve Orman Bakanlığı Bitki Koruma Ürünleri Veri Tabanı <https://bku.tarimorman.gov.tr/> Erişim Tarihi: 30.07.2022.
- Anjali, C. H., Sharma, Y., Mukherjee, A., & Chandrasekaran, N. (2012). Neem oil (*Azadirachta indica*) nanoemulsion-a potent larvicidal agent against *Culex quinquefasciatus*. *Pest Manag Sci.*, 68:158–163.
- 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.

- Awad, T. I., Onder, F. & Kısmalı, Ş. (1998). *Azadirachta indica* A. Juss (Meliaceae) Ağacından Elde Edilen Doğal Pestisitler Üzerinde Bir İnceleme. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 22(3): 225-240.
- Benelli, G. (2015). Research in mosquito control: current challenges for a brighter future. *Parasitol Res.*, 114:2801–2805
- Benelli, G., Canale, A., Toniolo, C., Higuchi, A., Murugan, K., Pavela, R., & Nicoletti, M. (2017). Neem (*Azadirachta indica*): towards the ideal insecticide?, *Natural Product Research*, 31:4, 369-386, Doi: 10.1080/14786419.2016.1214834.
- Durmuşoğlu, E., Hatipoğlu, A., & Balcı, H. (2011). Bazı bitkisel kökenli insektisitlerin laboratuvar koşullarında *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) larvalarına etkileri. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 35 (4): 651-663.
- Gupta, S. C., Prasad, S., Tyagi, A. K., Kunnumakkara, A. B. & Aggarwal, B. B. (2017). Neem (*Azadirachta indica*): an indian traditional panacea with modern molecular basis. *Phytomedicine*, 34, 14–20.
- Howatt, K. (1994). *Azadirachta indica*: One tree's Arsenal against pests. www.colostate.edu/Depts/Entomology/courses/en570/papers/howatt.html
- Isman, M. B. (1997). Bioinsecticides. Neem Insecticides. *Pesticide Outlook*, Faculty of Agricultural Sciences, University of British Columbia, Vancouver, Canada. October. 32-39.
- Jacobson, M. (1989). Pharmacology and toxicology of neem. In M. Jacobson, *Focus on phytochemical pesticides Vol. 1: the neem tree*. CRC, Boca Raton, FL pp. 133-153-178
- Karakaş, M. (2018). Önemli bazı bitkisel insektisitler. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 11 (2): 32-37.
- Karnavar, M., (1987). Influence of azadirachtin on insect nutrition and reproduction. *Proceedings Indian Academic Science* 96, 341- 347
- Kısmalı, Ş. N., Madanlar, N. (1988). *Azadirachta indica*; böceklerle etkileri üzerinde bir inceleme. *Türk.Entomoloji Dergisi*, 12 (4), 239-249.
- Koul, O., Murray, I. B., Isman, B., & Ketkar, C. M. (1990). Properties and uses of neem *Azadirachta indica*. *Canadian Journal of Botany*, 68 (1): 1-11.
- Kumar, V.S., & Navaratnam, V. (2013). Neem (*Azadirachta indica*): prehistory to contemporary medicinal uses to humankind. *Asian Pacif J Trop Biomed.*, 3:505–514.
- Kumar, D., Rahal, A. & Malik, J. K. (2016). *Neem extract: nutraceuticals efficacy, safety and toxicity*. Academic Press. 585–597, London
- Leatemia, J. A. & Isman, M. B. (2004). Insecticidal activity of crude seed extracts of *Annona* spp., *Lansium domesticum* and *Sandoricum koetjape* against lepidopteran larvae. *Phytoparasitica*, 32 (1): 30-37.
- Lowery, J. F. & Isman, M. B. (1993). Lab and field evaluation of neem for the control of aphids. *J. Econ. Entomol.* 86(3): 864-870.
- Madanlar, N., Yoldaş, Z., Durmuşoğlu, E., & Gül, A., (2002). İzmir’de sebze seralarından zararlılara karşı doğal pestisitlerle savaş olanakları. *Türk. Entomol. Derg.*, 26(3), 181-195.
- Mondali, N. K., Mojumdar, A., Chatterje, S. K., Banerjee, A., Datta, J. K., & Gupta, S. (2009). Antifungal activities and chemical characterization of neem leaf extracts on the growth of some selected fungal species in vitro culture medium. *J. Appl. Sci. Environ. Manage.*, 13 (1): 49-53.
- Mordue (Luntz), A. J., Blackwell, A. (1993). Azadirachtin: an Update. *Journal of insect physiology*, 39, 903-924.
- Moriarty, F. (1969). The Sublethal Effects of Synthetic Insecticides on Insects. *Biol. Rev.*, 44: 321-357
- Moslem, M. A., & El-Kholie, E. M. (2009). Effect of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) seeds and leaves extracts on some plant pathogenic fungi. *Pak. J. Biol. Sci.*, 12 (14): 1045-1048.
- Mulla, M. S. & Su, T. (1999). Activity and biological effects of neem products against arthropods of medical and veterinary importance. *J Am Mosq Control Assoc.*, 15:133–152
- Murugan, K, Babu, R., Jeyaabalan, D., Kumar, N.S., & Sivaramakrishnam, S. (1996). Antipupal effect of neem oil and neem seed kernel extract against mosquito larvae of *Anopheles stephensi*(Liston). *J Entomol Res.*, 20:137–139
- Nicoletti, M., Mariani, S., Maccioni, O., Coccioletti, T., & Murugan, K. (2012). Neem cake: chemical composition and larvicidal activity on Asian tiger mosquito. *Parasitol Res.*, 111:205– 213.
- Nicoletti, M., Murugan, K., Canale, A., & Benelli, G. (2016). Neemborne molecules as eco-friendly control tools against mosquito vectors of economic importance. *Curr Org Chem*. Doi:10.2174/1385272820666160218233923.

- Norten, 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.
- Nwachukwu, E. O., & Umechuruba, C. I. (2001). Antifungal activities of some leaf extracts on seed-borne fungi of african yam bean seeds, seed germination and seedling emergence. *J.Appl. Sci., Environ.Mgt.*5(1):29-32.
- Ogbuewu, P., Odoemenam, V. U., Obikaonu, H.O., Opara, M.N., Emenalom, O.O., Uchegbu, M.C., Okol, I.C., Esonu, B.O., & Iloeje, M. U. (2011). The growing importance of neem (*Azadirachta indica* Juss) in agriculture, industry, medicine and environment: A review. *Research Journal of Medicinal Plant*, 5 (3): 230-245.
- Özger, Ş., Pohl, D., & Karaca, İ. (2013). Neem ekstraktların biyoinsektisit olarak kullanımı. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 2013, 4 (2): 165-178 ISSN 2146-0035.
- Peschiutta, M. L., Brito, V. D., Achimón, F., Dambolena, J. S., Zygadlo, J. A. & Ordano, M. A. (2018). Botanical Compounds to Combat Vineyards Mealybugs: An Ideal Alternative for Organic Vitiviniculture. *Research&Reviews:Journal of Botanical Sciences* 7(3). <https://www.researchgate.net/publication/331651666>.
- Ruskin, F. R. (1992). *Neem: A tree for solving global problems*. National Academy Press. Washington, 31-39.
- Saxena, R. C. (2017). *Neem for sustainable pest management and environmental conservation*. From: ECHOAsiaNotes (/en/resources/d0eaf359-b4a4-43a1-8 01b-ab1320c1ba76)AsiaNote
- Schmutterer, H. (1995). *The Neem Tree: Source of Unique Natural Products for Integrated Pest Management, Medicine, Industry and Other Purposes*. VCH Weinheim Germany, 1-696.
- Singh, U. P., & Prithviraj, B. (1997). Neemazal, a product of neem (*Azadirachta indica*), induces resistance in pea (*Pisum sativum*) against Erysiphe pisi. *Physiol. Mol. Plant Pathol.*, 51 (3): 181-194.
- Stoney, C. (1997). 'Fact sheet on *Azadirachta indica* (neem)—a versatile tree for the tropics and subtropics', publication of 'Forest, Farm, and Community Tree Network' (FACT Net), Arkansas, United States, www.winrock.org/forestry/factnet.htm
- Thacker, J. R. M. (2002). *An Introduction to Arthropod Pest Control*. Cambridge University Press
- Tiwari, R., Verma, A. K, Chakraborty, S., Dhama, K., & Singh S. V. (2014). *Neem (Azadirachta indica) and its Potential for Safeguarding Health of Animals and Humans: A Review*. *Journal of Biological Sciences*, 14:110-123. Doi: 10.3923/jbs.2014.110.123.
- 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.
- Whalon, M. E., Mota-Sanchez, D., & Hollingworth, R. M. (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
- Unsal, S., & Gorer, N. (2018). Effects of Triflumuron on larval integument of sixth instar *Galleria mellonella* (L) (Lepidoptera:Pyralidae). *Fresen Environ Bull.*, 27:5A, 3823- 3831
- Ünsal, S., & Güner, E. (2016). The Effects of Biopesticide Azadirachtin on the Fifth Instar *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera:Pyralidae) Larval Integument. *International Journal of Crop Science and Technology*, 2(2): 60-68.
- Ünsal, S., (2019). *Turkish Journal of Agriculture -Food Science and Technology*, 7(9): 1415-1423, 201
- Veitch, G. E., Pinto, A., Boyer, A., Beckmann, E., Anderson, J. C. & Ley, S.V. (2008). Synthesis of natural products from the Indian neem tree *Azadirachta indica*. *Organic Letters*, 10 (4): 569-572.
- Yavuz, B. (2010). Bazı bitki ekstraktlarının fitopatogen funguslara karşı antifungal etkisi. Yüksek Lisans Tezi.