



# TARIM ALANINDA ÇALIŞMALAR

EDİTÖR  
Doç. Dr. AYŞE YEŞİLAYER



İKSAD  
Publishing House

# TARIM ALANINDA ÇALIŞMALAR

## EDİTÖR

Doç. Dr. AYŞE YEŞİLAYER

## YAZARLAR

Prof. Dr. Dürdane YANAR

Prof. Dr. Gülistan ERDAL

Prof. Dr. İlker KEPENEKÇİ

Prof. Dr. Nihat YEŞİLAYER

Prof. Dr. Resul GERÇEKÇİOĞLU

Prof. Dr. Yusuf YANAR

Doç. Dr. Ayşe YEŞİLAYER

Doç. Dr. Bilge GÖZENER

Doç. Dr. Halil ERDEM

Doç. Dr. Hayriye Sibel GÜLSE BAL

Doç. Dr. Rüveyda YÜZBAŞIOĞLU

Dr. Öğr. Üyesi Ayşe ÖLMEZ

Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül DURUKAN KUM

Dr. Öğr. Üyesi Esra KAPLAN

Dr. Öğr. Üyesi Öznur ÖZ ATASEVER

Dr. Öğr. Üyesi Şerife TOPKAYA

Öğr. Gör. Oğuzhan SÖNMEZ

Zir. Müh. Emine YAMAN



Copyright © 2023 by iksad publishing house  
All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, distributed or  
transmitted in any form or by  
any means, including photocopying, recording or other electronic or mechanical  
methods, without the prior written permission of the publisher,  
except in the case of  
brief quotations embodied in critical reviews and certain other  
noncommercial uses permitted by copyright law. Institution of Economic  
Development and Social  
Researches Publications®  
(The Licence Number of Publicator: 2014/31220)  
TURKEY TR: +90 342 606 06 75  
USA: +1 631 685 0 853  
E mail: iksadyayinevi@gmail.com  
www.iksadyayinevi.com

It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules.

Iksad Publications – 2023©  
**ISBN: 978-625-367-100-6**  
Cover Design: İbrahim KAYA  
June / 2023  
Ankara / Turkey  
Size = 16 x 24 cm

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....1

### BÖLÜM 1

#### DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE ORGANİK SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ: KURALLAR, STANDARTLAR VE SERTİFİKASYON SÜREÇLERİNDE KARŞILAŞILAN ZORLUKLAR

Prof. Dr. Nihat YEŞİLAYER.....3

### BÖLÜM 2

#### BALIKLARIN SINIFLANDIRILMASINDA YAPAY ZEKÂ YÖNTEMLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Ayşe ÖLMEZ

Öğr. Gör. Oğuzhan SÖNMEZ.....41

### BÖLÜM 3

#### TARIMDA ÖNEMLİ ZARARLI İKİ NOKTALI KIRMIZI ÖRÜMCEK ( *Tetranychus urticae* Koch)

Doç. Dr. Ayşe YEŞİLAYER.....61

### BÖLÜM 4

#### TÜRKİYE SEBZECİLİĞİNİN YÜKSELEN DEĞERİ: KUŞKONMAZ ( *Asparagus officinalis*)

Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül DURUKAN KUM.....79

### BÖLÜM 5

#### AMASYA İLİ KURU SOĞAN ÜRETİMİ, PAZARLAMA YAPISI, SORUNLARI VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Doç. Dr. Bilge GÖZENER

Dr. Öğr. Üyesi Esra KAPLAN.....107

### BÖLÜM 6

#### BİTKİ ZARARLISI AKAR (ACARI) VE BÖCEKLERİN (INSECTA) MÜCADELESİNDE ENTOMOPATOJENLERİN ROLÜ

Prof. Dr. Yusuf YANAR

Prof. Dr. Dürdane YANAR.....129

## **BÖLÜM 7**

### **TARIM ALANINDA EĞİTİM ALAN MESLEK LİSESİ ÖĞRENCİLERİNİN GELECEK HEDEFLERİ (TOKAT VE AMASYA İLLERİ ÖRNEĞİ)**

Prof. Dr. Gülistan ERDAL.....155

## **BÖLÜM 8**

### **TARIM TOPRAKLARINDA MİKROPLASTİK KİRLİLİĞİ VE KAYNAKLARI**

Doç. Dr. Halil ERDEM.....177

## **BÖLÜM 9**

### **TARIM AÇISINDAN VİRUS VEKTÖRÜ NEMATOD (NEMATODA)’LARIN ÖNEMİ**

Prof. Dr. İlker KEPENEKÇİ.....195

## **BÖLÜM 10**

### **TARIM ALANLARINDA ZARARLI (BİTKİ PARAZİTİ VE VİRUS VEKTÖRÜ) NEMATODLARLA MÜCADELE**

Prof. Dr. İlker KEPENEKÇİ.....239

## **BÖLÜM 11**

### **ÇELTİK ÜRETİMİNDE HASTALIK VE MÜCADELE (SİNOP İLİ BOYABAT İLÇESİ ÖRNEĞİ)**

Doç. Dr. Rüveyda YÜZBAŞIOĞLU

Dr. Öğr. Üyesi Şerife TOPKAYA.....285

## **BÖLÜM 12**

### **FRENK ÜZÜMÜ YAPRAK TATARCIĞI (*Dasineura tetensi* Rüb.)**

Dr. Öğr. Üyesi ÖZNUR ÖZ ATASEVER

Prof. Dr. Resul GERÇEKÇİOĞLU.....303

## **BÖLÜM 13**

### **BÖĞÜRTLLEN (*Rubus fruticosus* L.) AKARI [(*Acalitus essigi* (Hassan) (ACARI: ERIOPHYIDAE)] ZARARI VE MÜCADELESİ**

Prof. Dr. Resul GERÇEKÇİOĞLU

Dr. Öğr. Üyesi Öznur ÖZ ATASEVER.....323

## **BÖLÜM 14**

### **TARIMDA 4.0 SÜRECİ VE AKILLI TARIM UYGULAMALARI**

Doç. Dr. Hayriye Sibel GÜLSE BAL

Zir. Müh. Emine YAMAN.....341



## ÖNSÖZ

Tarım insanlığın yaşamı ve canlılığın devamı için besin ağının en temel basamağıdır. Son yıllarda globalleşen dünyada yaşanan birçok krizin yanı sıra, küresel ısınma ile oluşabilecek iklim krizi ve tarıma olumsuz etkileri her geçen gün birçok devletin gündeminde yer almaktadır. İklim de oluşabilecek herhangi bir olumsuzluk şüphesiz tarımı doğrudan etkilemektedir. Tarımın gelişimi için yapılan faaliyetler ve endüstriyel tarım uygulamaları sürecinde birçok problemi de barındırır. Fosil yakıt, gübre, kimyasalların kullanımı ve mekanizasyona bağlı ortaya çıkan problemleri azaltmak için; uygulamalı tarım içinde yapılan faaliyetler, geleneksel yöntemler ve akıllı tarım uygulamaları günümüzde öne çıkmaktadır. İklimle bağlı ortaya çıkabilecek risklere karşı çevre koşullarına uygun olarak organik tarım ve tarımda dijital uygulamalar gibi yöntemlerle de önlemler alınmaya çalışılmaktadır.

Tarım çok disiplinli bir alandır. Bu alanda araştırmacıların birçok araştırması mevcuttur. Bu kitap tarımdaki güncel alan çalışmalarını içermektedir. Kitap toplam 14 bölümden oluşmaktadır. Kitap içinde; bitki korumada yer alan zararlıların başında gelen akar, nematod ve diğer zararlılar, bunların mücadeleleri ile bilgilerin yanı sıra, biyolojik mücadelede önem kazanan entomopatojenler, bugüne kadar çok değinilmemiş üzüm ve meyve ve kuşkonmazdaki zararlılar, çeltikteki bazı önemli hastalıklar, bitki paraziti ve virüs vektörü nematodlar ve bunlarla mücadele, organik ve akıllı tarım uygulamaları, su ürünleri yetiştiriciliğinde standartlar ve karşılaşılan sorunlar, kuru soğan üretimi ve pazarlamasındaki sorunlar, tarımda meslek liselerinin hedefleri ile çevre kirliliğinde önemli olan mikroplastik kirliliği ve kaynakları hakkında araştırmaların bulunduğu bölümler yer almaktadır. Bu yayının üretici, lisans, lisansüstü öğrencileri ile bu alanlarda çalışanlara bilgi verilmesi amacı ile yapılmıştır. Kitabın yayımlanmasında emeği geçen çalışma arkadaşlarıma ve İKSAD YAYINEVİ'ne teşekkür ederim.

**Tokat- MAYIS-2023**  
**Doç. Dr. AYŞE YEŞİLAYER**





## BÖLÜM 1

### DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE ORGANİK SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ: KURALLAR, STANDARTLAR VE SERTİFİKASYON SÜREÇLERİNDE KARŞILAŞILAN ZORLUKLAR

Prof. Dr. Nihat YEŞİLAYER<sup>1\*</sup>

---

<sup>1\*</sup>Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Su Ürünleri Yetiştiriciliği, Tokat, Türkiye, nihat.yesilayer@gop.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-6995-5855



## 1. GİRİŞ

Dünyanın son yıllarda yaşadığı salgın hastalık; insan gıda üretiminde hammadde fiyatlandırılmasındaki artışlar ve temininde güçlükler ortaya çıkmasına sebebiyet vermiştir. Su ürünleri son 50 yıldır giderek artan bir artış eğiliminde olan bir sektördür. Dünya genelinde; su ürünleri ve onlardan elde edilen ürünlerin tüketimleri 1961'den 2019'a kadar yıllık ortalama yüzde 3,0 oranında artış göstermiş aynı dönemler içinde dünya nüfus artış hızının iki katı kadar hızlı büyüme gerçekleştirmiştir (Yeşilayer, 2022). Suda bulunan hayvansal gıdaların, kişi başına tüketimi son 30 yılda 6 kg artarak 2019'da 20,5 kg'a ulaşmıştır. 2030 yılında, insanların toplam tükettiği su ürünlerinin %59'u su ürünleri yetiştiriciliğinden geri kalan ise avcılık ile sağlanacağı öngörülmektedir (FAO, 2022).

Akuatik su ürünleri küresel üretiminin 1990'lardan günümüze kadarlık kısmında avcılık yoluyla elde edilen miktarı (90 milyon ton) stabil kalmıştır. Ancak 1990'da 21,8 milyon tonluk su ürünleri yetiştiricilik üretimi 2020 yılına gelindiğinde 87,5 milyon ton olduğu görülmektedir. Dünyada toplam su ürünleri üretiminin **toplam 406 milyar ABD doları** satış değeri olduğu öngörülmektedir. Bu değerin yaklaşık %30 u avcılıktan ve %70 i su ürünleri yetiştiriciliğinden sağlanmaktadır (Anonim, 2022). 2020 verilerine göre su ürünleri yetiştiriciliği ve balıkçılık sektöründe 58 milyon insan çalışmakta ve bu iş gücünün %21 ini kadınlar oluşturmaktadır (FAO, 2022).

Su ürünlerinin ihracatı 1990'lar dan 2020 yılına gelene kadar ihracat gelirlerinin parasal değeri Amerikan doları bazında 3 katı değer artışı sağlamıştır. Akuatik canlıların 2020 yılı içinde, toplam % 89' u insanlar tarafından gıda olarak kullanılmıştır (FAO, 2022). Artan talep ve nüfusun gelecek yıllarda hayvansal protein ihtiyacını karşılayacak alternatif olan gıda sektörünün su ürünleri yetiştiriciliği kısmıdır. Su ürünleri yetiştiriciliği, özellikle azalan yabani balıkçılık stokları nedeniyle, son yıllarda üretimi

artırmada etkileyici bir şekilde başarılı olmuştur. Bu gelişme kar ve gelir sağlamakla birlikte, aynı zamanda çeşitli çevresel etkilere (Holmer ve ark., 2008) ve gıda güvenliği risklerine (Tacon ve Metian, 2008) yol açabilmektedir.

Dünya artan nüfusun besinsel ihtiyacını karşılamaya çalışırken diğer yandan ekosistemin bozulmasını en aza indirmenin çarelerini araştırmak gibi bir ikilemin içerisine girmektedir. 90 larda ortaya çıkan bu yollardan biri olan organik tarım veya ekolojik tarım kavramı karşımıza çıkmaktadır. **Organik tarım**; toprak, bitki, hayvan, insan ve yaşadığımız gezegenin sağlığını bir bütün olarak sürdürülmesi ve geliştirmesi olarak tanımlanabilir (Gould ve ark., 2019). Buna bağlı olarak otokontrol, hayvan refahı, ürünlerin niteliksel olarak yükseltilmesi ve katma değer, izlenebilirlik, çevre dostu uygulamalar, eko etiketleme ve tüketici kabulü konuları ön plana çıkmış (Perdikaris ve Paschos, 2010) ve organik su ürünleri yetiştiriciliğinin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Organik tarımın kollarından biri olan “**Organik Su Ürünleri**”, doğal yaşama koşulları altında, hiçbir sentetik ya da doğal koruyucu katkı maddesi ilavesi olmayan ve genetiği değiştirilmemiş, organik su ürünleri yetiştiriciliği standartlarına göre yetiştirilmiş, tamamı doğal hammaddelerden hazırlanmış yemlerle beslenen ve yetkilendirilmiş bir sertifikasyon kuruluşun sertifikalandırdığı sucul canlılar “Organik balık” olarak tanımlanmıştır (Ötles ve ark., 2010). **Organik su ürünleri yetiştiriciliği** (aquakültür) ise; tatlı ve tuzlu sularda, havuz, tank, her türlü ağ kafeslerde, baraj, göl, gölet, dalyan ve çiftliklerde organik tarım metoduyla yetiştirilen balık, su bitkisi, sünger, yumuşakça, kabuklu, memeli türleri gibi sucul canlılar bunlardan elde edilen ürünlerden, insan gıdası, stok takviyesi, hammaddesini tarımdan alan sanayilere organik hammadde temini, sportif, tıbbi ve bilimsel amaçlarla, her aşaması Organik Tarım ile ilgili Yönetmeliğin ilgili maddelerine göre bir kontrol ve sertifikasyon kuruluşunun denetim işlemlerinden geçirilen, sertifikalandırılıp ve etiketlenen üretim modeli olarak tanımlanmaktadır (Ötles ve ark., 2010). En erken standart 1994 yılında Avusturya'da sazan balığı

(*Cyprinus carpio*) için oluşturulmuştur. Organik su ürünleri yetiştiriciliği standartları ilk olarak uluslararası alanda faaliyet gösteren organik tarım için bir belgelendirme kuruluşu (CB) olan Naturland derneği tarafından geliştirilmiştir. Organik su ürünleri yetiştiriciliği için ilk ulusal genel standartlar, 2000 yılında Fransa ve Birleşik Krallık tarafından oluşturulmuştur (Bergleiter ve ark., 2009). Daha sonra, geleneksel üretimdeki geliştirme araçlarına bir alternatif geliştirmek için özel olarak organik su ürünleri üretimine yönelik yönergeler geliştirilmiştir (KRAV, 2001; NASAA, 2001; Naturland, 2002). On yıl sonra, Uluslararası Organik Tarım Hareketleri Federasyonu (IFOAM), 2005 yılında Genel Kurul tarafından organik su ürünleri yetiştiriciliği standardının son halini onayladı (Auld 2014). 2007 yılında ise Avrupa Birliği organik su ürünleri düzenlemelerini başlatmış, bu düzenlemeler 2008 ve 2009'da yenilenmiştir (IFOAM EU Group 2010). Bunun dışında, Dünya genelinde farklı ülkelerde 80'in üzerinde farklı organik su ürünleri yetiştiriciliği standardı geliştirilerek (Bergleiter ve ark. 2009), Su Ürünleri Sorumlu Uygulamaları ve Sertifikasyon Rehberi taslağı hazırlanmıştır (IUCN, 2009). Organik su ürünleri üretimine yönelik düzenlemeler de Avrupa, Amerika Birleşik Devletleri, Avustralya, Çin ve Kanada'daki çeşitli kuruluşlar tarafından geliştirilmiştir. Bugüne kadar, 18'i Avrupa Birliği (AB) ülkelerinde olmak üzere yaklaşık 80 farklı organik su ürünleri standardı mevcuttur (Bergleiter ve ark., 2009). Ülkeden ülkeye, onaylayıcıdan onaylayıcıya ve türden türe önemli ölçüde farklılık gösterirler.

Organik su ürünleri yetiştiriciliği, Dünyadaki toplam su ürünleri yetiştiriciliği üretiminin sadece %1,12'sini temsil etmekte ve toplam Su ürünleri üretiminin %0,20'sini karşılamaktadır. En yüksek organik su ürünleri yetiştiricilik üretim miktarı % 56 ile Avrupa birliği ülkeleri geriye kalanın yaklaşık Asya kıtasından Çin tek başına gelmektedir (Tablo 1) (Willer ve ark. 2020). Dünya genelinde, sertifikalı organik su ürünleri üretiminin 2000 yılında 5000 tondan 2030 yılına kadar 1.2 milyon tona çıkarak 60 kat artması bekleniyor bu tahmin edilen değer

toplam su ürünleri üretiminin %0.6'sına denk geleceği hesaplanmaktadır (Tacon ve Brister, 2002). Türkiye şu an 14. sırada bulunmaktadır.

**Tablo 1.** Dünyada 2018 yılı Organik Üretim Yapan Başlıca Ülkeler

Sıra	Ülkeler	Organik Su Ürünleri Üretim Miktarı (Ton)
1	Çin	71.667
2	İrlanda	27.264
3	Norveç	16.696
4	Romanya	10.756
5	İtalya	9.608
6	Almanya	6.596
7	İspanya	6.333
8	Macaristan	3.240
9	Danimarka	2.966
10	Bulgaristan	2.000
11	Yunanistan	1.452
14	Türkiye	559
	<b>Genel Toplam</b>	<b>162.878</b>

Kaynak: (Willer ve ark. 2020).

Araştırmacılar ve endüstri tarafından ancak yakın zamanda ilgi görmeye başlayan organik su ürünleri yetiştiriciliğinin tanınırlığı, organik tarım ürünlerinin popüler olması ile başlamıştır (Perdikaris ve Paschos 2010; Censkowsky ve Altena 2013). Bununla beraber, aradaki fark 15 yılı bulmaktadır. 1995 gibi erken bir tarihte, ilk sertifikalı organik sazan balığı, Almanya merkezli Naturland ajansı tarafından onaylanmıştır (Potts ve ark., 2016).

Naturland organik tarım uygulama standartları, çiftçiler ve tüketiciler arasında geniş bir kabul görmüş olan büyük bir sertifika ajansı olması sebebiyle organik su ürünleri yetiştiriciliği için uygun standartları sağlamada zorlanmamıştır. Bu gelişmelerden on yıl sonra, Uluslararası Organik Tarım Hareketleri Federasyonu (IFOAM), 2005 yılında Genel Kurul tarafından organik su ürünleri yetiştiriciliği standardının son şeklini onayladı (Auld, 2014). Bu nedenle, Avrupa Birliği 2007'de organik su ürünleri düzenlemelerini başlatmış,

bu düzenlemeler 2008 ve 2009'da yenilenmiştir (IFOAM EU Group 2010). Bu gelişmeler olurken, dünya genelinde farklı ülkelerde 80'in üzerinde çeşitli organik su ürünleri yetiştiriciliği standardı düzenlenmiştir (Bergleiter ve ark. 2009). Organik su ürünleri kültürünün daha fazla gelişmesi ve dünya genelinde geçerli olacak standartlarının geliştirilmesi ile sağlanacaktır. Dünya genelinde organik su ürünleri yetiştiricilik yoluyla elde edilen başlıca tür dağılımları ve üretim miktarları Tablo 2 de verilmiştir. Dünya organik su ürünleri üretiminin yaklaşık %73'ü (118.461 Ton) için tür kategorisine göre dağılım mevcut değildir.

**Tablo 2:** Dünya Genelinde Organik Su Ürünleri Yetiştiricilik Yapılan Türler

Sıra	Aquatik Türler	Üretim Miktarı %	Üretim Yüzdesi %
1	Midye Türleri	18.313	11,24
2	Somon Türleri	15.496	9,51
3	Sazan Türleri	4.874	2,99
4	Alabalık Türleri	2.193	1,35
5	Mersin Türleri	1.756	1,08
6	Aquatik Bitkiler	722	0,44
7	Çipura	474	0,29
8	Karides Türleri	421	0,26
9	İstiridye Türleri	56	0,03
10	Diğerleri (Detay yok)	118.461	72,73
	<b>Genel Toplam</b>	<b>162.878</b>	<b>100</b>

Kaynak: (Willer ve ark. 2020).

Son otuz yıldır, ülkemiz insanları arasında yaşam standardındaki artışa paralel olarak insan sağlığı ve çevre koruma bilinci artmaktadır. Bu organik gıdalara daha fazla talep oluşmaktadır. Sonuç olarak, organik su ürünleri sektörü Türkiye yerel pazarlarında güçlü bir büyüme göstermeye başlamıştır. Bu derleme, Dünya ve Türkiye organik su ürünleri yetiştiriciliği sektöründeki durumu gözden geçirmeyi ve organik yetiştiricilikte karşılaşılan zorlukları belirtmeyi amaçlamaktadır. Türkiye'de geleneksel ve organik su ürünleri sektörüne genel durumunu belirtmektedir. Organik su ürünleri yetiştiriciliğine geçişlerin sağlanması, geliştirilmesi, tesislerin yönetimi ve organik standart ve



sertifikasyonu gibi önemli konuların global bir bakış açısıyla ele almaktadır. Son olarak, bu bölüm, organik su ürünleri yetiştiriciliğinin gelecekteki gelişim için sonuçlar ve tavsiyeler sunmaktadır.

## 2.TÜRKİYE’DE SU ÜRÜNLERİ ÜRETİMİNE GENEL BAKIŞ

Dünyada son 50 yıldır artış gösteren su ürünleri üretimi ülkemizde ilk yıllarında avcılık ile gerçekleştirilirken sektörün son 30 yıldır tüm paydaşları ile Lisans eğitimi, üretim tesisleri, işleme fabrikaları ve ticareti ile üretim artmaya başlamıştır. 2021 yılı içerisinde ülkemiz 471.686 tonu yetiştiricilikten olmak üzere toplam üretim avcılık ile 799.844 tona ulaşmıştır. Avcılık miktarları 40 yıl önce 700.000 tondan günümüzde 300.000 tona kadar düşüşler göstermiştir (TUİK, 2022). Bunun nedenleri; artan av baskısı, avlanma mevzuatında alınan yanlış kararlar ve aşırı artan avcılık filosu avcılık miktarında kayıplara neden olmuştur. Su ürünleri yetiştiricilik üretimi ilk kez istatistiki olarak 1986 yılında 3075 ton ile kaydedilmiştir (TUİK, 2022).

Türkiye su ürünleri yetiştiriciliğinde en öne çıkan yetiştiricilik türlerinin Çipura, Levrek ve Gökkuşluğu Alabalığıdır. İhracat rakamları 1 milyar doları geçmiş ve 1,5 milyar dolar olarak 2023 hedefi yeniden belirlenmiştir. Çipura ve Levrekte Avrupa ülkeleri içerisinde üretim miktarında birinci durumundadır. Son yıllarda üretimi Dünya çapında gelişen ve **Türk somonu** (2-4 kg ağırlığında, balık eti renk kartı *Salmo*Fan değeri 27 ve üzeri Gökkuşluğu Alabalığı) diye markalaşması sağlanarak 2022 yılında ilk 10 aylık ihracat değeri 300 milyon ABD dolarını geçmiştir. **Türk somonu** ilerleyen yıllarda ihracat hedefi işlenmiş ve taze olarak beş yıl içerisinde **1 milyar ABD doları** bulmayı hedeflemektedir (Yeşilayer, 2022).

Türkiye’de organik tarım ilk olarak 1984 yılında yabancı alıcıların talepleri ile başlamıştır. Türkiye’de organik üretimi başlatan önemli nedenlerden birisi geleneksel ürünlerin Avrupa organik pazarında talep edilmesi olmuştur. Organik olarak yetiştirilen ilk ürünler kuru incir ve üzumdür. Ürün yelpazesi

daha sonraki yıllarda kuru kayısı, fındık ve pamukla genişlemiştir. İlk resmi organik tarım hareketi 1992 yılında Ekolojik Tarım Organizasyonu Derneği'nin kurulmasıyla başlamıştır. (Aksoy ve ark., 2007). Günümüzde Türkiye'de 35 tane Kontrol ve Sertifikasyon kuruluşu mevcuttur (Anonim, 2023a).

Dünyada organik tarım için en iyi örnek; Çin organik tarımıdır. 1980'lerin sonlarında, çoğunlukla reform politikaları ve ekonomik çıkarların teşvikiyle ortaya çıkmış, 1990 yılı, Çin'in yeni gelişen sertifikalı organik endüstrisinin doğuşuna tanık olmuştur. Hollandalı sertifikasyon kuruluşu SKAL tarafından onaylanan ve Hollanda'ya gönderilen yeşil çay, Çin'in ilk sertifikalı organik ihracatıydı (Zong, 2002). Ekim 1994'te, organik ürünlerin ulusal sertifikasyonu ve etiketlenmesinden sorumlu olmak ve Çin'de organik tarımı teşvik etmek için Devlet Çevre Koruma İdaresinin (SEPA) Organik Gıda Geliştirme Merkezi (OFDC) kurulmuştur.

Türkiye'de ilk olarak organik su ürünleri üretimi için çalışmalar Rize'de 2003 yılında, Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü tarafından başlatılmıştır. Tüm Rize'de yapılan bir çalışmada su kaynaklarının tarımsal kaynaklı nitrat kirliliği araştırılmıştır. Uzmanlar kimyasal ilaçların ve tarımsal faaliyetlerin sulara olan etkilerini 3 yıl boyunca titizlikle incelemişlerdir. 2006 yılının Kasım ayında ilk defa Rize'de organik balık üretimi amacı ile proje başlatılmıştır (Arslan ve Akhan, 2018). Çekiç (2011)'in bildirdiğine göre Rize'de 2010 yılında 6 firma organik balık üretimi için girişimde bulunmuş ve bir firma organik ürün sertifikası almıştır. Proje kapsamında ayrıca ilk olarak organik yem üretimi gerçekleştirilmiştir (Arslan ve Akhan, 2018). Bu işletmelerin proje kapasitelerinin belli bir kısmı gökkuşuğu alabalığı ve Karadeniz alabalığı (*Salmo trutta labrax*) olmak üzere toplamda 456 ton/yıl olarak bildirilmiştir. Ancak 2013 yılı itibariyle Rize ilinde organik alabalık üretimine devam eden işletme sayısı 3'e düşmüştür. Üreticilerle yapılan görüşmelerde pazar belirsizliği, organik yem fiyatlarının %25-30 daha pahalı olması, sertifikasyon

ücretleri, stok yoğunluğunun düşük olması gibi maliyeti artırıcı unsurlar üretimin önündeki en önemli dezavantajlar olarak belirtilmiştir (Çavdar ve Aydın, 2013). 2013 yılında ise Muğla'da başlatılan organik çipura-levrek üretimi çalışması yapılmıştır. 2014 yılında organik yavru üretimiyle başlanmış ve söz konusu girişim sonucu, Türkiye'de 2015 yılında 317,2 ton organik çipura (%56,7) ve 241,8 ton organik levrek (%43,25) olmak üzere toplam 559 ton üretim yapılmış ve pazara sunulmuştur (Anonim, 2016; Çördük, 2016). 2016 yılında da ise işletmelerin proje kapasiteleri artış göstererek 471 ton/yıl olarak güncellenmiş ve Rize'de 161 ton/yıl organik alabalık üretildiği bildirilmiştir (Kaya ve Şahin, 2016). 2013-2015 yılları arasında devlet istatistiklerinde Rize ve çevresinde organik üretim verilerine rastlanılmamıştır (Arslan ve Akhan 2018).

Hatay ilinde yapılan bir başka çalışmada, 11 adet alabalık çiftliğinde yapılan anketlerin sonuçlarına göre, 2 tane çiftliğin organik alabalık yetiştiriciliğine uygun olabileceği görülmüştür. Ayrıca bu incelenen çiftliklerin pazarlama sorununun olmadığı belirtilmiştir (Hasbek, 2011). Tokat ili Almus baraj gölünde yapılan ağ kafeslerde konvansiyonel olarak yapılan 5000 tonluk Gökkuşluğu alabalığı yetiştiriciliğinin organik su ürünleri üretimine dönüştürülmesi için mevcut tesislerde yürütülen anket çalışmalarında üreticilerin organik yetiştiriciliğe olumlu yaklaştıkları görülmüştür (Yeşilayer ve Yeşilayer 2019).

### **3. ORGANİK SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ UYGULAMALARI VE ZORLUKLARI**

Su ürünleri yetiştiriciliği, aile gelirini iyileştirmesi, istihdam olanaklarını artırması, gıda temini ve güvenliği sorunlarını en aza indirmesi kırsal ve kentsel alanlarda büyüme gerçekleştirebilir (Akinrotimi ve ark., 2009). Bu durum, doğal kaynaklara bağımlılığı ve bunlara daha fazla talepte bulunma potansiyeli, su ürünleri yetiştiriciliğini üretim sektörleri ve faaliyetleri ile doğrudan

rekabete ve olası çatışmaya içine çekebilir (NACA/FAO, 2001). Su ürünleri yetiştiriciliğinin çevre ve gıda güvenliği üzerindeki etkilerinin olduğunu birçok çalışmada belirtilmiştir (De Silva, 2012).

Organik su ürünleri yetiştiriciliği; kapalı devre su ürünleri sistemleri (RAS) dahil olmak üzere farklı yetiştiricilik sistemlerinde yapılabilmektedir (Angel ve ark. 2019). RAS, “doğal olmaması” sebebiyle organik yetiştiricilik standartlarını yerine getirmemiş olsa da RAS sisteminde uygun balık stoklama yoğunluğu, hayvan refahı açısından çoğu balığa doğal ortam sağladığı için organik üretim olarak kabul görebilir (Meisch ve Stark 2019). Naturland'a (2020) göre, organik su ürünleri yetiştiriciliğinde diğer bileşenlerin (ör. balık, pirinç, sebze) entegrasyonuna izin veren kapsamlı tarım tercih edilmektedir. Organik balık üretiminde ise monokültüre izin verilmektedir (Censkowsky ve Altena 2013); bununla birlikte, ekosistemlerdeki alan ve besin ağının verimli kullanımı durumlarında polikültüre izin verilebilir (IFOAM EU Group, 2010; Mente ve ark. 2011; Xie ve ark. 2013). Su ürünleri yetiştiriciliğinde polikültür yoluyla elde edilebilecek tür çeşitlendirmesi de önerilmektedir (Naturland, 2020).

Organik su ürünleri yetiştirmedeki temel ilkelere zorluklar bütünsel bir yapı oluştururlar. Su ürünleri yetiştiriciliği uygulamasının ana yönleri, örneğin, bölgenin konumu ve tasarımı, yetiştirme, besleme, türlerin sağlığı ve refahı ve ürün işleme ve kalitesi, tek başına değil, birbiriyle bağlantılı olarak ortaya çıkar ve bu nedenle aynı anda birden fazla ilkeyi etkiler.

Dünya genelinde çeşitli balık ve aquatik canlı yetiştiren üreticiler geleneksel su ürünleri yetiştiriciliğinden çeşitli sebeplerden dolayı organik Su Ürünleri yetiştiriciliğine geçişlerinde farklı konu başlıklarında güçlükler ve çözüm yolları Tablo 3 de verilmiştir.

**Tablo 3:** Geleneksel Kültürden Organik Kültüre Geçişte Karşılaşılan Temel Zorluklar.

Özellik	Organik Su Ürünleri Yetiştiriciliğindeki Zorluklar
Yetiştirilen Tür	Egzotik türler olumsuz ekolojik etkilere sahip olabileceğinden yerel türler tercih edilir.
Yetiştiricilik Sistemi	Monokültüre izin verilir, ancak polikültürde önerilir
Yetiştiricilik Yoğunluğu	Ekstansif yetiştiricilik önerilir, entansif yetiştiricilik tavsiye edilmez
Kuluçkahane Yönetimi	Antibiyotik ve hormon kullanımı yasaktır.
Balık Stoğu	Taşıma kapasitelerini aşmamak kaydıyla, maksimum stoklama yoğunlukları: somon ve tropikal tatlı su balıkları 10 kg/m <sup>3</sup> , karides 15 postlarva/m <sup>2</sup>
Gübreleme	Sentetik gübre kullanmak uyuşmamaktadır.
Besleme	Belirli yem katkı maddelerinin uygulanmasına izin verilmez
Hastalıkların Tedavisi	Antibiyotikler ve kemoterapötik tedavilere izin verilmez
Üretim Miktarı	Yıllık sazan ve karides verimi sırasıyla 1500 kg/da ve 1600 kg/ha'yı geçmemelidir.
Sertifikasyon	Küçük ölçekli üreticiler için sertifikasyon maliyeti yüksektir

Kaynak: (IFOAM EU Group, 2010; Censkowsky ve Altena, 2013; Stanciu ve ark., 2015; Naturland 2020).

### 3.1. Doğal Çevre ve Su kaynaklarının Kirletilmesi

Organik su ürünleri yetiştiriciliği; havuzlar, tanklar, göletler, ağ kafesler, kanallar dahil olmak üzere farklı yetiştiricilik sistemlerinde yapılabilmektedir

(Angel ve ark. 2019). Organik su ürünleri yetiştiriciliğinde karşılaşılan en tartışmalı konulardan biri, suyun organik sistemlerde yeniden sirkülasyonu veya yeniden kullanımı ile ilgili oluşmaktadır. Dünya genelindeki ekoloji ilkeleri ile ilgili olarak, tüm paydaşların düşünmesi gereken avantajlar ve dezavantajlar mevcuttur. Dünya genelinde suyun sorumlu kullanımı, tüm üretim sistemi için giderek daha kritik bir konu haline gelmektedir. Suyu yeniden kullanan geleneksel yetiştiricilik sistemlerin çoğunda RAS yetiştirme sistemleri kullanılır. Bu sistemler çeşitli açılardan ekolojik avantajlar sunar: RAS, diğer sistemlere kıyasla nispeten daha düşük su tüketimine sahiptir ve suyu dezenfekte etmek ve temizlemek daha kolaydır. İlke doğrultusunda, üretim sisteminin doğa ile bütünleşmesi ve çevresel etkisi, faaliyetin hemen hemen her ana yönüyle ilgili olarak büyük önem taşımaktadır. Özellikle karnivor türler olmak üzere üretimdeki türlerin beslenmesi, organik su ürünleri yetiştiriciliği için devam eden zorluklar içermeye devam etmektedir.

Çevre bağlamında, karnivor türler şimdiye kadar önemli oranlarda yemlerini balıklara ve/veya balıkçılıktan elde edilen balık unu ve türevlerinden sağlamaktadır. Su ürünleri yetiştiriciliği operasyonlarında balıkları beslemek için yakalanan yabancı balık stoklarının tükenmesi, denizlerdeki doğal besin zincirlerini bozarak doğal ortamda onları avlayan türlerin hayatta kalmasını güçleştirmektedir. İnsanların tüketimi için avlanan balıkların artıklarından elde edilen balık unu, yaygın olarak kullanılan bir kaynaktır, fakat durum yetiştirilen türlerin besinini sağlamak için miktar ve/veya kalite açısından yeterli bir çözüm olmayacaktır. Ayrıca, organik balıkçılık standartları, pazarda organik ürün olarak yetiştirilen balıkların, tanım gereği yabancı balıkçılık kaynaklarının olmadığı organik yemlerle beslenmesini gerektirir. Organik su ürünleri sektörü, bu ürünleri balık yemi rasyonlarının hammaddesi olarak kullanmak için böceklerin veya mikro alglerin yetiştirilmesi gibi diğer protein kaynaklarının teşvik edilmesi için teşvik edilmektedir. RAS, suyu geri dönüştürme ve atık su ile besin maddelerini verimli bir şekilde kullanma oranını artırmaktadır. Su

ürünleri yetiştiricilik sistemlerinde su tasarrufu sağlayan ve kirliliği önleyen sistemler geliştirmek mümkündür; bu konudaki sonucun çoğu, iyi yönetim uygulamalarına bağlıdır RAS'ın. En büyük dezavantajı, enerji kullanımının çok yüksek olmasıdır; bu, özellikle yenilenemeyen veya sera gazı yayan kaynaklardan elde edildiğinde veya başka bir şekilde çevre veya gıda arzı üzerinde olumsuz etkiye sahip bir özelliktir.

Organik su ürünleri yetiştiriciliği, yalnızca doğal bir ortama bulunuyorsa, çevresel olarak entegre bir devridaim sistemini içerebilir. Rutin olarak oksijen gibi dış girdilere bel bağlamaz, yetiştirilen türlerin hayatlarının büyük bölümünü açık hava tesislerinde geçirmelerine olanak tanır ve tercihen yenilenebilir enerji kullanır. (IFOAM, 2017).

Organik tarım geleneksel tarıma kıyasla toprak verimliliğini, su kalitesini, besin yönetimini iyileştirdiği ve fosil enerjisini azalttığını göstermiştir (Mäder ve ark., 2002; Pimentel ve ark., 2005). Örneğin, organik tarımın gübrede %34 ve enerji kullanımında ise %53 ve pestisit kullanımında %97 düşüş görülmüştür (Mäder ve ark., 2002). Organik tarımda azalan gübre ve pestisit uygulamaları, çevresel sorunlardan kaynaklı etkileri azaltmakta ve bu da çevre şartlarını düzelmektedir (Pimentel ve ark., 2005; Meier ve ark., 2015). Organik tarımda birim arazi alanı başına sera gazı (GHG) emisyonları, geleneksel tarıma kıyasla daha düşük bulunmuştur (Skinner ve ark., 2014; Meier ve ark., 2015). Organik su ürünleri yetiştiriciliği için de benzer faydalar gösterilmiştir. Örneğin, Vietnam'da mangrov-karides çiftlikleri organik su ürünleri yetiştiriciliği, sertifikalı olmayan çiftliklerle karşılaştırıldığında azaltılmış sera gazı emisyonları görülmüştür (Jonell ve Henriksson, 2015).

Mangrov ormanları, erozyonun önlenmesi, sel kontrolü, kıyı suyu kalitesinin iyileştirilmesi ve üreme gibi denizel organizmaların yaşamı için kritik habitatlardır (Walters ve ark., 2008). Çin'de su ürünleri yetiştirme çiftliklerinin belirli bir ekonomik çıkar sağlaması nedeniyle, yüzbinlerce hektar mangrov ve

kıyı sulak alanları balık ve genellikle karides havuzlarına dönüştürülmüştür. 1950'den 1998'e kadar, mangrov ormanı alanı %73 oranında azalmıştır (Chen, 2006). Mangrovların kaybı, azalan su ürünleri üretimi ve artan hastalık salgınları (Páaez-Osuna, 2001) ile ilişkili olduğu görülmüştür.

Almanya'daki organik sazan yetiştiriciliği, geleneksel tarıma göre daha yüksek ötrofikasyona ve asitlenmeye sebep olmuştur (Biermann ve Geist 2019). Kabul edilen organik su ürünleri standartlarının büyük ölçüde geliştirilmiş uyumu ve üreticiler, pazar faktörleri ve tüketiciler arasında güçlendirilmiş koordinasyonun organik su ürünleri yetiştiriciliğinin daha fazla büyümesini sağlamaya yardımcı olabileceği açıktır (Mente ve ark., 2011).

### **3.2. Azot, Fosfor ve Diğer Kirleticilerin Drenajı**

Geleneksel ve organik su ürünleri yetiştiriciliğinde yenmemiş yemler sucul ortamda kalmaktadır (Cui ve ark., 2005). Genel olarak, deniz balıkları yetiştiricilik sistemine yem olarak giren fosforun yaklaşık %85'i, nitrojenin %52-95'i ve karbonun %80-88'i yem israfı, balık dışkı, dışkı üretimi ve solunum yoluyla çevreye geçmektedir (Wu, 1995). Üretim döneminde çevredeki sulara çok fazla atık su boşaltılması sonucunda, bu da su içerisinde anoksik tortuların oluşmasına, bentik topluluklarda değişikliklere ve iç nehirlerin, göllerin ve kıyı sularının ötrofikasyonuna neden olabileceğine dikkat çekmişlerdir (Kautsky ve ark., 2000).

### **3.3. Türlerin Seçimi, Kaçışlar, Hastalık Transferi,**

Organik su ürünleri yetiştiriciliğinde yerel türlerin yetiştirilmesi tercih edilmektedir. Farklı su ortamlarında yaşayan yabancı egzotik türlerin tercih edilmemesi standartı mevcuttur. Böyle yer değiştirmiş türlerin, yerli yabani popülasyonları yayıp zarar verici egzotik hastalıklar taşıyabileceği ve çiftlik hayvanlarının yine yabani stokların zararına olacak şekilde kaçıp yerleşik hale gelebileceği yaygın olarak tartışılmaktadır. Su ürünleri yetiştiriciliği



operasyonlarından kaçan hayvanların sayısı hakkında çok az araştırma mevcuttur (Cao ve ark., 2007). Penczak ve ark. (1982), kafeste yetiştirilen gökkuşuğu alabalığının yaklaşık %5'inin her yıl kaçtığını tahmin etmektedir. Faroe adasında okyanusta yapılan balıkçılık araştırmalarının sonuçlarına göre, çiftlikte yetiştirilen somon stoklarından her yıl tahminen 2 milyon çiftlik somonu Kuzey Atlantik'e önemli ölçüde kaçmış olduğu tespit edilmiştir (Naylor ve ark., 2005). Dünyada en çok yetiştirilen Çin sazanelerinden dördü (*C. idella*, *H. nobilis*, *H. molitrix* ve *Mylopharyngodon piceus*), Amerika Birleşik Devletleri'ndeki doğal nehir sistemlerinde büyük ölçüde su ürünleri yetiştiriciliğinden kaçışlar yoluyla yerleşmiştir (Nico ve Williams, 1996). Ot sazani *Ctenopharyngodon idella*, su ürünleri yetiştiriciliği ve atık su arıtma tesislerinin çökertme havuzlarını temiz tutmasına yardımcı olmak için ilk olarak Güneydoğu Asya'dan ABD'ne ithal edilmiştir.

Balık kaçakları, patojenlerin yayılmasına ve ekosistemin dengesinin bozulmasına neden olabilir. 1993 yılında ortaya çıkan ciddi bir karides hastalığına virüs bulaşmış çok sayıda kuruma karides'in güney Çin'den kuzey Çin'e taşınması neden olmuştur. Ülkelerden veya bölgelerden risk analizi ve uygun karantina olmadan canlı sokulması hastalık salgınlarına ve ağır ekonomik kayıplara yol açmaktadır (Xie ve ark., 2013).

### **3.4. Gıda Güvenliği, Antibiyotik ve Diğer İlaçların Kullanımı ve Sertifikasyon Sorunları**

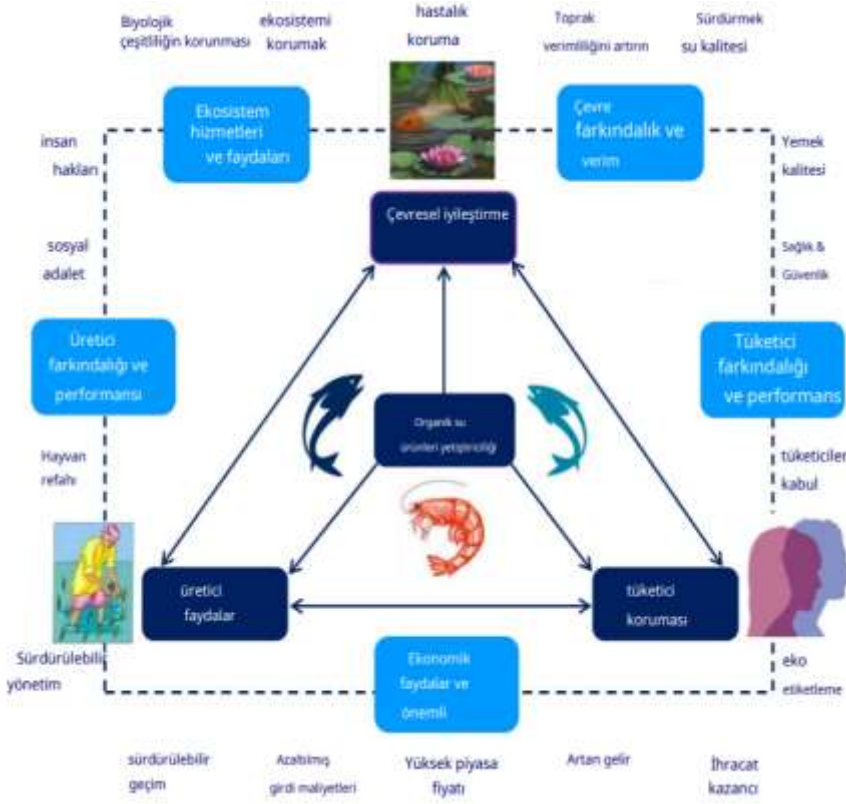
Su ürünleri yetiştiriciliği ve işleme süreçlerindeki hatalı uygulamalar, gıda güvenliği için potansiyel bir risk taşımaktadır (Tacon ve Metian, 2008). Yetiştiricilik ürünleri, balık yemi ve tarımda kullanılan organik organizmalardan gelen ağır metalleri biyolojik birikim yoluyla biriktirebilir ve bu da gıda güvenliği sorununa yol açabilir. Çiftlik balıklarındaki insan kaynaklı kontaminantların bazı örnekleri şunlardır: pestisitler, polibromlu bifenol eterler

(PBDE) ve somondaki poliklorlu bifenoller (PCB'ler) (Hayward ve ark., 2007; Montory ve Barra, 2006), yayın balığındaki PBDE ve dioksin (Minh ve ark., 2006), kalkan *Psetta maxima*'daki dioksin ve PCB'ler (Blanco ve ark., 2007), levrek *Dicentrarchus labrax* L.'deki PCB'ler (Carubelli ve ark., 2007) ve araştırılan tüm balıklarda PCB'ler (Pinto ve ark., 2008). Bu balıkların tüketimi kanser riskini artırabilir (Dewailly ve ark., 2007).

Özellikle balık ve karideste yasaklanmış antibiyotik kalıntılarının varlığı ve sucul yemlerde görülen melamin gibi ürünler nedeniyle ithalatçı ülkeler tarafından yapılan yaygın geri dönüşler sonra, Çin'den gelen su ürünlerinin güvenliği konusunda artan endişeler mevcuttur (FDA, 2008). Avrupa Birliği, yasaklanan kloramfenikolün ithal edilen karideslerde kalıntı bıraktığını tespit ettikten sonra Çin den karides ithalatını yasakladı. FDA, Haziran 2007'de çeşitli antibiyotiklerle kontamine olduğunun belirlenmesinin ardından Çin'den 5 tür çiftlik balığının ithalatını yasaklamıştır (FDA, 2007).

Organik su ürünleri yetiştiriciliğinin, üreticiye faydalarını ve tüketicinin korunmasını ve çevre koşullarının iyileştirilmesi için organik su ürünleri yetiştiriciliği standartlarının geliştirilmesine özen gösterilmelidir (Şekil 1).

Örneğin somon yetiştiriciliğinde, denizlerdeki su eko-toksisitesi, ötrofikasyon ve asitlenme ile ilgili çevresel etkileri iyileştirememiştir (Pelletier ve Tyedmers 2007). Almanya'daki organik sazan yetiştiriciliği, geleneksel tarıma göre daha yüksek ötrofikasyona ve asitlenmeye veya karides yetiştiriciliği için mangrov ormanlarının yok olmasına yol açabilmektedir (Biermann ve Geist 2019).



**Şekil 1.** Organik Su Ürünleri Yetiştiriciliği Birbiriyle Bağlantılı Üç Fayda Sağlar: (1) Üreticiler, (2) Tüketiciler (3) Çevre (Ahmed ve ark., 2020).

Antibiyotiklerin aşırı kullanımı, vücutta çok fazla antibiyotik kalıntısına neden olur. Yetiştiricilik ürünleri ve çevredeki sucul ortam, yalnızca yetiştiricilik ürünlerinin bağımsızlığının azalmasına değil, aynı zamanda tüketicilerin hastalık direncinin azalmasına ve hastalığı bulaştırma olasılığının artmasına da yol açmaktadır. Nitrofuran, florokinolon, kloram fenikol, gentian violet, malajit yeşili, melamin vb. gibi çoğu antibiyotik kullanımını Çin'de su ürünleri yetiştiriciliğinde yasaklanmıştır (Xie ve ark., 2013). Organik su ürünleri yetiştiriciliği standardı ile uyumlu olarak, konvansiyonel ilaçların kullanımı, yalnızca önleyici tedbirler ve doğal ilaç tedavisinin etkili olmadığı durumlarda kullanılır. Konvansiyonel yöntemle yapılan tedavi sırasında hasta sucul

organizmaları izole edilecektir. Geleneksel tıp tedavisi gören suçul organizmalar, ancak kullanılan ilaçların vücutta kalıntı süresi, ilgili ilacın üreticisi veya yetkililer tarafından gerekli görüldüğü şekilde bekleme süresi iki katına çıkarıldıktan sonra organik ürün olarak satılabilir. Belli bir hastalık riski varsa ve bölgede var olduğu bilinen diğer mücadele teknikleriyle hastalıklar kontrol edilemiyorsa aşılama izin verilir. Mevzuatlar uyarınca zorunlu olmaları halinde aşılama da izin verilir. Ancak, genetiği değiştirilmiş aşılar yasaktır. Hastalık kontrolü için, diğer su kültürü sistemlerinden gelen su organizmalarının organik alanlara girmesini ve organik olarak yetiştirilen su organizmalarını yakalamasını önlemek için etkili önlemler alınmalıdır (Xie ve ark., 2013).

### **3.5 Organik Su Ürünleri Yetiştiriciliğine Geçiş Süreleri**

Organik yetiştiriciliğe geçişteki birinci derecede zorunlu olan geçiş süreleridir. Bu durum Dünyada ve Türkiye’de organik tarım yönetmeliklerinin standartları içerisinde yetiştiricilik tesisinin durumlarına göre 24 ay ile 3 ay arasında değişmektedir. Yetiştiricini bu süreler zarfında büyük üretim kayıpları ortaya çıkması bir dezavantaj yaratmaktadır. Organik su kültürü standardı kapsamında sertifika almaya hak kazanmak için tanıtılan tüm su organizmaları, üretim yaşam döngüsünün en az son üçte ikisinde daha sonra yönetilmelidir. Organik su ürünleri yetiştiriciliğinin su kalitesi, dünyadaki ulusal balıkçılık üretim su kalitesi standartlarını mutlaka karşılamalı ve gerekirse izlenmelidir (Xie ve ark., 2013).

Mevcut organik olmayan stokların, organik yetiştirme için kullanılmadan veya organik ürün olarak satılmadan en az 3 ay önce ve yaşam döngüsünün en az 3 te 2 sine denk gelen sürede büyüme göstermesi ve üremeye izin verilmeden kullanılmalıdır (Gould ve ark., 2019).

### 3.6 Organik Yetiştiricilik Sistemi, Yem ve Beslenme, Stok Yoğunluğu, Üretim Miktarları, Kuluçkahane ve Yavru Teminindeki Zorluklar

Organik tarımda olduğu gibi, organik balık kültüründe de verim genellikle modern su ürünleri yetiştiriciliğinden daha düşüktür. Organik balık üretimindeki verim genellikle geleneksel su ürünleri yetiştiriciliğinden daha yüksek olmasına rağmen, yarı entansif ve entansif tarıma kıyasla önemli ölçüde düşüktür. Hindistan'da rotasyonel sistemlerde karides (*M. rosenbergii*) ve pirincin organik yetiştirilmesi pirincin verimini azaltsa da karides verimini % 10 artırmıştır (Nair ve ark., 2014). Organik su ürünleri yetiştiriciliğinde en fazla yıllık sazan üretimi 1500 kg/ha iken (Stanciu ve ark. 2015), yarı entansif tarımda yıllık sazan verimliliği 12.500 kg/ha ve entansif yetiştirmede 15.000 kg/ha veya daha fazladır (Stanciu ve ark. 2015). Miao ve Yuan'a (2007) göre, Çin'de yoğun sazan polikültür üretimi 30.000–40.000 kg/ha/yıl kadar yüksek olabilir. Bu bulgular, organik balık üretkenliğinin modern geleneksel su ürünleri yetiştiriciliğinden önemli ölçüde daha düşük olduğunu göstermektedir (Ahmed ve ark., 2020). Ancak, konvansiyonel yoğun ve organik kültür balıkçılığı arasındaki verim farklılıkları farklı şekilde fiziksel ve ekonomik üretkenliğe dönüşebilir ve yoğun tarımda yüksek stoklama yoğunlukları su kirliliğini, hastalık salgınlarını artırdığından ve sonunda kar marjlarını azaltmaktadır (Lembo ve Mente 2019). Aslında, geleneksel yöntemler ile entansif balık yetiştiriciliği yoluyla balık üretimindeki fazla ürün elde edilmesi; ötrofikasyon, su kirliliği, habitat tahribatı, ekosistem değişikliği, biyotik tükenme ve hastalık bulaşması dahil olmak üzere çeşitli çevresel zorluklarla yüzleşmek zorunda kalacaktır (Ahmed ve ark., 2019).

Organik balık üretiminde monokültüre izin verilmektedir (Censkowsky ve Altena, 2013); bununla birlikte, ekosistemlerdeki alan ve besin ağının verimli kullanımı nedeniyle polikültür önerilmekte ilerleyen yıllarda yetiştirme

standartlarının içinde yer alması sertifika belgelendirme kuruluşları tarafından belirtilmektedir (IFOAM EU Group, 2010; Mente ve ark. 2011; Xie ve ark. 2013; Ahmed ve ark., 2020). Su ürünleri yetiştiriciliğinde polikültür yoluyla elde edilebilecek tür çeşitlendirmesi de çok önemlidir (Naturland, 2020).

Stoklama yoğunlukları, çeşitli ekolojik etkilere yol açabilecek şekilde su kütesinin taşıma kapasitelerini aşmamalıdır (Censkowsky ve Altena 2013). Balıkların beslenmesi, üremesi, bakımı ve büyütülmesi için ekolojik işlevler ve su kalitesi korunmalıdır (Naturland, 2020). Organik su ürünleri yetiştiriciliğinde stoklama yoğunlukları dikkate alınır ve sınırlandırılır. Örneğin, organik su ürünleri yetiştiriciliğinde karides ve karidesin (örneğin, *Litopenaeus vannamei*, *Macrobrachium rosenbergii* ve *Penaeus monodon*) verimliliği 1600 kg/ha/yılı geçmemelidir (Naturland, 2020). Benzer şekilde, izin verilen maksimum organik sazan üretimi 1500 kg/ha/yıl olarak belirlenmiştir (Stanciu ve ark. 2015). Stoklama yoğunlukları: somon, Alabalık ve tropikal tatlı su balıkları 10 kg/m<sup>3</sup>, karides 15 post larva/m<sup>2</sup> olarak sınırlandırılmıştır (Ahmed ve ark., 2020). Düşük stoklama yoğunluğunun, aynı zamanda iyi su kalitesinin korunmasını da destekleyen balık refahı üzerindeki etkileri nedeniyle uygun olduğu düşünülmektedir (Lembo ve ark. 2018). Organik su kültüründe balık refahını korumanın düzenli izleme ile mümkün olduğu gösterilmiştir. Aslında, su ürünleri yetiştiriciliğinde yüksek stoklama yoğunluğu, balık refahı ve su kalitesi için en zararlı faktörlerden biridir (Carbonara ve ark. 2015). Yüksek stoklama yoğunlukları, ortaya çıkması durumunda hastalıkların yayılma hızının artması riski de taşımaktadır.

Balık yemi, organik balık yetiştiriciliğinin en önemli ve sertifikasyon sürecinde dikkate alınması gereken ve karşılaşılan en zor özellikler içeren süreçtir. Organik su ürünleri yetiştiriciliği temel prensipleri organik tarımdan almıştır. Ancak, aquatik ortamın kendine has özelliklerinden dolayı, bu prensipler yenileri eklenmiş ya da yeniden değiştirilmiştir. Örnek olarak, organik balık üretiminde balık unu, yem hammaddesi olarak kabul edilirken, organik tarım

uygulamalarında kabul görmemektedir. Bölgedeki biyoçeşitlilik üzerindeki olumsuz bir etkiye sahip olmayan yemler ve beslenme şekli tercih edilmelidir. Çevrenin korunması ve hastalık riski gibi nedenlerden dolayı yaş yem kullanılmamalıdır. Ayrıca yem değerlendirme oranı (FCR) tespit edilmeli ve literatürle benzerlik göstermesi ve yetersiz FCR görüldüğünde ise uygun besleme rejimi değiştirilmelidir (Ötles ve ark., 2009).

Karma yemlerde kullanılan hammaddelerde dahil olmak üzere genetiği değiştirilmiş organizmalar (GDO) organik su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanılması yasaklanmıştır (Naturland 2020). Yem hammaddelerinin sucul ekosistem kökenli olan kısım sürdürülebilir balıkçılıktan, bitkisel kaynaklı hammaddeler ise organik tarım üretiminden karşılanmalıdır. Yem rasyonu azami %60 organik bitkisel orjinli ürünlerden oluşabilir (Kayhan ve Ölmez 2013).

Organik doğal pigment kaynakları (astaksantin, kantaksantin vb.), kabuklu su ürünlerinin kabukları gibi organik kaynaklardan sağlanabileceği gibi mikroalglerden (*Heamatococcus pluvialis*) somon ve alabalıklar için yemlere ilave edilerek pigmentasyon sağlanabilir. Organik kaynaklar mevcut değilse astaksantin kaynağı olarak *Phaffia* sp. mayası kullanılabilir (Anonim, 2023b; Yeşilayer ve ark., 2020). Yağ oranı yemlerin kalitesini ve canlıların sağlığını etkilediği için yem rasyonlarında yağ oranı %15'ten fazla olmamalıdır (Debio, 2005). Hayvansal orijinli kan unu, kemik unu gibi maddelerin ilave edildiği yemler ve sentetik kimyasallar, gelişim hızlandırıcılar ve sentetik amino asitler ile işlem gören yemler organik üretimde kullanılamaz (Kayhan ve Ölmez 2013). Üreticilerin yem ham maddelerini organik tarımdan sağlayamadığı durumlarda, rasyon kuru maddesinin % oranı yıllık olarak hesaplanır. Rasyon kuru maddesinin maksimum % 25'i konvansiyonel yemlerden karşılanabilmesi belirli süre sertifikasyon kuruluşları tarafından kullanımına izin verilebilir (Debio, 2005; Anonim, 2023b).

Yemin verimli kullanımı, yani çevreye verilen zararın en aza indirilmesi. Besinlerinin büyük bir kısmını doğal balıkçılık kaynaklarından elde etmek zorunda olan etobur türler için yem kaynakları üzerindeki kısıtlamalar ve kaynak seçimine yönelik hiyerarşiler, örneğin (i) organik su ürünleri yetiştiriciliğinden elde edilen balık unu ve balık yağı; (ii) iyi bilinen bir plan kapsamında sürdürülebilirliği onaylanmış balıkçılıkta insan tüketimi için halihazırda yakalanmış balık, kabuklu hayvan veya yumuşakçaların artıklarından elde edilen balık unu ve balık yağı; (iii) iyi bilinen bir program kapsamında sürdürülebilir olduğu belgelenen balıkçılıkta insan tüketimi için yakalanmamış bütün balık, kabuklular veya yumuşakçalardan elde edilen balık unu ve balık yağı ve balık kökenli içerikler; ve (iv) bitki kökenli organik yem malzemeleri. Bir balıkçılığın sürdürülebilir olarak nitelendirilmesinin belirlenmesi, söz konusu su ürünleri standardına bağlı olarak ulusal veya uluslararası hükümet standartlarına veya özel planlara devredilebilir. • Balık diyetinde balık unu ve balık yağı yüzdelerine ilişkin kısıtlamalar. • Verilen standardın bir parçası olarak oluşturulan listelere göre yem katkıları ve katkı maddelerine ilişkin kısıtlamalar (Gould ve ark., 2019; Xie ve ark., 2013; Ahmed ve ark., 2020). Tüm bu zorluklar sonucunda organik su ürünleri yemleri oldukça yüksek fiyatlara elde edilmektedir.

Organik tarımın ekolojik ilkesinin hassasiyeti nedeniyle, organik su ürünleri yetiştiriciliği için alternatif yem hammaddesi kullanımına öncelik verilmektedir. Denizel balık unu ve balık yağı kaynaklarının sınırlı olması nedeniyle somon yetiştiriciliğinde bitkisel protein ve yağ uygulanabilir (Olesen ve ark. 2011). Organik yöntemlerle üretilen mikroalgler veya böcekler gibi alternatif protein kaynaklarının kullanılması, su ürünleri yemi ve beslenmesi konusunda faydalı yenilikler getirebilecek yeni bir çalışma alanıdır (Gould ve ark., 2019).



Organik yetiştirme için temel bir amaç, organik su ürünleri tesis yönetiminin çevredeki ekosistemleri olumsuz etkilememesidir. Kuluçkahane üretilen organik yavrularla doğal olarak oluşan yerli türler tercih edilen stoklardır (Nатурland, 2020) ve yabancı anaç kullanımından organik olarak yetiştirilen anaçlara geçiş önerilir (IFOAM EU Group, 2010). Bununla birlikte, balık ve karides kuluçkahanesi operasyonu için yabancı anaçların yakalanmasına ve göletler yeniden doldurulduğunda pasif bir akış olması durumunda, organik su ürünleri yetiştiriciliğinde yabancı olarak yakalanmış karides post larvalarının kullanımına izin verilir (Nатурland, 2020). Kuluçkahane ayrıca doğal üremeye dayanmalıdır ve bu nedenle kuluçkahane operasyonunda hipofiz bezi hormonlarının ve antibiyotiklerin kullanılması organik su ürünleri yetiştiriciliği için yasaklanmış uygulamalardır (INFOFISH, 2011; Nатурland, 2020).

Dünyadaki organik su kültürü standartlarının çoğu, kuluçkahane operasyonları için kriterlere büyük önem vermektedir. Amaç, kapalı bir döngü elde etmek ve yabancı ortamdaki damızlık veya yavru toplamayı önlemektir. Çoğu özel ve kamu organik su kültürü standartlarına göre (AB, 2009; Nатурland, 2009), yabancı hayvanlardan yavru ve yumurta toplanması yasaklanmıştır, bu durum çoğu ülkenin yönetmeliklerinde katı bir şekilde belirtilmiştir. Yavruların geleneksel kuluçkahanelerden ek olarak tedarik edilmesine belirli koşullar altında izin verilir. Bu tür satın alınmış yavrulara güvenmek zorunda olunan operasyonlar için, bir hayvanın yaşam süresinin en az üçte ikisinin, hasat zamanı itibarıyla organik olduğu onaylanan koşullar altında olması gereklidir (Xie ve ark., 2013). Kuluçkahaneler, yavru balık yetiştirme havuzları veya organik yem olarak üretilen organizma türlerinin üretimi hariç kapalı devre su ürünleri üretim tesislerinin kullanımı yasaktır. Suyun yapay ısıtması veya soğutmasına sadece kuluçkahane ve yavru balık yetiştirme havuzlarında izin verilir. Doğal sondaj kuyu suyu, üretimin tüm aşamalarında suyun ısıtması veya soğutması için kullanılır. Ultraviyole ışık ve ozon sadece kuluçkahanelerde ve balık yetiştirme havuzlarında kullanılır. Sıvı oksijen kullanımına sadece hayvan

sağlığı gereksinimleri ile bağlantılı kullanımlar için ve üretim veya taşıma sırasındaki kritik süreler boyunca, tüm bu işlemleri yazılı kayıt altına almak koşuluyla; izin verilir (Anonim, 2023b). Kapalı devre sistemlerde kullanılan enerji kullanımı fazladan enerji harcanmasına sebebiyet vermektedir. Bu durumdaki enerji yenilenebilir temiz enerjiden elde edilmesi istenmektedir.

#### 4.SONUÇ

İnsanoğlunun besin talebini karşılamak gelecek yıllarda artan nüfus ile giderek zorlaşacaktır. Okyanus ve denizlerden avlanan balık ve sucul organizma üretim miktarı sabit kaldığından, küresel balık ve su ürünleri üretimi su ürünleri yetiştiriciliği yoluyla artırılmalıdır. Bununla birlikte, su ürünleri yetiştiriciliği, çeşitli çevresel sorunlarla ilişkilidir ve balık ve su ürünleri üretimindeki artış, üreticileri çeşitli çevresel sorunlarla karşı karşıya bırakmaktadır.

Organik su ürünleri yetiştiriciliği, ekosistemlerin, hayvanların ve insanların sağlığını öne çıkartmayı amaçlayan, iyi ekolojik sistemlere dayalı, ekosistem temelli bütüncül bir yönetim yaklaşımıdır. Organik su ürünleri yetiştiriciliğine geçiş, biyolojik çeşitliliğin korunması, ekosistemlerin sürdürülmesi, daha iyi besin yönetimi, toprak verimliliği, su kalitesi ve hastalık direnci dahil olmak üzere çok çeşitli çevresel faydalar sağlar.

Bununla birlikte, geleneksel kültürden organik su ürünleri yetiştiriciliğine geçiş, belirli sınırlama getiren zorlu bir süreci kapsamaktadır. Organik su ürünleri yetiştiriciliğinin daha fazla büyümesi, sertifikasyon maliyetlerini ve idari yükleri azaltmak için daha tekdüze performans dayalı organik su ürünleri standartları oluşturarak geliştirilebilir.

Organik tarım, ortak çevre ve yaşam fırsatları konusunda adaleti sağlayan ilişkiler üzerine inşa edilmelidir. Adalet hem insanlar arasında hem de diğer canlı varlıklarla ilişkilerinde eşitlik, saygı, adalet ve paylaşılan dünyanın idaresi ile karakterize edilir. Bu ilke, organik tarımla uğraşanların insan ilişkilerini her

düzeyde ve tüm taraflar-çiftçiler, işçiler, işleyiciler, dağıtıcılar, tüccarlar ve tüketicilere adaleti sağlayacak şekilde yürütmesi gerektiğini vurgular. Organik tarım, ilgili herkese iyi bir yaşam kalitesi sağlamalı ve gıda egemenliğine ve yoksulluğun azaltılmasına katkıda bulunmalıdır. Yeterli miktarda kaliteli gıda ve diğer ürünler üretmeyi amaçlar (Gould ve ark., 2019).

Çevresel faydalarına rağmen, organik su ürünleri yetiştiriciliğindeki üretim miktarları, sektörün Dünya gıda güvenliğine katkıda bulunma kabiliyetine rağmen geleneksel yöntem su ürünleri yetiştiriciliğine göre oldukça düşüktür. Bu nedenle, dünya nüfusunu beslemek için organik balık üretiminin rolü muhtemelen küçük kalacaktır. Organik balık üretiminin avantajlarına rağmen, yoğun su ürünleri yetiştiriciliğinin sonucu olarak çevresel bozulma giderek artacak dolayısıyla dünya gıda üretimine ve gıda güvenliğine olan katkısını düşürecektir. Bunu engellemek için su ürünleri yetiştiriciliğinin geleceği, çevresel etkilerini azaltırken üretimi sürdürülebilir şekilde artırmayı içermelidir. Çevresel bozulmayı azaltmak için artan balık üretimi, polikültürün sürdürülebilir şekilde yoğunlaştırılması ve organik su ürünleri yetiştiriciliği ile entegre çiftçiliğin bir kombinasyonu yoluyla olmalıdır. Alternatif yem uygulamalarını anlamak ve değerlendirmek, yemle ilgili çevresel etkileri azaltmak, sertifikasyon maliyetlerini ve idari yükleri en aza indirmek için deneme veya gözlemler yapılarak verilerin elde edildiği araştırmalar gereklidir. Amaç, çevresel sürdürülebilirlik ve gıda güvenliğine fayda sağlayan yüksek verimli organik su ürünleri yetiştiriciliğinden kaliteli gıda ürünlerinin sağlanması olacaktır.

Türkiye organik tarım ürünleri üretimi, bakımından Dünya ve Avrupa Birliği ülkeleri arasında gelişmiş fakat henüz organik su ürünleri yetiştiriciliği konusunda iyi bir gelişme sağlanamamıştır. Su ürünleri yetiştiriciliği bakımından ülkemizde üretilen su ürünlerinin önemli bir miktarı yurtdışına ihraç edilmektedir. Türkiye'nin sertifikalanmış olan organik ürünlerin dünya

pazarlarında sağlıklı ve güvenilir bir gıda olan balık ürünlerinin kolaylıkla pazarlanacağı dikkate alınır, yerli su ürünleri firmaların, özellikle baraj gölleri ve denizlerdeki ağ kafeslerde geleneksel balık üretim tesislerinin organik balık üretimine geçiş yapması, ülkemizin su ürünleri sektörünün gelişmesine yeni bir boyut katacaktır.

**KAYNAKÇA**

- Ahmed, N., Thompson, S., Turchini, G.M. (2020). Organic aquaculture productivity, environmental sustainability, and food security: insights from organic agriculture. *Food Security*. 12, 1253–1267 <https://doi.org/10.1007/s12571-020-01090-3>
- Ahmed, N., Thompson, S., Glaser, M. (2019). Global aquaculture productivity, environmental sustainability, and climate change adaptability. *Environmental Management*, 63, 159–172.
- Akinrotimi, O.A., Abu, O.M.G., Ibemere, I.F., Opara, C.A. (2009). Economic viability and marketing strategies of periwinkle *Tympanotonus fuscatus* in Rivers State, Nigeria. *International Journal of Tropical Agriculture. Food Systems*. 3 (3), 238–244.
- Aksoy, U, Tüzel, Y., Altındışlı, Can, H. Z., Onogur, E., Anaç, D., Okur, B., Çiçekli, M., Şayan, Y., Kırkpınar, F., Kenanoğlu Bektaş, Z., Çelik, S., Arın, L., Er, C., Özkan, C., Özenç, D. B., (2007). <http://www.zmo.org.tr/etkinlikler/6tk05/016uygunaksoy>. Erişim tarihi: (18.05.2023).
- Angel, D., Jokumsen, A., Lembo, G. (2019). Aquaculture production systems and environmental interactions. *In G. Lembo & E. Mente (Eds.), Organic aquaculture: Impacts and future developments (pp. 103–118). Cham: Springer.*
- Anonim, (2016). <http://www.tarim.gov.tr/Konular/BitkiselUretim/Organik-Tarim/Istatistikler>.
- Anonim, (2023a). Organik Tarım ([tarimorman.gov.tr](http://tarimorman.gov.tr)). Erişim Tarih:16.05.2023.
- Anonim (2023b). <https://www.mevzuat.gov.tr/anasayfa/MevzuatFihristDetayIframe?MevzuatTur=7&MevzuatNo=14217&MevzuatTertip=5>. Erişim tarihi:18.05.2023.

- Arslan, M. N., ve Akhan, S. (2018). Türkiye’de ve dünya’da organik su ürünleri yetiştiriciliğine genel bakış. *Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi*, 3, 9-18.
- Auld, G. (2014). *Constructing private governance: The rise and evolution of forest, coffee, and fisheries certification*. Connecticut: Yale University Press.
- Biermann, G., Geist, J. (2019). Life cycle assessment of common carp (*Cyprinus carpio*) A comparison of the environmental impacts of conventional and organic carp aquaculture in Germany. *Aquaculture*, 501, 404–415.
- Blanco, S.L., Sobrado, C., Quintela, C., Cabaleiro, S., Gonzalez, J.C., Vietites, J.M. (2007). Dietary uptake of dioxin (PCDD/PCDFs) and dioxin-like PCBs in Spanish aquacultured turbot (*Psetta maxima*). *Food Addit. Contam.* 24, 421–428
- Bergleiter, S., Berner, N., Censkowsky, U., Julià-Camprodon, G. (2009). *Organic Aquaculture 2009 — Production and Markets*. Organic Services GmbH and Graefelfing, Naturland e.V, Munich.
- Cao, L., Wang, W.M., Yang, Y., Yang, C.T., Yuan, Z.H., Xiong, S.B., James, D. (2007). Environmental impact of aquaculture and countermeasures to aquaculture pollution in China. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 14 (7), 452–462.
- Carbonara, P., Scolamacchia, M., Spedicato, M. T., Zupa, W., McKinley, R. C., Lembo, G. (2015). Muscle activity as a key indicator of welfare in farmed European sea bass (*Dicentrarchus labrax*, L. 1758). *Aquaculture Research*, 46, 2133–2146.
- Carubelli, G., Fanelli, R., Mariani, G., Nichetti, S., Crosa, G., Calamari, D., Fattore, E. (2007). PCB contamination in farmed and wild sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) from a coastal wetland area in central Italy. *Chemosphere* 68, 1630–1635.

- Chen, W. (2006). Challenges for sustainability in aquaculture for China's Guangdong Province. *Aquaculture Asia Pacific Magazine*. (May/June, 24–25).
- Censkowsky, U., Altena, A. (2013). Scoping study on organic aquaculture in 5 east African countries. Bonn: International Federation of Organic Agriculture Movements.
- Cui, Y., Chen, B.J., Chen, J.F. (2005). Evaluation on self-pollution of marine aquaculture in Bohai Sea and Yellow Sea, China. *Journal of Applied Ecology*. 16, 180–185.
- Çavdar, Y., Aydın, İ. (2013). Dünyada organik su ürünleri üretimi ve Doğu Karadeniz Bölgesi potansiyeli. Doğu Karadeniz I. Organik Tarım Kongresi 26-28 Haziran 2013 Kelkit, Gümüşhane.
- Çekiç, A. (2011). Türkiye'nin ilk organik alabalığı Rize'de üretildi. *Ekoloji Magazin Dergisi*, 29, 18.
- Çördük, M. (2016). Türkiye'de organik su ürünleri yetiştiriciliğinin gelişimi. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla, Türkiye. 104s.
- DEBIO. (2005). *Debio Standards for Organic Aquaculture*. November, 2005.
- De Silva, S.S. (2012). Aquaculture: a newly emergent food production sector- and perspectives of its impacts on biodiversity and conservation. *Biodiversation and Conservation*. 21 (12), 3187–3220.
- Dewailly, E., Ayotte, P., Lucas, M., Blanchet, C. (2007). Risk and benefits from consuming salmon and trout: a Canadian perspective. *Food and Chemical Toxicology*. 45, 1345–1349.
- EU, (2009). Council Regulation (EC) No.710/09 of 5 August 2009 amending Regulation (EC) No 889/2008 laying down detailed rules for the implementation of Council Regulation (EC) No 834/2007, as regards laying down detailed rules on organic aquaculture animal and seaweed production. *O. J. EU L 204*, 15–34.

- FAO, (2022). The state of world fisheries and aquaculture 2022. Towards Blue Transformation. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0461en>.
- FDA, (2007). Transcripts of FDA press conference on seafood imported from China. FTS-HHS-FDA Moderator: Michael Herndon, June 28, 2007, 1:00pm. CT. <http://www.da.gov/downloads/NewsEvents/Newsroom/MediaTranscripts/UCM169541>.
- FDA, (2008). Import refusal reports by OASIS. [http://www.fda.gov/ora/oasis/ora\\_ref\\_prod](http://www.fda.gov/ora/oasis/ora_ref_prod). Html.
- Gould, D., Compagnoni, A., Lembo, G. (2019). Organic Aquaculture: Principles, Standards and Certification. In: Lembo, G., Mente, E. (eds) Organic Aquaculture . Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-05603-2\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-05603-2_1)
- Guillaume, Sadisivam Kaushik, Pierre Bergot, Robert Metailler. (2001). Nutrition and Feeding of Fish and Crustaceans. United Kingdom: Praxis PublishingS Ltd, 25-31
- Hasbek, D. (2011). Hatay yöresinde organik alabalık yetiştiriciliği imkânlarının araştırılması. Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay, Türkiye. 40s.
- Hayward, D., Wong, J., Krynitsky, A.J. (2007). Polybrominated diphenyl ethers and polychlorinated biphenyls in commercially wild caught and farm-raised fish fillets in the United States. Environmental Research. 103, 46–54
- Henry, M., Gasco, L., Piccolo, G., Fountoulaki, E. (2011). Review on the use of insects in the diet of farmed fish: past and future *Anim. Feed Sci. Technol*, 203, 1–22.
- IFOAM EU Group, (2010). Organic Aquaculture EU Regulations (EC) 834/2007, (EC) 889/ 2008, (EC) 710/2009: Background, Assessment, Interpretation. Brussels.



- IFOAM Organics International. (2017). Smallholder group certification for organic production and processing. Bonn: IFOAM Organics International.
- INFOFISH. (2011). Handbook on organic aquaculture. Kuala Lumpur: INFOFISH.
- Jonell, M., Henriksson, P. J. G. (2015). Mangrove-shrimp farms in Vietnam—Comparing organic and conventional systems using life cycle assessment. *Aquaculture*, 447, 66–75.
- Kayhan, M.H., Ölmez, M. (2013). Organik su ürünleri yetiştiriciliği standartları. *Tarım Türk Dergisi*. 9(43), 102-109.
- Kautsky, N., Ronnback, P., Tedengren, M., Troell, M. (2000). Ecosystem perspectives on management of disease in shrimp pond farming. *Aquaculture* 191, 145–161.
- Kerr, M., Potthast, T. (2018). ‘As close as possible to nature’: Possibilities and constraints for organic aquaculture systems. In S. Springer & H. Grimm (Eds.), *Professionals in food chains* (pp. 450– 455). Wageningen: Wageningen Academic Publishers.
- KRAV, (2001). Standards. Idetryck Grafisk Uppsala, Sweden. 60–69.
- Kristofersson, D, Anderson, J.L., (2004). Structural breaks in the fishmeal-soybean meal price relationship. Department of Economics and Resource Management
- Lembo, G., Mente, E. (Eds.). (2019). *Organic aquaculture: Impacts and future developments*. Cham: Springer.
- Mäder, P., Fließbach, A., Dubois, D., Gunst, L., Fried, P., Niggli, U. (2002). Soil fertility and biodiversity in organic farming. *Science*, 296, 1694–1697.
- Meier, M. S., Stoessel, F., Jungbluth, N., Juraske, R., Schader, C., Stolze, M. (2015). Environmental impacts of organic and conventional agricultural

- products – Are the differences captured by life cycle assessment? *Journal of Environmental Management*, 149, 193–208.
- Meisch, S., Stark, M. (2019). Recirculation aquaculture systems: Sustainable innovations in organic food production? *Food Ethics*, 4, 67–84.
- Mente, E., Karalazos, V., Karapanagiotidis, I. T., Pita, C. (2011). Nutrition in organic aquaculture: An inquiry and a discourse. *Aquaculture Nutrition*, 17, e798–e817.
- Miao, W., Yuan, X. (2007). The carp farming industry in China – An overview. In P. S. Leung, C.-S. Lee, & P. J. O’Byrne (Eds.), *Species and system selection for sustainable aquaculture* (pp. 373–388). Iowa: Blackwell Publishing.
- Meier, M. S., Stoessel, F., Jungbluth, N., Juraske, R., Schader, C., Stolze, M. (2015). Environmental impacts of organic and conventional agricultural products – Are the differences captured by life cycle assessment? *Journal of Environmental Management*, 149, 193–208
- Minh, N.H., Minh, T.B., Kajiwara, N., Kunisue, T., Iwata, H., Viet, P.H., Tu, N.P., Tuyen, B.C., Tanabe, S. (2006). Contamination by polychlorinated biphenyls and persistent organochlorides in catfish and feed from Mekong River Delta, Vietnam. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 25, 2700–2708
- Montory, M., Barra, R. (2006). Preliminary data on polychlorinated biphenyl ethers (PBDE) in farmed fish tissues (*Salmo salar*) and fish feed in Southern Chile. *Chemosphere* 63, 1252–1260.
- NASAA, (2001). The standards for organic agricultural production. Stirling. S.A 5152, Australia, pp. 37–38.
- NACA/FAO, (2001). Aquaculture in the third millennium. In: Subasinghe, R.P., Bueno, P., Phillips, M.J., Hough, C., McGladday, S.E. (Eds.), *Technical Proceedings of Conference on Aquaculture in the third Millennium*. Bangkok Thailand, pp. 20–25

- Naturland, (2002). Naturland standards for organic aquaculture. Kleinhaderner Weg 1, 82166 Grafelfing, Germany
- Naturland. (2020). Naturland standards for organic aquaculture. Gräfelfing: Naturland.
- Naylor, R., Hindar, K., Fleming, I.A., Goldberg, R., Williams, S., Volpe, J., Whoriskey, F., Eagle, J., Kelso, D., Mangel, M. (2005). Fugitive salmon: assessing the risks of escaped fish from net-pen aquaculture. *Bioscience* 55 (5), 427–437.
- Nico, L.G., Williams, J.D. (1996). Risk Assessment on Black Carp (Pisces Cyprinidae). Final Report to the Risk Assessment and Management Committee of the Aquatic Nuisance Species Task Force. U.S. Geological Survey, Biological Resources Division, Gainesville, Florida
- Olesen, I., Myhr, A. I., Rosendal, G. K. (2011). Sustainable aquaculture: Are we getting there? Ethical perspectives on salmon farming. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 24, 381–408.
- Ötles, Y., Özden, O., Ötles, S. (2010). Organic fish production and the standards. *Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria*, 9(2), 125- 131.
- Páaez-Osuna, F. (2001). The environmental impact of shrimp aquaculture: causes, effects, and mitigating alternatives. *Environ. Manage.* 28 (1), 131–140.
- Pelletier, N., Tyedmers, P. (2007). Feeding farmed salmon: Is organic better? *Aquaculture*, 272, 399–416.
- Penczak, T., Galicka, W., Molinshi, M., Kusto, E., Zalewski, M. (1982). The enrichment of a mesotrophic lake by carbon, phosphorus and nitrogen from the cage aquaculture of rainbow trout (*Salmo gairderti*). *J. Appl. Ecol.* 371–393.
- Perdikaris, C., Paschos, I. (2010). Organic aquaculture in Greece: a brief review. *Rev. Aquacult.* 2, 102–105.

- Pimentel, D., Hepperly, P., Hanson, J., Douds, D., Seidel, R. (2005). Environmental, energetic, and economic comparisons of organic and conventional farming systems. *BioScience*, 55, 573–582.
- Pinto, B., Garritano, S.L., Cristofani, R., Ortaggi, G., Giuliano, A., Amodio-Cocchierri, R., Cirillo, R., DeGiusti, M., Boccia, A., Reali, D. (2008). Monitoring of polychlorinated biphenyl contamination and estrogenic activity in water, commercial feed and farmed seafood. *Environ. Monit. Assess.* 144, 445–453
- Potts, J., Wilkings, A., Lynch, M., McFatrige, S. (2016). State of sustainability initiatives review: Standards and the blue economy. Winnipeg: International Institute for Sustainable Development.
- Skinner, C., Gattinger, A., Muller, A., Mäder, P., Fließbach, A., Stolze, M., Ruser, R., Niggli, U. (2014). Greenhouse gas fluxes from agricultural soils under organic and non-organic management – A global meta-analysis. *Science of the Total Environment*, 468–469, 553–563.
- Smith, R. and Pryor, R. (2014). Enabling the exploitation of insects as a sustainable source of protein for animal feed and human nutrition. PROteINSECT grant agreement number: 312084. Work Package 5: Pro-Insect Platform in Europe-Deliverable 5.1.
- Stanciu, S., Radu, R. I., & Vîrlănuță, F. O. (2015). The development of the organic aquaculture-Case study: Rumania. *SEA – Practical Application of Science*, 3(9), 99–107.
- Tacon, A.G.J., Brister, D.J. (2002). Organic agriculture, environment and food security. In: Scialbba, N.E.H., Hattam, C. (Eds.), *Organic Aquaculture: Current Standards and Future Prospects*. Environment and Natural Resources Series, 4. Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations, Rome.

- Tacon, A.G.J., Metian, M. (2008). Aquaculture feed and food safety: the role of the Food and Agriculture Organization and the Codex Alimentarius. *Ann. NY. Acad. Sci.* 1140, 50–59.
- Tacon, A.G.J. (2020) Trends in Global Aquaculture and Aquafeed Production: 2000–2017, *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 28:1, 43-56, DOI: 10.1080/23308249.2019.1649634.
- TÜİK, (2022). <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Su-Urunleri-2021-45745>, Tuik su ürünleri istatistikleri. Erişim Tarihi: 09.05.2023.
- Xie, B., Qin, J., Yang, H., Wang, X., Wang, Y.-H., & Li, T.-Y. (2013). Organic aquaculture in China: A review from a global perspective. *Aquaculture*, 414–415, 243–253.
- Walters, B.B., Rönnbäck, P., Kovacs, J.M. (2008). Ethnobiology, socio-economics and management of mangrove forests: a review. *Aquat. Bot.* 89 (2), 220–236.
- Willer, H., Schlatter, B., Trávníček, J., Kemper, L., Lernoud, J. (Eds.). (2020). *The world of organic agriculture – Statistics and emerging trends 2020*. Frick and Bonn: FiBL and IFOAM.
- Wu, R.S.S. (1995). The environmental impact of marine fish culture: towards a sustainable future. *Mar. Pollut. Bull.* 31, 159–166.
- Veldkamp T, an Duinkerken G, van Huis A, Lakemond CMM, Ottevanger E, Bosch G, van Boekel MAJS. (2012). Insects as a sustainable feed ingredient in pig and poultry diets a feasibility study. Report 638-Wageningen Livestock Research.
- Yeşilayer, N., Yeşilayer, M. (2019). Organic Fishery Applicability of Net Cage Rainbow Trout Farms in Almus Dam Lake of Tokat Province. 1st International Congress of the Turkish Journal of Agriculture- Food Science and Technology, 58-662, 9-10 Kasım, Antalya.
- Yeşilayer, N. (2020). Comparison of Flesh Colour Assessment Methods for Wild Brown Trout (*Salmo trutta macrostigma*), Farmed Rainbow Trout

(*Oncorhynchus mykiss*) and Farmed Atlantic Salmon (*Salmo salar*).  
Pakistan Journal of Zoology, 52(3).

Yeşilayer, N. (2022). Tarıma farklı boyutlardan sosyo-ekonomik bakış ve kırsal kalkınma: Su ürünleri yem üretiminde ekonomik alternatif protein kaynaklarının kullanımı, İKSAD yayınevi, ISBN:978-6256380-23-3, s.,382, 99-113.

Zong, H. (2002). The role of agriculture and rural development in China. Symposium for Organic Agriculture and Rural Poverty Alleviation: Potential and Best Practices in Asia. United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (UNESCAP), Bangkok.



## BÖLÜM 2

### BALIKLARIN SINIFLANDIRILMASINDA YAPAY ZEKÂ YÖNTEMLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Ayşe ÖLMEZ<sup>1</sup>  
Öğr. Gör. Oğuzhan SÖNMEZ<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zooloji Bölümü Tokat, Türkiye. ayse.olmez@gop.edu.tr, Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-5815-4254>

<sup>2</sup> Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Reşadiye Meslek Yüksek Okulu, Bilgisayar Teknolojileri Bölümü Tokat, Türkiye. oguzhan.sonmez@gop.edu.tr, Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0003-4456-7036>





## 1. GİRİŞ

Balıklar, sucul ekosistemlerin önemli bir parçasıdır ve çeşitli türleri vardır. Balık sınıflandırmasının tarihi, insanların doğayı gözleme ve anlama çabalarının bir parçası olarak başlamıştır. İnsanlar, binlerce yıl boyunca denizlerdeki, nehirlerdeki ve göllerdeki balıkları sınıflandırmak için çeşitli yöntemler geliştirdiler. Bu yöntemler, balıkların özelliklerine, davranışlarına ve yaşadıkları habitatlara dayanıyordu (Nelson, 2006).

Ancak modern balık sınıflandırması, 18. yüzyılda Carl Linnaeus'un taksonomi sistemiyle başladı. Linnaeus, tüm canlıları sınıflandıran bir sistem geliştirdi ve balıklar için de ayrı bir sınıflandırma sistemi oluşturdu. Bu sistem, balıkların anatomik özelliklerine, yaşadıkları habitatlara ve üreme davranışlarına göre sınıflandırılmasını sağladı (Grande, 2010). Daha sonraki yıllarda, balık sınıflandırmasına genetik veriler de dahil edildi. DNA analizi, balıkların sınıflandırılmasında büyük bir rol oynamıştır. Bu yöntem, balıkların genetik yapılarının incelenmesi yoluyla taksonomi ve filogeni araştırmaların da kullanılmıştır (Arcila ve ark., 2015).

Bugün, balık sınıflandırması hala devam etmektedir ve bilim insanları, yeni türleri keşfetmek ve mevcut türleri daha iyi anlamak için çaba harcamaktadırlar. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte, balık sınıflandırmasında yapay zekâ yöntemleri de kullanılmaktadır (Di ve Lei, 2019). Makine öğrenimi teknikleri, balık türlerinin tanınması ve sınıflandırılması için kullanılan yeni ve gelişmiş yöntemlerdir (Chen ve ark., 2019); (Li ve ark., 2019).

Balık sınıflandırması, balık popülasyonlarındaki türlerin ve alt türlerin doğru bir şekilde belirlenmesini sağlamak için önemlidir. Yapay zekâ yöntemleri, balık sınıflandırmasında doğruluk oranını artırmak ve işlem süresini azaltmak için kullanılabilir. Bu bölüm, balık sınıflandırması için kullanılan en popüler yapay zeka yöntemlerinden biri olan yapay sinir ağları, derin öğrenme ve diğer makine öğrenimi tekniklerini tartışacaktır. Ayrıca, bu yöntemlerin avantajları,

dezavantajları ve uygulama alanları da tartışılacaktır. Bu bölüm, balık sınıflandırması alanında yapay zeka yöntemlerinin kullanımına dair kapsamlı bir inceleme sunmayı hedeflemektedir.

## **1.1. Balık Sınıflandırılmasında Verilerin Toplanması**

Balık sınıflandırması için gerekli verilerin toplanması, işlenmesi ve analizi, makine öğrenmesi algoritmalarının kullanılması için temel bir adımdır. Bu süreçte veri toplama, veri ön işleme ve veri analizi aşamaları ele alınmalıdır.

### **1.1.1. Veri Toplama**

Balık sınıflandırması için veri toplamak, doğru sınıflandırma sonuçları elde etmek için önemlidir. Veriler, farklı kaynaklardan toplanabilir, örneğin:

-Saha çalışmaları: Balıkçılar ve deniz biyologları, denizlerde, nehirlerde ve göllerde balık türlerini yakalayabilir ve özelliklerini belirleyebilirler.

-Görsel algılama: Balık türlerinin fotoğrafları veya videoları, çevrimiçi kaynaklardan veya veri tabanlarından alınabilir.

-Sensörler: Balık türleri için ölçümler, sensörler ve diğer ölçü aletleri kullanılarak toplanabilir.

-Akvaryum: Balık türleri, akvaryum ortamında beslenebilir ve özellikleri belirlenebilir.

Veriler toplandıktan sonra, bu verilerin analiz edilmesi ve sınıflandırma algoritmalarının kullanılması için uygun hale getirilmesi gerekir (Baker 2013).

### **1.1.2. Veri Ön İşleme**

Veri ön işleme, verilerin doğru ve etkili bir şekilde kullanılabilmesi için düzenlenmesi ve temizlenmesi sürecidir. Bu aşamada, verilerin doğru formatta olduğundan emin olmak için birkaç adım uygulanabilir:

-Veri temizleme: Verilerin içerdiği hataları, gürültüleri, eksik veya yanlış verileri belirlemek ve bu verileri temizlemek gerekir.

-Veri dönüştürme: Makine öğrenimi alanında, farklı veri tipleri ve formatları aynı algoritmaların kullanılmasını zorlaştırır. Daha anlamlı ve doğru sonuçlar almak için verilerin farklı formata dönüştürülmesi gerekebilir.

-Veri normalizasyonu: Verilerin ölçek farklılıklarından kaynaklanan hataları ortadan kaldırmak ve makine öğrenimi yöntemlerinin daha doğru ve güvenilir sonuçlar vermesine yardımcı olur.

-Veri özellik çıkarımı: Doğru bir makine öğrenimi modelinin eğitilmesi için gerekli olan önemli bilgilerin veri kümesinden çıkarılması işlemidir. Veri kümesindeki gürültüyü azaltarak modelin eğitim sürecinde daha doğru sonuçlar üretmesine yardımcı olur.

-Boyut azaltma: Veri kümesindeki birçok değişken veya özelliğin daha az sayıda değişkene indirgenmesidir. Büyük veri setleri için boyut azaltma, veri işleme hızını ve sınıflandırma doğruluğunu artırabilir. Bu adımların uygulanması, verilerin doğru bir şekilde kullanılabileceği ve sınıflandırma algoritmalarının doğru sonuçlar verebileceği anlamına gelir (Pradeepa ve Dhanalakshmi, 2013).

### **1.1.3. Özellik Seçimi**

Veri özellik çıkarımı, verilerin belirli özelliklerinin seçilmesi ve çıkarılmasıdır. Bu, verilerin boyutunu azaltmak ve sınıflandırma algoritmalarının daha iyi performans göstermesine yardımcı olmak için önemlidir. Balık sınıflandırması için veri özelliklerinin belirlenmesi ve çıkarılması şunları içerebilir:

Balık türünün uzunluğu, ağırlığı, rengi ve vücut şekli gibi özelliklerinin belirlenmesi. Balığın yaşadığı ortamın sıcaklığı, tuzluluk, pH seviyesi ve diğer çevresel faktörlerin belirlenmesi. Balığın anatomik özelliklerinin belirlenmesi,

örneğin, kafasının şekli, solungaç sayısı, kuyruk şekli, vb. Balığın davranışsal özelliklerinin belirlenmesi, örneğin, yüzerken ki hareketleri, yemek yeme davranışı vb. Bu özelliklerin belirlenmesi, verilerin sınıflandırılmasında kullanılacak özellikleri seçmek için önemlidir. Özellik seçimi, sınıflandırma algoritmalarının doğruluğunu artırmak için de önemlidir (Al-mahasneh ve ark., 2012).

Balık sınıflandırması için verilerin toplanması, işlenmesi ve analizi, doğru sonuçlar elde etmek için önemlidir. Bu süreçte veri toplama, veri ön işleme, veri özellik çıkarımı ve özellik seçimi adımları ele alınmalıdır (Köse ve ark., 2007). Bu adımların doğru bir şekilde uygulanması, balık sınıflandırması için doğru sonuçlar elde etmenize yardımcı olacaktır.

## **1.2. Balık Sınıflandırılmasında Kullanılan Yapay Zekâ Yöntemleri**

Balıkların sınıflandırılması, bilimsel araştırmaların önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Geleneksel olarak, uzmanlar tarafından yapılan balık türlerinin tanımlanması vücut şekli, renk deseni, ölçek boyutu ve sayısı, yüzgeçlerin sayısı ve görelî konumu, yüzgeç ışınlarının sayısı ve türü veya vücut bölümlerinin çeşitli göreceli ölçümleri dahil olmak üzere dış morfolojik özelliklere dayanmaktadır (Regan, 1910); (Rohlf, 1990); (Strauss ve Bond, 1990). Fakat bu geleneksel yöntemler uzmanlık gerektiren ve zaman alan yöntemlerdir ayrıca örneklerin fiziksel olarak toplanmasında yaşanan zorluklarda vardır (Cappo ve ark., 2003); (Ölmez ve Akın, 2020). Bu yüzden son yıllarda araştırmacılar geleneksel manuel yöntemlerin neden olduğu sorunlardan kaçınmak için daha verimli, güvenilir, otomatik ve daha hızlı yöntemler kullanmaya istekli hale gelmişlerdir (Fouad ve ark., 2013); (Li ve ark., 2022). Görüntü işlemeye yönelik teknolojilere dayanan makine öğrenmesi teknikleri, balıkların sınıflandırılmasında kullanılmaya başlanmıştır. Bu görüntüleme teknikleri sadece balığın sınıflandırılması için değil aynı zamanda popülasyon dinamikleri, beslenme alışkanlıkları, avlanma sınırlarını belirleme

veya türelerin korunma stratejilerini uygulamak içinde önemlidir (Fouad ve ark., 2013); (Hnin ve Lynn., 2016).

Yapay sinir ağları, biyolojik sinir sistemleri işleyişini temel alan bir yapay zeka modelidir. Bu ağlar, verileri alır, örüntüleri öğrenir ve daha sonra bu örüntüleri kullanarak yeni verileri sınıflandırabilir (Elmas, 2012). Balık sınıflandırması için kullanılan yapay sinir ağları, özellik çıkarımı ve sınıflandırma aşamalarından oluşur (Sharmin ve ark., 2019). Özellik çıkarımı aşamasında, balık özellikleri veri setinden çıkarılır ve sınıflandırma aşamasında bu özellikler kullanılarak balıklar sınıflandırılır (Krizhevsky ve ark., 2012), (Jager ve ark., 2016). Hridayami ve ark. (2019) yaptıkları çalışma da her biri eğitim amaçlı 10 görüntü ve test amaçlı 5 görüntü içeren 15 görüntü tarafından kapsanan 50 türden oluşan balık veri seti kullanmışlardır. Bu çalışmada, modeli dört farklı veri kümesi türü üzerinde eğitilmiş: RGB renkli uzay görüntüsü, canny filtre görüntüsü, harmanlama görüntüsü ve RGB görüntüsüyle karıştırılmış karıştırma görüntüsü. Sonuçlar, RGB görüntü eğitilmiş modelle karıştırılan görüntünün harmanlanmasının %96,4'lük en iyi gerçek kabul oranı (GAR) değerini sergilediğini, ardından %92,4'lük bir GAR değeriyle RGB renk uzayı görüntü eğitilmiş modelin, canny filtre görüntü eğitilmiş modelin izlediğini göstermişlerdir. Balık türlerinin sınıflandırılmasında birkaç çalışma da evrimsel sinir ağları (CNN) yöntemi kullanmıştır. Rathi ve ark. (2017) 21 balık türünü sınıflandırmak için CNN'e dayalı yeni bir yöntem geliştirdi ve diğer ilgili çalışmalara göre daha yüksek olan yüzde 96,29'luk bir doğruluk elde etti. Sınıflandırma sonuçlarını geliştirmek için toplam 27.142 RGB görüntü sayısını gürültü azaltma, gri tonlama ve diğer ilgili tekniklerle birlikte kullanmışlardır. Simonyan ve Zisserman (2014) geliştirdikleri VGG16 ve VGG19 gibi modeller ile daha iyi öğrenme yeteneklerini elde ettiği için sınıflandırma için kullanılan en iyi CNN modellerinden olmuşlardır. Kratzert ve Mader (2016), VGG16 ile su altındaki balıkları sınıflandırmış ve %93'lük bir doğruluk bulmuştur. Francis Jesmar ve Alexander (2019)'da değiştirilmiş

bir VGG16 ağı kullanarak Verde Adası balık türlerinin sınıflandırılması üzerine yaptıkları çalışmada önceki VGG16 modelinden yeni eğitilmiş model doldurulmuş görüntüler, sınıflandırmanın nihai sonuçlarında muazzam bir artış sağladığı belirtilmiş. Doğruluğu daha da artırmak için, RMSProp optimizasyonunun kullanılması ile eğitim sürecinde değer kaybını azaltılmış ve model, %99'lük bir genel doğruluğa ulaşmış. Banan ve ark. (2020) VGG-16 modeli dört ana sazın görüntüsünde kullanmışlar ve beş kat doğrulama (k-fold cross validation) ile %100'lük bir doğruluk elde edebilmiş. Dey ve ark. (2021), Bangladeş'ten sekiz çeşit yerel tatlı su balığı türünün tanınması için 5 katmanlı CNN'ye dayalı bir FishNet uygulaması ile %3,25'lik bir hata payı %99'lük bir doğrulama doğruluğu elde etmişlerdir. Deka ve ark. (2023) CNN kullanarak tatlı su balık sınıflandırma çalışmasında ResNet-50 ve Alex-Net tarafından maksimum sınıflandırıcı doğruluğu elde etmek için farklı öğrenme oranı, ağırlık ve yanlılık faktörünü araştırmışlardır. Bu iki derin öğrenme modelinin performans analizinden, incelenen her iki veri setinde de Resnet-50 mimarisinin 0,001 öğrenme hızında %100 sınıflandırma doğruluğuna ulaşabildiği gözlemlenmiştir. Ayrıca, ResNet-50 tarafından yanlış sınıflandırma oranının Alex-Net'e kıyasla minimum olduğunu ortaya koymuşlardır.

Balıkların sınıflandırılmasında yapay sinir ağları kullanılarak elde edilen sonuçlar, doğruluk oranı açısından iyi olabilir (Alsmadi ve Almarashdeh, 2022); (Deka ve ark., 2023). Ancak, bu tekniklerin dezavantajlarından biri, aşırı ezberleme (over fitting) eğilimindedirler. Bu, öğrenme sürecinin sadece eğitim verilerinde iyi çalıştığı anlamına gelir ve yeni verilerle karşılaştıklarında hata yapma olasılıkları yüksektir (Li ve ark., 2022).

Makine öğrenimi, bilgisayarların veri analizi yaparak otomatik olarak öğrenmesini ve çıkarım yapmasını sağlayan algoritmalar ve teknikleri içeren bir yapay zekâ yöntemidir (Sönmez ve Zengin, 2019). Bu teknikte, verileri işlemek için bir dizi matematiksel algoritma kullanılır. Balıkların

sınıflandırılmasında makine öğrenimi kullanılarak elde edilen sonuçlar, yapay sinir ağlarından daha iyi olabilir. Makine öğrenimi modelleri, daha geniş bir veri kümesini işleyebilir ve daha az aşırı uyuma eğilimlidir (Hnin ve Lynn, 2016). Ayrıca, makine öğrenimi teknikleri, çoklu sınıflandırma problemleri için uygun olabilir, çünkü verileri birden fazla sınıfa ayrıştırabilirler (Guisande ve ark., 2010). Bu teknoloji, balık popülasyonlarının yönetimi, korunması ve takibi gibi amaçlarla kullanılabilir (Zhao ve ark., 2021).

Ahmet ve ark. (2018) farklı derin öğrenme mimarilerinin kullanılarak balık türlerinin sınıflandırılması üzerine odaklanmışlardır. Bu çalışmada, birçok derin öğrenme modeli kullanılarak sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu modellerin arasında CNN, ResNet, Inception, MobileNet gibi mimariler yer almaktadır. Çalışmanın sonuçları, tüm modellerin yüksek doğruluk oranlarına sahip olduğunu göstermişlerdir. Ali ve ark. (2019) evrişimli sinir ağları (ESA) kullanılarak balık türlerinin sınıflandırılması üzerine odaklanmışlardır. Bu çalışmada, farklı ESA yapıları test edilerek en iyi sonuçlar elde edilmiştir. Çalışmanın sonucu, ESA tekniklerinin balık türlerinin sınıflandırılmasında oldukça etkili olduğunu göstermektedir. Rahman ve ark. (2021) derin evrişimli sinir ağı (DESA) kullanılarak balık türlerinin sınıflandırılması üzerine odaklanmışlardır. DESA tekniklerinin balık türlerinin sınıflandırılmasında oldukça etkili olduğunu göstermişlerdir. Hu ve ark. (2012) Balık türlerini renk , doku ve diğer özelliklerine göre sınıflandırmak için çoklu destek vektör makinalarını (MSVM) önermişlerdir. Balık türleri sınıflandırması için en iyi MSVM, Directed Acyclic Graph Multiple Support Vector Machines (DAG-MSVM) olduğunu belirtmişler. Ren ve ark. (2023) balık türlerinin tanımlanması için hızlı bir yöntem olarak LIBS ve Raman'ın potansiyelini değerlendirmişlerdir. 13 tür balık türünden elde edilen LIBS ve Raman verilerine dayalı sınıflandırma modellerini oluşturmak için destek vektör makinaları (SVM) ve CNN olmak üzere iki makine öğrenme yöntemi kullanılmış. LIBS veya Raman verilerinin kullanılması balık



sınıflandırmasında önemli bir gelişme sağladığı ve CNN modelinin SVM modelinden daha güçlü çalıştığı gösterilmiş. Düşük seviyeli füzyon CNN modeli %98,2 ile en iyi sınıflandırma doğruluğunu sağlarken, orta seviye ve yüksek seviyeli füzyon CNN modellerinin doğrulukları sırasıyla %96,0 ve %95,8 değerleri ile biraz daha düşük bulunmuştur.

Balıkların sınıflandırılmasında derin öğrenme teknikleri kullanılarak elde edilen sonuçlar, diğer tekniklere göre daha yüksek doğruluk oranlarına sahip olabilir (Schulz ve Behnke, 2012); (Lecun ve ark., 2015). Bu teknikler, daha karmaşık balık sınıflandırma problemleri için kullanılabilir ve daha geniş bir veri kümesini işleyebilirler. Derin öğrenme yöntemlerini kullanmak için verisetinin yeterince büyük olması gerekmektedir. Aksi takdirde ezberleme (overfitting) ve yetersiz uyum (underfitting) oluşabileceği için model iyi çalışmayabilir (Deng ve Yu, 2014).

Salman ve ark. (2016) sualtı ortamında balık türleri sınıflandırmasını derin CNN ve iki veri seti LifeCLEF14 ve LifeCLEF15 isimli iki veri setini kullanarak %90'ın üzerinde doğru sınıflandırma oranı belirlemişlerdir. Kayaalp ve Metlek (2021), derin öğrenme yöntemleri alanında sıkça uygulanan ESA yöntemini ile belirli bir veri setinde yer alan görüntülerin içerdiği balık türüne ait öznelikleri başarıyla çıkardılar. Bu öznelikleri, bir çok katmana sahip YSA yöntemi kullanarak sınıflandırdılar ve yapılan çalışmanın sonucunda sınıflandırma performansı %73,72 olarak belirlendi. Knausgård ve ark. (2021) ılıman balık tespiti ve sınıflandırması için ayrı bir derin öğrenmeye dayalı yaklaşım önermişlerdir. Tespit amacıyla YOLOv3 kullanılmış ve sınıflandırma için CNN-SENet kullanarak, YOLOv3 tekniğinin farklı karmaşık çevre koşullarında tek bir balığı başarıyla tespit edebildiğini göstermişlerdir. Nesne algılama, ortalama %86,96 kesinliğe yaklaştığı ve CNN-SENet mimarisi, herhangi bir veri artırma veya görüntü ön işleme olmadan Fish4Knowledge veri setinde %99,27'lik en son teknolojiye sahip doğruluğa ulaşmışlardır.

Ilıman balıklar için ise elde edilen ortalama doğruluk %83,68 olarak bulunmuştur. Chhabra ve ark. (2019) otomatik balık sınıflandırması için bir çalışmada hibrit derin öğrenme yaklaşımı ile özellik çıkarma için önceden eğitilmiş bir VGG16 modelini ayrıca görüntülerden balıkları algılamak ve sınıflandırmak için istifleme topluluğu modeli ile birlikte hibrit bir derin öğrenme modeli kullanmışlardır. Sistemi test etmek için 435 görüntüden oluşan 8 farklı balık türünün farklı sınıfları kullanılmış. Çalışma, diğer son teknoloji algoritmalarla (kNN, SVM, RF ve Decision Tree) karşılaştırılmış ve %93,8'lik bir sınıflandırma doğruluğu ile onlardan daha iyi performans gösterdiği belirtilmiştir. Kandimalla ve ark. (2022) balık tespiti ve tür sınıflandırması için YOLOv3 ve Mask-RCNN adlı iki derin öğrenme modelini uygulayarak, derin öğrenme modellerinin gerçekten de yüksek kaliteli görsel akustik verilerden balık türlerini tespit edip doğru bir şekilde sınıflandırabildiğini göstermişlerdir.

Derin öğrenme, birçok alanda sayısız uygulamada kullanılmıştır, ancak balık sınıflandırması için uygulanabilirliği kısmen araştırıldığı tespit edilmiştir (Rathi ve ark., 2017); (Taheri-Garavand ve ark., 2020); (Knausgård ve ark., 2021). Yapay sinir ağları, makine öğrenimi ve derin öğrenme tekniklerinin farklı avantajları ve dezavantajları vardır. Balıkların sınıflandırılmasında hangi tekniklerin kullanılacağına karar verirken, verilerin doğası, veri kümesinin boyutu ve doğruluk oranı gibi faktörleri göz önünde bulundurmaktır önemlidir (Rathi ve ark., 2017); (Jäger ve ark., 2016) Örneğin, bir veri kümesi küçükse, yapay sinir ağları kullanarak daha iyi sonuçlar elde edilebilir (Haykin, 1999). Ancak, veri kümesi daha büyükse, derin öğrenme teknikleri daha uygun olabilir (Rathi ve ark. 2017). Ayrıca, çoklu sınıflandırma problemleri için makine öğrenimi teknikleri daha iyi sonuçlar verebilir (Goodfellow, 2016). Sonuç olarak, hangi tekniğin kullanılacağı verilerin doğası ve boyutu gibi faktörlere bağlıdır.

Balık sınıflandırması, insanların doğayı anlama ve koruma çabalarının bir parçası olarak devam etmektedir. Yeni teknolojiler ve araştırmalar, balık sınıflandırmasının gelecekte de gelişmeye devam edeceğine işaret etmektedir.

## 2. SONUÇ

Yapay zekâ yöntemleri, balıkların sınıflandırılmasında geleneksel yöntemlerin yerini almaya başlamıştır. Yapay zeka teknikleri, işlemlerin daha hızlı, sonuçların daha doğru ve güvenilir bir şekilde elde edilmesini sağlar. Balık sınıflandırması için doğru veri setleri seçilerek, makine öğrenme yöntemleri ile balıkların sınıflandırılması daha doğru hale getirilebilir. Ayrıca, geleneksel yöntemlerle elde edilemeyen yeni özelliklerin tanımlanması ve sınıflandırma için kullanılması da mümkündür.

Makine öğrenme yöntemleri ve derin öğrenme, balıkların sınıflandırılmasında kullanılan geleneksel yöntemlere alternatif olarak kullanılabilir. Bu teknikler, daha hızlı, daha doğru ve daha güvenilir sonuçlar elde edilmesine imkan tanıyarak balık sınıflandırması alanında büyük bir potansiyele sahiptir. Ayrıca, bu teknikler, balık endüstrisindeki çeşitli uygulamalar için de uygundur. Bu teknikler, balık çiftlikleri için balık popülasyonlarının yönetimi ve kontrolü, denizel çevrenin izlenmesi, balık hastalıklarının teşhisi ve tedavisi gibi birçok alanda kullanılabilir (Fatıma, 2023); (Zion ve ark., 2006); (Wang ve ark., 2021); (Yang ve ark. 2021). Balık endüstrisi, sürekli olarak gelişen ve büyüyen bir endüstri olduğundan, makine öğrenmesi ve veri madenciliği teknikleri, balık sınıflandırması alanında daha fazla kullanılacak ve bu alanda şüphesiz önemli bir rol oynayacaktır.

Derin öğrenme ve yapay sinir ağları, makine öğrenimi alanında kullanılan iki farklı tekniktir. Biyolojik sinir ağlarından ilham alınarak geliştirilen yapay sinir ağı, nöronlardan ve bunların birbirleriyle etkileşimlerinden oluşur. Derin öğrenme yapay zekan alanında yer alan ve yapay sinir ağlarının alt kümesini

oluşturan bir alandır ve genellikle daha derin ve karmaşık ağlar içerir (Sharmin ve ark., 2019).

Yapay sinir ağları, genellikle küçük boyutlu ve daha basit veri setleri üzerinde kullanılır. Bunlar, girdileri işleyerek belirli bir çıktıya dönüştürmek için tasarlanmıştır. Bu ağlar, daha önceden belirlenmiş kurallara dayanarak öğrenir, yani, ağın nasıl çalışacağına dair bir dizi kuralları önceden belirlenmesi gereklidir. Çünkü yapay sinir ağları, yalnızca önceden belirlenen parametreler içinde çalışabilirler (Deka ve ark., 2023).

Derin öğrenme, daha büyük boyutlu ve daha karmaşık veri setleri üzerinde kullanılır. Derin öğrenme, ağın kendisinin, veri setinin farklı özelliklerini belirlemesi ve öğrenmesi için tasarlanmıştır. Bu, daha önce tanımlanmış kuralların kullanılmasına gerek kalmadan, veri setinin içindeki örüntüleri algılama ve analiz etme yeteneğini sağlar. Derin öğrenme, genellikle sinir ağlarından oluşur ve çok katmanlı ağlarda kullanılır (Deng ve Yu, 2014).

Yapay sinir ağları ve derin öğrenme arasındaki en büyük fark, öğrenme yaklaşımlarındadır. Yapay sinir ağları, sınırlı sayıda önceden belirlenmiş parametreler üzerinde çalışırken, derin öğrenme, veri seti içindeki örüntüleri belirleyerek, daha geniş bir öğrenme yelpazesine sahiptir. Yapay sinir ağları, önceden belirlenmiş kurallar içinde hareket ederken, derin öğrenme, veri setlerinin kendi kendine öğrenmesine dayanır (Rathi ve ark. 2017).

Özetle makine öğrenimi balıkların sınıflandırılması alanında geleneksel yöntemlerin yerini alarak daha hızlı, daha doğru ve daha güvenilir sonuçlar sağlamaktadır. Bu teknikler, balık endüstrisindeki birçok uygulama için de kullanılabilir ve bu alanda önemli bir rol oynamaya devam edecektir.

Balık sınıflandırılmasında yapay zekâ yöntemleri hakkında yapılacak gelecekteki araştırmalar şunları içerebilir;

1)Daha büyük veri setleri kullanarak daha karmaşık modellerin test edilmesi: Balık türlerini sınıflandırmak için kullanılan veri setleri sınırlı sayıdadır. Gelecekteki araştırmalar, daha büyük veri setleri toplayarak ve daha karmaşık model yapıları kullanarak sınıflandırıcıların performansını artırmayı hedefleyebilir.

2)Otomatik öznitelik çıkarımı yöntemleri: Öznitelik mühendisliği, verilerin sınıflandırma algoritmaları tarafından işlenebilir hale getirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Gelecekteki araştırmalar, otomatik öznitelik çıkarımı yöntemleri kullanarak balık türlerinin sınıflandırılmasın da daha iyi sonuçlar elde edilebilir.

3)Çoklu sensör verilerinin kullanımı: Balık türlerinin sınıflandırılmasında sadece görüntü verileri değil, aynı zamanda ses, titreşim veya hareket sensörlerinden elde edilen veriler de kullanılabilir. Gelecekteki araştırmalar, bu farklı veri kaynaklarını kullanarak daha doğru sınıflandırıcılar geliştirmeyi amaçlayabilir.

4)Yeni balık türlerinin sınıflandırılması: Yeni keşfedilen veya daha önce tanımlanmamış balık türleri sınıflandırılabilir. Gelecekteki araştırmalar, bu türlerin tanınması ve sınıflandırılması için yapay zekâ yöntemleri geliştirilebilir.

## KAYNAKÇA

- Ali, S. S. F. M. M., Chowdhury, S. S. M., Azad, M. A. (2019). Fish Species Recognition Using Convolutional Neural Networks. *IEEE International Conference on Electrical, Computer and Communication Engineering (ECCE)*, P. 1-5, Coimbatore, India
- Alsmadi, M.K., Almarashdeh, I. (2022). A survey on fish classification techniques. *Journal of King Saud Universty Computer Information Science*, 34(5): 1625–1638
- Al-mahasneh, A. M. A., Al-hamdi, A. H., Al-omari, M. A. (2012). Data features selection and size reduction for fish classification. *International Journal of Computer Science and Network Security*, 12 (2): 26-31
- Arcila, D., Pyron, R. A., Tyler, J. C., Ortí, G. (2015). An evaluation of fossil tip-dating versus node-age calibrations in tetraodontiform fishes (Teleostei: Percomorphaceae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 82: 131-145
- Banan, A., Nasiri, A., Taheri-Garavand, A. (2020). Deep learning-based appearance features extraction for automated carp species identification. *Aquacital Engineering* 89: 102053
- Baker, B. K., (2013). Data Collection and Analysis for Fish Population Management. *Fisheries Research*, 123 (3):12
- Cappo, M., Harvey, E. S., Malcolm, H., Speare, P. (2003). Advantages and applications of novel “video-fishing” techniques to design and monitor marine protected areas. *Aquatic Protected Areas-What works best and how do we know*, P. 455–464
- Chen, Y., Li, Y., Narimatsu, H., Ji, D., Su, F. (2019). Deep learning based fish recognition system for underwater environment. *Ocean Engineering*, 175: 121-131

- Chhabra, H.S., Srivastava, A.K., Nijhawan, R. (2019). A hybrid deep learning approach for automatic fish classification. *In Proceedings of ICETIT 2019: Emerging Trends in Information Technology*, P. 427-436. Springer International Publishing
- Deng, L., Yu, D. (2014). Deep learning: methods and applications. *Foundations and Trends in Signal Processing*, 7 (3–4): 1–199
- Deka, J., Laskar, S., Bakliyal, B. (2023). Automated Freshwater Fish Species Classification using Deep CNN. *Journal of The Institution of Engineers (India): Series B*, 1-19.
- Dey, K., Hassan, M.M., Rana, M.M., Hena, M.H. (2021). Bangladeshi indigenous fish classification using convolutional neural networks. *International Conference Information Technology (ICIT)*, P. 899–904. IEEE
- Di, W., Lei, Z. (2019). Automatic fish species recognition via deep convolutional neural networks. *Neurocomputing*, 357: 38-46
- Elmas, Ç. (2012). *Yapay zekâ uygulamaları, yapay sinir ağları – bulanık mantık– genetik Algoritma*, Ankara
- Fatima, N., Yadav, V. (2023). Fish Species Classification Using Convolutional Neural Networks. *In International Conference on IoT, Intelligent Computing and Security*, P. 413-423. Springer, Singapore
- Francis Jesmar, P., Alexander, A. (2019). Classification of fish species with augmented data using deep convolutional neural network. *9th International Conference on System Engineering and Technology (ICSET), 7 October 2019*, P. 365-401. Shah Alam, Malaysia
- Fouad, M.M.M., Zawbaa, H.M., El-Bendary, N., Hassanien, A.E. (2013). Automatic Nile tilapia fish classification approach using machine learning techniques. *In 13th international conference on hybrid intelligent systems (HIS 2013)*, P. 173-178. IEEE

- Grande, L. (2010). An empirical synthetic pattern study of gars (Lepisosteiformes) and closely related species, based mostly on skeletal anatomy. *He resurrection of Holostei. Ichthyology & Herpetology*, 10(2A), 1
- Guisande, A., Manjarrés-Hernández, P., Pelayo-Villami, C., Granado-Lorencio, I., Riveiro, A., Acuña, E., Prieto-Piraquive, E., Janeiro, J.M., Matías, C., Patti, B., Patti, S., Mazzolla, S., Jiménez, V., Duque, F., (2010). IPEz: An expert system for the taxonomic identification of fishes based on machine learning techniques. *Fisheries Research*, 102: 240-247
- Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A. (2016). *Deep learning*, 1. MIT press
- Haykin, S. S., (1999). *Neural Networks: A Comprehensive Foundation*. Prentice Hall. ISBN 978-0-13-273350-2
- Hu, J., Li, D., Duan, O., Han, Y., Chen, G., Si, X. (2012). Fish species classification by color, texture and multi-class support vector machine using computer vision. *Computers and Electronics in Agriculture*, 88: 133-140
- Hnin, T. T., Lynn, K.T., (2016). Fish Classification Based on Robust Features Selection Using Machine Learning *Techniques In Genetic and Evolutionary Computing: Proceedings of the Ninth International Conference on Genetic and Evolutionary Computing, August 26-28, 2015*, P. 237-245. Yangon, Myanmar. Springer International Publishing
- Hridayami, P., Putra, I. K. G. D., Wibawa, K. S. (2019). Fish species recognition using VGG16 deep convolutional neural network. *Journal of Computing Science and Engineering*, 13(3), 124-130.
- Jäger, J., Rodner, E., Denzler, J., Wolff, V., Fricke-Neuderth, K. (2016). Object proposal classification for fish detection in underwater videos, in CLEF. Working Notes 481–489.



- Kandimalla, V., Richard, M., Smith, F., Quirion, J., Torgo, L., Whidden, C. (2022). Automated detection, classification and counting of fish in fish passages with deep learning. *Frontiers in Marine Science*, 2049.
- Kayaalp K., Metlek S. (2021). Derin öğrenme ile balık türlerinin tespiti. *International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry*, 5(3): 569- 576.
- Knausgård, KM, Wiklund, A., Sjørdalen, TK. (2022) Temperate fish detection and classification: a deep learning based approach. *Applied Intelligence*, 52: 6988–7001.
- Köse, M. Y., Öz, C., Temiz, H. (2007). Artificial Neural Networks in Fish Classification and Detection. *International Journal of Natural and Engineering Sciences*, 1(3): 43-47.
- Krizhevsky, A., Sutskever, I., Hinton, G.E., (2012). Imagenet classification with deep convolutional neural networks. *Advances in neural information processing systems* 1097-1105.
- Kratzert, F., Mader, H. (2016). Fish species classification in underwater video monitoring using Convolutional Neural Networks. EGU general assembly conference 18 May 2016, Vienna Austria
- Lecun, Y., Bengio, Y., Hinton, G. (2015). Deep Learning. *Nature*, 521 (7553): 436–444.
- Li, Q., Li, C., Li, Y., Li, Y. (2019). Fish classification using deep convolutional neural network with transfer learning. *Information Processing in Agriculture*, 6(4): 547-552.
- Li, D., Wang, Qi., Li, X., Niu, M., Wang, He., Liu, C. (2022). Recent advances of machine vision technology in fish classification. *Journal Marine Sciences* 79 (2): 263–284.
- Nelson, J.S. (2006). *Fishes of the World*. 4th Edition, John Wiley Sons, Hoboken, 601.

- Ölmez, A., Akin, Ş. (2020). Spatial and temporal variation in feeding habits *Squalius cephalus* living in Suat Uğurlu and Hasan Uğurlu dam lakes. Black Sea Journal of Engineering and Science, 3 (1): 8-14
- Pradeepa, C., Dhanalakshmi, S. (2013). Veri ön işleme teknikleri ve balık sınıflandırması için uygulamalar, International Journal of Scientific Engineering Research, 4 (10): 1241-1245.
- Rathi, D., Jain, S., Indu, S. (2017). Evrimsel Sinir Ağı ve Derin Öğrenme Kullanılarak Sualtı Balık Türlerinin Sınıflandırılması. Ninth International Conference on Advances in Pattern Recognition (ICAPR) 1-6.
- Rahman, M. R., Ahmed, K., Islam, M.S., Azad, M.A. (2021). Fish Species Recognition Using a Deep Convolutional Neural Network. International Conference on Information Science and Systems (ICISS), Baltimore, MD, USA, 1-5.
- Regan, C.T. (1910). The Asiatic fishes of the family Anabantidae. Proceedings of the Zoological Society of London 767-787
- Rohlf, F. J., (1990). Morfometri. Annualy Rev. Ecology Sitems 21: 299 – 316
- Ren, L., Tian, Y., Yang, X., Wang, Q., Wang, L., Geng, X., Wang, K., Du, Z., Li, Y., Lin, H. (2023). Rapid identification of fish species by laser-induced breakdown spectroscopy and Raman spectroscopy coupled with machine learning methods. Food Chemistry. 400: 134.
- Salman, A., Jalal, A., Shafait, F., Mian, A., Shortis, M., Seager, J., Harvey, E. (2016). Fish species classification in unconstrained underwater environments based on deep learning. Imnology and Oceanography: methods, 14: 570–585.
- Salman, A., Maqbool, S., Khan, A. H., Jalal, A., Shafait, F. (2019). Real-time fish detection in complex backgrounds using probabilistic background modelling. Ecological Informatics, 51, 44-51.

- Schulz, H., Behnke, S. (2012). Deep Learning. *Künstliche Intelligenz*, 26 (4): 357–363.
- Sharmin, I., Islam, N.F., Jahan, I. (2019). Machine vision based local fish recognition. *Springer Nature Applied Sciences*, 1: 1529.
- Sönmez, O., Zengin, K. (2019). Yiyecek ve içecek işletmelerinde talep tahmini: yapay sinir ağları ve regresyon yöntemleriyle bir karşılaştırma. *European Journal of Science and Technology Special Issue, Özel sayı*: 302-308.
- Simonyan, K., Zisserman, A. (2014). Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition. 1–14.
- Strauss, R. E., Bond, C. E. (1990). Taxonomic methods: morphology. *Methods for fish biology*, 109-140.
- Taheri-Garavand, A., Nasiri, A., Banan, A., Zhang, Y.D. (2020). Smart deep learning-based approach for non-destructive freshness diagnosis of common carp fish. *Journal Food Engineering*, 278:109930.
- Wang, G., Muhammad, A., Liu, C., Du, L., Li, D. (2021). Automatic Recognition of Fish Behavior with a Fusion of RGB and Optical Flow Data Based on Deep Learning. *Animals*, 11: 2774.
- Yang, X., Zhang, S., Liu, J., Gao, Q., Dong, S., Zhou, C. (2021). Deep learning for smart fish farming: Applications, opportunities and challenges. *Reviews Aquaculture*, 3: 66–90.
- Zion, B., Doitch, N., Ostrovsky, V., Alchanatis, V., Segev, R., Barki, A., Karplus, I. (2006). Ornamental fish fry counting by image processing. *Agricultural Research Organization, Bet Dagan*.
- Zhao, S., Zhang, S., Liu, J., Wang, J., Zhu, J., Li, D., Zhao, R. (2021). Application of machine learning in intelligent fish aquaculture: A review. *Aquaculture*, 540.

## BÖLÜM 3

### TARIMDA ÖNEMLİ ZARARLI İKİ NOKTALI KIRMIZI ÖRÜMCEK ( *Tetranychus urticae* Koch)

Doç. Dr. Ayşe YEŞİLAYER<sup>1\*</sup>

---

<sup>1\*</sup> Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Tokat, Türkiye, ayse.yesilayer@gop.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-6654-5834



## 1. GİRİŞ

### 1.1. İki Noktalı Kırmızı Örümcek (*Tetranychus urticae*)

Tetranychidae familyasında yer alan kırmızı örümcekler tarım alanında önemli fitofag türleri içermektedir. Bugüne kadar dünyada 85 cins içerisinde 1300'den fazla tür tespit edilmiştir (Pan ve ark., 2022).

Kırmızı örümceklerin de içinde yer aldığı akarlar genel olarak çıplak gözle görülmezler, onları böceklerden ayıran en önemli özellikleri kanatsız, antensiz olmalarıdır, ayrıca böcekler üç çift bacaklı iken, akarların 4 çift bacağı bulunur.

Arthropoda şubesinin içinde akarların yer aldığı Acari alt sınıfı taksonomik olarak iki takımdan oluşur.

1. Parasitiformes

2. Acariformes

Taksonomik sınıflandırmada stigmalarının bulunduğu yere göre akaralar; fitofag akarlar (prostigmata), predatör yada faydalı akarlar (mesostigmata), keneler (metastigmata), depo akarları (astigmata), toprak akarları (cryptostimata) olarak ayrılır (Hoy, 2011).

Dünyada ilk kez Koch iki noktalı kırmızı örümcekleri tanımlamıştır (Fasulo ve Denmark, 200). Kırmızı örümceklerin orjinin Avrupa olduğu bilinmektedir. Tuttle ve Baker (1968) bu türü yaptıkları çalışmada Amerika'nın kuzeyi ve Avrupadaki yaprağını döken meyve ağaçlarında tespit etmiştir. Polifag bir tür olan *T. urticae*, park süs bitkileri, meyve, sebze, sera, bahçe ve tarla bitkilerinin dışında yabancı otlar da belirlenmiştir, bunun dışında Türkiyede de yaygın olarak yetiştirilen çok sayıda meyve dışında, aynı zamanda üvez (*Sorbus domestica*) gibi ticari üretimi henüz gelişmemiş meyve türlerinin de özellikle geçit bölgelerinde ki illerde (Tokat gibi) tüketimi yaygın olan bitkilerde de zararı bilinmektedir (Bolland ve ark., 1998; Yeşilayer ve Çobanoğlu

2009;2011;2013; Öz Atasever ve Gerçekcioğlu, 2013;Yeşilayer ve Aslan, 2018).

Kırmızı örümcekler (Tetranychidae) dünyadaki prostigmata alt takımı içindeki fitofag akarlar içinde ilk sırada yer alır, ekonomik anlamda 100'ün üzerinde konukçusunun bulunduğu ve bunun dışında da 3877 farklı bitki türü üzerinde tespit edildiği bildirilmiştir (Hoy, 2011; Migeon ve Dorkeld, 2006–2013).

Polifag bir tür olan ve Tetranychidae familyası içinde yer alan *Tetranychus urticae*, Türkçe iki noktalı kırmızı örümcek (Two Spotted Spider Mites) olarak bilinmektedir. Örümcek olarak nitelendirilmelerinin sebebi ağ örebilme kabiliyetinden ileri gelmektedir.

Kültür bitkilerinin zararlısı iki noktalı kırmızı örümcekler ekonomik kayıplara da neden olmaktadır.

Bulut ve Madanlar (2005), Ödemiş-Bademli'de yürüttükleri bir çalışmada, 3 farklı tür akar ve 3 farklı tür böcek tespit etmişlerdir. Yaygınlık ve bulaşıklık tespiti sırasında meyve fidanlıklarında en çok rastlanan zararlıların başında *T. urticae* olduğunu rapor etmişlerdir.

Yine Bademli'de elma fidanı yetitiricileri ile yapılan anket çalışmasında KKD-Katılımcı Kırsal Değerlendirme yöntemi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda genellikle üreticilerin karşılaştıkları hastalık ve zararlıların kırmızı örümcek, yaprak biti, yaprak pireleri, külleme, karaleke olduğu tespit edilmiştir (Tutar, 1999).

Türkiye'de farklı araştırmacıların yıllar içinde tespit ettiği tetranychid türleri yıl sırasına göre;

*Amphitetranychus viennensis* (Zacher, 1920) Düzgüneş 1961

*Bryobia berlesei* Eynhoven, 1957 Düzgüneş 1963

*Bryobia dikmenensis* Eynhoven ve Vacante, 1985 Eynhoven ve Vacante 1985

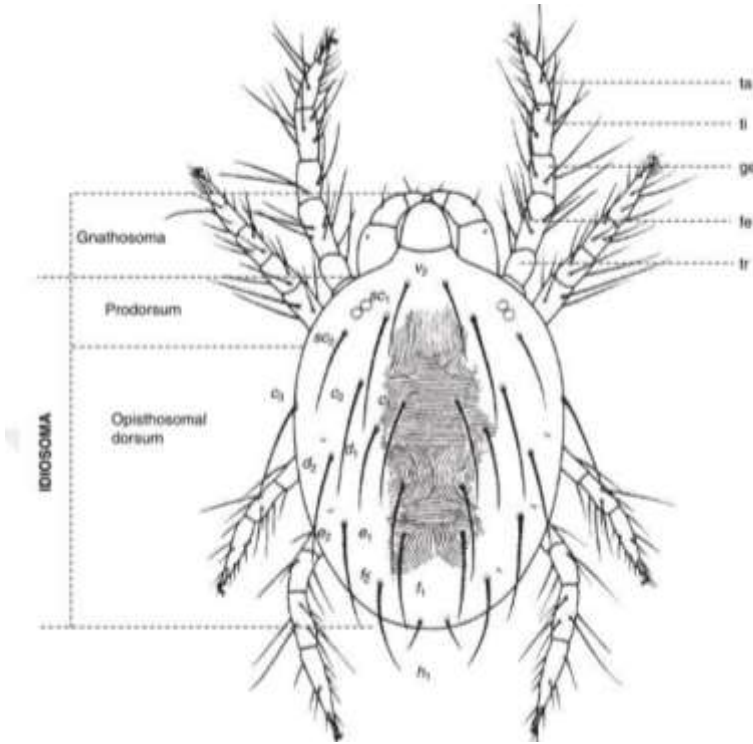
- Bryobia kissophila* Eynthoven, 1955 Düzgüneş 1963
- Bryobia praetiosa* Koch, 1836 Düzgüneş 1954, Yeşilayer ve Çobanoğlu, 2015
- Bryobia rubrioculus* (Scheuten, 1857) Düzgüneş 1954, Yeşilayer ve Çobanoğlu, 2015
- Eotetranychus carpini* (Oudemans, 1905) Önuçar ve Ulu 1988, Yeşilayer ve Çobanoğlu, 2015
- Eotetranychus coryli* Reck, 1950 Özman ve Çobanoğlu 2001
- Eotetranychus populi* (Koch, 1838) Düzgüneş 1965, Yeşilayer ve Çobanoğlu, 2015
- Eotetranychus pruni* (Oudemans, 1931) Düzgüneş 1963
- Eotetranychus tiliarium* (Hermann, 1804) Düzgüneş 1963
- Eotetranychus uncatatus* Garman, 1952 Yanar ve Ecevit, 2005, Yeşilayer ve Çobanoğlu, 2015
- Eurytetranychus buxi* (Garman, 1935) Çobanoğlu ve ark. 2014
- Eutetranychus orientalis* (Klein, 1936) Jeppson ve ark. 1975
- Oligonychus aceris* (Shimer, 1869) Önuçar ve Ulu 1988
- Oligonychus coffeae* (Nietner, 1861) Gökçe ve ark.. 2020
- Oligonychus coniferarum* (McGregor, 1950) Ecevit 1977, Yeşilayer ve Çobanoğlu, 2015
- Oligonychus ununguis* Jacop, 1905 Yüksel ve Ulusoy, 2000, Yeşilayer ve Çobanoğlu, 2015
- Panonychus citri* (McGregor, 1916) Düzgüneş 1952
- Panonychus ulmi* (Koch, 1836) Düzgüneş 1963, Yeşilayer ve Çobanoğlu, 2015
- Petrobia (Petrobia) latens* (Müller, 1776) Düzgüneş 1963
- Tetranychus desertorum* Banks, 1900 Düzgüneş 1962
- Tetranychus evansi* Baker & Pritchard, 1960 Kazak ve ark. 2017
- Tetranychus solanacearum* Cobanoglu ve Ueckermann, 2015 Çobanoğlu ve ark.. 2015
- Tetranychus tumidellus* Pritchard ve Baker, 1955 Düzgüneş 1959



*Tetranychus turkestani* (Ugarov ve Nikolskii, 1937) Düzgüneş 1954  
*Tetranychus urticae* Koch, 1835 Düzgüneş 1954, Yeşilar ve Çobanoğlu, 2015  
*Tetranychopsis horridus* (Canestrini & Fanzago, 1876) Özman ve Çobanoğlu  
 2001 (İnak, 2021).

## 1.2 Tanımı

Dişiler oval 400µm büyüklüğünde, yeşilimsi-sarı, kahverengi yada turuncu renge olabilirler. Ancak en yaygın görülen yeşilimsi sarı ve şeffaf renkli olanlardır. Kışlık dişi turuncu olarak görülmektedir. Dişi bireyler dorsalde 12 çift seta taşır. Vucutları gnathosoma ve idiosoma olarak iki kısma ayrılmıştır (Helle ve Sabelis 1985) (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. *Tetranychus urticae* dorsal görünüş (Vacante, 2010).

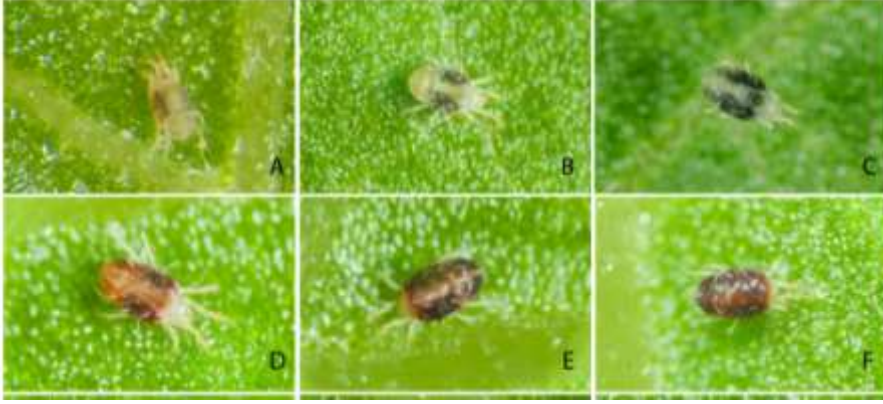
Erkek bireyler genel olarak dişilere göre daha küçüktür, abdomene doğru vücut ince ve sivri olarak görülür. Erkek bireydeki aedeagus ve şekli tür teşhisi için kullanılır. Dişinin dorsalde yer alan iki lekesi şeffaf gövdenin yanlarında net olarak görülebilir. Bu lekeler yumurtadan çıkan akarlarda bulunmazken beslendikçe yanlarda birikerek bu lekelenmeyi oluşturur ki, bu görünümünden ötürü iki noktalı kırmızı örümcek adını almıştır (Anonim, 2023; Vacante, 2010).

Tuttle ve Baker (1968)'e göre ılıman bölgelerde bulunan akarlar genellikle sarımsı yeşil renkli olurken kışlayan dişiler turuncu yada portakal renkli olabilirler. Tropik bölgelerde yaşayanların ise daha kırmızımsı olduğu bildirilmekle birlikte, akarın dönemi, beslenmesine ve konukçusuna göre de varyasyon gösterebildiğini belirtmişlerdir (Şekil 1.2).



**Şekil 1.2.** *Tetranychus urticae* genel görünüm J. F. Walgenbach file (Anonim, 2023b).

*Tetranychus urticae*'nin Yeşil ve Kırmızı formlarına ait yapılan bir çalışmaya (Auger P. ve ark., 2013) ait bulgular Şekil, 13.'te verilmiştir.



**Şekil 1.3.** A. Sarımsı yeşil renkteki dişi B. Sarımsı renk dişi C. Yaşlı koyu renk dişi D. Karmen kırmızısı renk dişi E. Koyu kırmızı dişi F. Yaşlı koyu renk dişi (Auger P. et al., 2013).

Bu renk değişimi ile ilgili olarak Tetranychidae familyasında yer alan *T. urticae* ve *Tetranychus cinnabarinus* Boisduval morfolojik olarak ayırılmalarının zor olması nedeniyle yıllarca araştırmacılar tarafından farklı tür olarak kabul edilmiş ve çok tartışılmıştır (Dupont 1979; Gotoh and Tokioka 1996; Zhang and Jacobson 2000). Bunun nedeni her iki türünde polimorfik olması ve farklı coğrafi koşullar ve konukçularda tür içi farklılıkların olmasından kaynaklanmaktadır (van de Bund and Helle 1960; Wang 1981).

Bir çok tetranychid akar taksonomisti, *T. cinnabarinus*'un *T. urticae* ile eşanlamlı olduğunu ve vücut renginin bu iki türü ayırt etmek için bir karakter olarak verilmediğini düşünmektedir (Meyer, 1987; Baker ve Tuttle, 1994; Bolland ve ark., 1998; Ehara, 1999). Bu araştırmacılara göre, *T. urticae*, yeşil ve kırmızı olmak üzere iki ayrı renk formunda karşımıza çıkar.

Son yıllarda bu konu ile yapılan bazı moleküler çalışmalarda iki türün synonym olduğu belirtilmiştir (Navajas, 1998; Hinomoto et al., 2001; de Mendonça et

al., 2011; Sun et al., 2012). *T. cinnabarinus* dışında, yapılan çalışmalar sırasında *T. urticae*'ye morfolojik olarak çok benzeyen *Tetranychus truncatus* Ehara ve *Tetranychus turkestani* (Ugarov and Nilolskii) türlerinin de moleküler yöntemlerle daha kolay ayırtedilebildikleri görülmüştür (Navajas et al. 1996; Ros and Breeuwer 2007).

### 1.3. Biyoloji ve Yaşayış

Dişi birey daha büyük, erkek birey ise daha küçüktür. Kırmızı örümcekler, yumurtadan ergin oluncaya kadar 5 farklı dönem geçirir. Bir dönemden diğerine gömlek değiştirme ile geçerken dinlenme (quiescent) dönemi geçirirler. Erkek bireylerin dişilere göre daha erken ergin olduğu bilinmektedir (Helle ve Sabelis 1985). Saito 2009'a göre erkek dişinin durgun olduğu dönemde bekleyerek, gömlek değiştirerek ergin olan dişi ile çiftleşir.

Kırmızı örümcek popülasyonunda erkek dişi oranına bakıldığında, dişiler daha çoktur. Yumurtada çıkan larva, nimf ve erginler sokucu emici ağız yapısına sahiptir ve genel olarak yaprak altında parankima dokusu ile beslenerek, klorofil kaybına neden olur, dakikada 18-22 hücreyi tahrip ettiği tahmin edilmektedir (Şekil, 1.4).

Ağır bulaşmada yapraklar kahverengileşir ve bitki ölür (Zhang,2003). Kışı çatlak ve yarıklarda, bitki artık ve döküntüleri ile yabancı otlarda olgun dişi halinde geçiren kırmızı örümcekler, örtü altında uygun koşullar nedeni ile döl vermeye devam eder (Bryon, et. al., 2017).



Şekil 1.4. *Tetranychus urticae*'nin yapraktaki zararı (Anonim, 2023c).

#### 1.4. Kontrol ve Mücadele

İki noktalı kırmızı örümceğin, fidanlık, sebze, süs bitkisi, bahçe ve tarladaki kültür bitkilerine bulaşması ve buraya yaerlaeşerek çoğalma potansiyeli yüksek olan bir zararlıdır.

Kanatları olmadığı için yürüyerek bir bitkiden diğerine bulaşır. Birincil göç şekli rüzgardır. *Tetranychus urticae*, 8 km/sa gibi düşük rüzgarlarda göç eder, ancak daha güçlü rüzgarlarda göç etmeyi tercih eder rüzgarlar (Boykin and Campbell 1984). Genel olarak mücadelede kimyasallar kullanılır. Hızlı üreme ve ilaçlara direnç geliştirmeleri nedeni ile faydalılarının belirlenmesi ve mücadelede korunmaları oldukça önemlidir. Phytoseiidler fitofag akar mücadelesinde en çok kullanılan biyolojik ajanlardır Döker ve ark., 2022). Bunlar arasında *Phytoseiulus persimilis* (Phytoseiidae), en bilinen faydalısıdır

ve ticari olarak satılmaktadır. örneğin üzümlerdeki *Tetranychus pacificus*'un mücadelesinde kırmızı örümceğin kontrol edildiği bilinmektedir (Hanna ve ark., 1997). Amarikada bilinen diğer ticari predatör akar türleri; *Mesoseiulus longipes*, *Neoseiulus californicus*, *Galendromus occidentalis* A ve *Amblyseius fallicus* ve *A. swirskii*'dir (Osborne, 1999). Bunun yanısıra kültürel ve mekanik mücadele ilede control desteklenerek akar popülasyonu control altına alınabilir.

**Sonuç olarak**, kırmızı örümcekleri control etmek için kimyasal olarak akarisit uygulaması yapılacaksa direnç gelişmesini engellemek için, çok sık uygulama yapılmamalı, kimyasallara alternatif olarak çevre ve insanlara duyarlı preparatlar kullanılmalıdır. Kırmızı örümceklerin kışladığı yabancı ot ve bitki artıklarının dikkatli şekilde temizliğine dikkat edilmelidir. Predatörlere etkisi olmayan seçici akarisidal uygulamalar yapılarak çevreye duyarlılık ve farkındalığı arttırmak için çiftçiler bilgilendirilmelidir. Azotlu gübrelerin yoğun uygulanması ve su stresinin akar popülasyon yoğunluğunu arttırdığından bunlarında uygulamalarının dikkatli bir şekilde yapılması ve bu konuda çiftçilerin bilinçlendirilmesi oldukça önemlidir (Wermelinger et. al.; 1985; Wilson et al., 1985; Oi et al. 1989; Youngman et al., 1988).

**KAYNAKÇA**

- Anonim, (2023a). Twospotted spider mite - *Tetranychus urticae* Koch (ufl.edu). (Erişim tarihi;23.03.2023).
- Anonim, (2023b). Twospotted Spider Mite | NC State Extension Publications (ncsu.edu). (Erişim tarihi;26.04.2023).
- Anonim, (2023c). File:Tetranychus urticae 2.jpg - Wikimedia Commons. (Erişim tarihi;23.03.2023).
- Auger, P., Migeon, A., Ueckermann, E.A., Tiedt, L. and Navajas, M. (2013). Evidence for synonymy between *Tetranychus urticae* and *Tetranychus cinnabarinus* (Acari, Prostigmata, Tetranychidae): review and new data. *Acarologia* 53(4): 383–415.
- Baker E.W., Tuttle D.M. (1994). A guide to the spider mites (Tetranychidae) of the United States . West Bloomfield, USA: Indira Publishing House. pp. 347.
- Bolland, H.H., Gutierrez, J. and Flechtmann, C.H.W. (1998). World catalogue of the spider mite family (Acari: Tetranychidae). Brill, Leiden.
- Boykin, L.S. and Campbell W.V. (1984). Wind dispersal of the two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae) in North Carolina peanut fields. *Environmental Entomology* 13: 221-227.
- Bryon, A., Kurlovs, A.H., Van Leeuwen, T. and Clark, R.M. (2017). A molecular-genetic understanding of diapause in spider mites: current knowledge and future directions. *Physiological Entomology*, 42(3), 211-224.
- Bulut, H.S. ve Madanlar, N. (2005). Bademli (Ödemiş, İzmir) beldesi meyve fidanlıklarında toprak üstünde saptanan zararlı böcek ve akar türleri ile doğal düşmanları. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 42 (1):67-74s.
- Dupont, L.M. (1979). On gene flow between *Tetranychus urticae* Koch, 1836 and *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) Boudreaux, 1956 (Acari:

- Tetranychidae): synonymy between the two species. *Entomologia Experimentalis Et Applicata*. 25:297-303.
- de Mendonça R., Navia D., Diniz I., Auger P., Navajas M. (2011). A critical review on some closely related species of *Tetranychus sensu stricto* (Acari: Tetranychidae) in the public DNA sequences databases — *Experimental and Applied Acarology*: 1-23.
- Düzgünes, Z. (1952). Citrus mites in Turkey. *Bitki Koruma Bülteni*, 1: 6-11.
- Düzgüneş, Z. (1954). Orta Anadolu'da meyve ağaçlarına zarar veren tetranychidae familyası türleri üzerinde sistematik ve biyolojik çalışmalar ve mücadele denemeleri. Ziraat Vekaleti Neşriyat ve Haberleşme Müdürlüğü, 706
- Düzgüneş, Z. (1959). *Tetranychus tumidellus* “Yer-fıstığı akarı”. *Bitki Koruma Bülteni* 1: 10–14
- Düzgüneş Z (1962). Pamuk akarları (kırmızı örümcekler). *Türkiye Ziraatına Zararlı Olan Böcekler ve Mücadelesi* 6: 70–77.
- Duzgunes, Z. (1965). The variation in the peritreme of the genus *Eotetranychus* Oud.. *Bollettino di Zoologia Agraria e di Bachicoltura*, 7: 15-18.
- Döker, I, Kazak, C., Karut, K. (2022). First report of *Neoseiulus roumelioticus* (Acari: Phytoseiidae) in Turkey. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*. 13 (2): 154-159
- Ecevit, O. (1977). *Oligonychus coniferarum* (Mcgregor) Acarina: Tetranychidae) üzerinde morfolojik çalışmaları. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8(1)
- Ehara S. (1999). Revision of the spider mite family Tetranychidae of Japan (Acari, Prostigmata). *Species Diversity*, 4: 63-141.
- Gotoh, T. and Tokioka, T. (1996). Genetic compatibility among diapausing red, non-diapausing red and diapausing green forms of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Japanese Journal of Entomology*, 64 215-225.



- Gökce, M.P., Karagöz, M., Faraji, F. and Cakmak, I. (2020). Mite species composition and their population densities on chestnut trees in Turkey. *International Journal of Acarology*, 1-7
- Helle, W. and Sabelis, M.W. (1985). *Spider mites: their biology, natural enemies and control*. Elsevier, 458 pp, Amsterdam.
- Hinomoto N., Dinh Pha T., Anh Tuan P., Thi Bao Ngoc L., Tajima R., Ohashi K., Osakabe M., Takafuji A. (2007). Identification of spider mites (Acari: Tetranychidae) by DNA sequences: a case study in northern Vietnam. *International Journal of Acarology*. 33: 53-60.
- Hoy A.M. (2011). *Agricultural acarology: introduction to integrated mite management*. Boca Raton, FL, USA: CRC Press.
- İnak, E. (2021). İç Anadolu Bölgesindeki Tetranychid akarların (Acari: Tetranychidae) DNA barkodlamasi ve *Tetranychus urticae* popülasyonlarının bazı akarisitlere karşı direnç durumlarının belirlenmesi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. 91 s.
- Jeppson, L.R., Keifer, H.H. and Baker, E.W. (1975). *Mites injurious to economic plants*. Univ of California Press, 614 pp, California.
- Kazak, C., Döker, İ. and Karut, K. (2017). First record of invasive tomato spider mite *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae) in Turkey. *International Journal of Acarology*, 43(4), 325-328.
- Meyer M.K.P.S. (1987). African Tetranychidae (Acari: Prostigmata) – with reference to the world genera. *Entomology Memoir, Department of Agriculture and Water Supply, Republic of South Africa*, 69: 1-175
- Migeon A, Dorkeld D (2006–2013). *Spider Mites Web: A Comprehensive Database for the Tetranychidae*. Montpellier, France: INRA. Available online at <http://www.montpellier.inra.fr/CBGP/spmweb>.
- Navajas M., Fournier D., Lagnel J., Gutierrez J., Boursot P. (1996). Mitochondrial COI sequences in mites: evidence for variations in base composition — *Insect Mol. Biol.*, 5: 281-285.

- Navajas M. (1998). Host plant associations in the spider mite *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): insights from molecular phylogeography. *Experimental Applied Acarology*. 22: 201-214.
- Oi, D.H., Sanderson, J.P., Youngman, R.R., & Barnes, M.M. (1989). Development times of the Pacific spider mite (Acari: Tetranychidae) on water-stressed almond trees. *Environmental Entomology* 18: 208-212.
- Osborne, L.S., Peña, J.E., O.i., D.H. (1995). Predation by *Tapinoma melanocephalum* (Hymenoptera: formicidae) on twospotted spider mites (Acari: Tetranychidae) in Florida Greenhouses. *Florida Entomologist* 78 565-570.
- Önuçar, A. ve Ulu, O. (1988). Kestane ağaçlarında bulunan akar türleri hakkında kısa bilgiler. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 12(1), 33-38.
- Öz Atasever, Ö., Gerçekcioğlu, R. (2013). Tokat ekolojisinden selekte edilen üvez (*Sorbus domestica* L.) genotiplerinin bazı bitkisel özellikleri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 6 (2): 97-101
- Özman, S.K. and Çobanoğlu, S. (2001). Current status of hazelnut mites in Turkey. *Acta Horticulturae*, 479-487.
- Pan, Xiaojuan, Ochoa, R., Jin, D. and Yi, T. (2022). Review on the genus *Stylophoronychus* (Acari: Tetranychidae), with description of a new species. *Insects*. 13 (12), 1176.
- Ros V.I.D., Breeuwer J.A.J. (2007). Spider mite (Acari: Tetranychidae) mitochondrial COI phylogeny reviewed: host plant relationships, phylogeography, reproductive parasites and barcoding. *Experimental Applied Acarology*. 42: 239-262.
- Saito, Y. (2009). *Plant mites and sociality: diversity and evolution*. Springer, 187 pp, Japan.
- Sun J.T., Lian C., Navajas M., Hong X.Y. (2012). Microsatellites reveal a strong subdivision of genetic structure in Chinese populations of the mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *BMC Genetic*. 13

- Tuttle, D.M. and Baker, E.W. (1968). Spider mites of Southwestern United States and a revision of the family tetranychidae. Tucson: University of Arizona Press.
- Tutar, M., 1999, İzmir İli Ödemiş ilçesi Bademli beldesinde elma fidanı yetiştiriciliğinde karşılaşılan sorunlar ve çözüm önerileri. Ege Üniversitesi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Vacante, V. (2010). Citrus mites: identification, bionomy and control. CABI, 392 pp, UK.
- van de Bund, C.F. & Helle, W. (1960). Investigation on the Tetranychus urticae complex in north west Europe (Acari: Tetranychidae). Entomologia experimentalis & applicata, 3, 142-156.
- Wermelinger B., Oertli J.J., & Delucchi V. (1985). Effect of host plant nitrogen fertilisation on the biology of the two-spotted spider mite, Tetranychus urticae. Entomologia Experimentalis et Applicata 38: 23-28.
- Wilson, L.T., Smilanick, J.M., Hoffman, M.P., Flaherty, D.L., & Riuz, S.M. (1988). Leaf nitrogen and position in relation to population parameters of Pacific spider mite, Tetranychus pacificus (Acari: Tetranychidae) on grapes. Environmental Entomology 17: 964-968.
- Wang, F.-H. (1981). Acariformes: Tetranychoida. economic insect fauna of China, 23, 1-150 [in Chinese].
- Yanar, D. ve Ecevit, O. (2005). Tokat ilinde elma (*Malus communis* L.) bahçelerinde görülen bitki zararlısı ve predatör akar türleri. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 20(1), 18-23.
- Yesilayer, A. ve Çobanoğlu S. (2009). Major mites listed in Turkey's external quarantine.international journal of acarology, International Journal of Acarology. 36: 483-486.3.
- Yesilayer, A. and Çobanoğlu, S. (2011). Predatory mite species phytoseiidae (Acari) distribution on ornamental plants and parks of Istanbul, Turkey. Türkiye Entomoloji Bülteni, 1: 3-15.

- Yeşilayer, A. and Çobanoğlu, S. (2013). İstanbul (Türkiye) park ve süs bitkilerinde tespit edilen Raphignathoid akarları (Acari and: Prostigmata: Raphignathoidea). *Türkiye Entomoloji Dergisi*. 37: 93-103.
- Yeşilayer, A. ve Çobanoğlu, S. (2015). İstanbul Park ve Bahçelerindeki Tetranychidae Türleri. *Gaziosmanpaşa Journal of Scientific Research*. 11: 90-98.
- Yeşilayer, A ve Aslan, H.N. (2018). Bazı kekik türlerinden elde edilen uçucu yağların iki noktalı kırmızı örümcek (*Tetranychus urticae* Koch, Acari:Tetranychidae) üzerine repellent etkisi. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*. 6(2).13-20.
- Youngman, R.R., Sanderson, J.P., Barnes, M.M. (1988). Life history parameters of *Tetranychus pacificus* McGregor (Acari: Tetranychidae) on almonds under differential water stress. *Environmental Entomology* 17: 488-495
- Zhang Z., Jacobson R.J. (2000). Using adult female morphological characters for differentiating *Tetranychus urticae* complex (Acari: Tetranychidae) from greenhouse tomato crops in UK. *Systematic Applied Acarology*, 5: 69-76.
- Zhang, Z.Q. (2003). *Mites of greenhouses: identification, biology and control*. CABI Publishing, 244 pp, UK.



## BÖLÜM 4

### TÜRKİYE SEBZECİLİĞİNİN YÜKSELEN DEĞERİ: KUŞKONMAZ (*Asparagus officinalis*)

Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül DURUKAN KUM<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri.Bölümü Tokat, Türkiye. aysegul.durukan@gop.edu.tr rcid ID: 0000-0001-5193-0628



## 1. GİRİŞ

Kuşkonmaz, yaklaşık 300 tür ve üç alt cinsten oluşan *Asparagaceae* familyasına ait çok yıllık otsu bir bitkidir (Clifford ve Conran, 1987). İlk kültüre alındığı zamandan itibaren hem insan beslenmesindeki yeri hem de tıbbi özellikleri bakımından önemli bir sebze türü olmuştur. Avrupa da çok sevilen ve tüketilen bir sebze olmasına rağmen ülkemizde önemli miktarda üretim ve tüketimi yoktur (Akay, 2016) (Şekil 1). Kuşkonmazın bazı yabani formları Anadolu'da besin olarak tüketilse de yetiştiriciliği, bitkinin üçüncü yılından itibaren verime yatması ve çok yıllık olmasının da katkısı ile çok yaygın değildir (Eşiyok, 2012); (Köklü ve ark., 2020). Son yıllarda kuşkonmaz yetiştiriciliği yüksek karlılık ve ihraç olanakları ile popüler sebze türleri arasındaki yerini almıştır.



Şekil 1. *Asparagus officinalis* (Anonim, 2022)

## 2. EKONOMİK ÖNEMİ, ANAVATANI VE YAYILMA ALANLARI

*Asparagaceae* familyasının bir üyesi olan kuşkonmaz Avrupa ve Asya kıyıları boyunca ortaya çıkmış ve yaklaşık 2000 yıldır yetiştirilmektedir (Island, 2005). Anavatanı, aynı zamanda kültüre alındığı Doğu Avrupa, Kafkasya ve Sibirya'dır (Sturtevant, 1890). Dünya üzerindeki yayılımı Doğu Avrupa ülkelerinden Yunanistan ve Roma'ya daha sonra da haçlı seferleri ile Arap yarımadasında yayılım göstermiştir (Reuther, 1984). Kuşkonmaz yetiştiriciliği



ile ilgili ilk yazılı bilgiler MS. 65 yılına dayanmaktadır (Luzny, 1979); (Anido ve Cointry, 2008). Günümüzde tropikal bölgelerden Akdeniz iklimine; kurak ve yarı kurak bölgelere kadar dünya genelinde oldukça geniş yayılım göstermiştir. Türkiye kuşkonmazın anavatanı sınırları içerisinde yer almakta ve birçok yabancı ve endemik kuşkonmaz formunu da içinde barındırmaktadır (Akay, 2016). Ülkemizde özellikle Akdeniz Bölgesi, Doğu ve Batı Anadolu da doğal olarak yetişmektedir (Sancaktaroğlu ve ark., 2011).

*Asparagus* cinsinin sistematikteki yeri aşağıda verilmiştir (Anonim, 2021b).

**Alem:** Bitkiler (Plantae)

**Bölüm:** Kapalı Tohumlular (Angiosperms)

**Sınıf:** Liliopsida (Monocotyledoneae)

**Takım:** Asparagales

**Familiya:** Asparagaceae (Kuşkonmazgiller)

**Cins:** *Asparagus*

Dünyada *Asparagus* türleri (Anonim, 2021b)

- *Asparagus aethiopicus* - Sprenger's Asparagus Fern
- *Asparagus africanus* - African Asparagus
- *Asparagus asparagoides* - Smilax, (Australia) Bridal Creeper
- *Asparagus cochinchinensis* - Chinese Asparagus
- *Asparagus declinatus* - Foxtail Asparagus Fern, (Austr.) Bridal vein
- *Asparagus densiflorus* - Ground Asparagus, Basket Asparagus
- *Asparagus densiflorus* - Sprenger's Asparagus
- *Asparagus falcatus* - Sickletorn
- *Asparagus macowanii* - Ming Fern
- *Asparagus officinalis* - Asparagus
- *Asparagus officinalis officinalis* - Garden Asparagus

- *Asparagus officinalis prostratus* - Belgium, Britain, France, Germany, Ireland, Spain and The Netherlands.
- *Asparagus plumosus*- Asparagus Fern, Climbing Asparagus
- *Asparagus Plumosus Nanus* - is a greenhouse variety
- *Asparagus racemosus* - Wild Asparagus
- *Asparagus scandens* - Climbing Asparagus
- *Asparagus setaceus* - Fern Asparagus, Lace Fern
- *Asparagus sprengeri* - Emerald Fern
- *Asparagus umbellatus* - Green Asparagus
- *Asparagus virgatus* - Broom Fern

Türkiye'deki *Asparagus* türleri aşağıda verilmiştir (Anonim, 2016).

- *Asparagus acutifolius* (tilkişen)
- *Asparagus aphyllus* (izmiye)
- *Asparagus aphyllus subsp. orientalis* (papazsakalı)
- *Asparagus coodei* (tülötu) endemik
- *Asparagus filifolius* (tikenpisiği)
- *Asparagus lycaonicus* (tuzkırgını) endemik
- *Asparagus lycicus* (kırgınotu) endemik
- *Asparagus officinalis* (kuşkonmaz)
- *Asparagus palaestinus* (tülüzümü)
- *Asparagus persicus* (mereço)
- *Asparagus tenuifolius* (üç kuşkonmaz)
- *Asparagus trichophyllus* (üç kuşkonmaz)
- *Asparagus verticillatus* (gilemşe)

Günümüzde kuşkonmaz sürgünleri, taze, dondurulmuş ve konserve olarak tüketilmektedir. Özellikle Amerika ve Almanya başta olmak üzere Avrupa ülkelerinde oldukça değerlidir. Çin, Amerika ve Afrika ülkelerinde oldukça geniş alan ve miktarlarda üretimi yapılmaktadır (Tablo 1).

**Tablo 1.** Dünyada Kuşkonmaz Üretimi (x1000 ton)

Ülke	2017	2018	2019	2020	2021
<b>Çin</b>	730880	739394	730278	733558	734444
<b>Peru</b>	383	36063	35679	36937	36512
<b>Meksika</b>	24568	27768	27220	30058	32899
<b>İran</b>	218	2177	2193	2184	2185
<b>Tayland</b>	25	2372	1957	1882	1818
<b>Şili</b>	983	109	1191	1149	1217
<b>Avustralya</b>	879	852	818	849	840
<b>Arjantin</b>	1034	104	1034	1036	1037
<b>Yunanistan</b>	13	9	8	8	10
<b>Japonya</b>	26	27	27	27	2706
<b>Almanya</b>	131	133	131	118	119

Kaynak: (Anonim, 2023a)

Ülkemizde ise 1960'larda yetiştiriciliğine başlansa da pazarlama sorunları nedeni ile kurulan kuşkonmaz bahçeleri de kurumuştur (Vural, 2012). Ancak son yıllarda doğru planlama ile birim alandan yüksek gelir elde etme olanakları ile kuşkonmaz üretimi yükselişe geçmiştir (Tablo 2).

**Tablo 2.** Türkiye Kuşkonmaz Üretimi (Ton)

Şehir	2017	2018	2019	2020	2021	2022
<b>Ankara</b>			2	2	9	10
<b>Antalya</b>				602	603	724
<b>Balıkesir</b>	9	10	10	11	10	16
<b>Bursa</b>					1	1
<b>Düzce</b>				1	1	1
<b>Edirne</b>			3	3	33	36
<b>Eskişehir</b>	169	159	159	394	398	399
<b>Manisa</b>				20	24	55
<b>Muğla</b>				37	37	53
<b>Sakarya</b>				8	7	8
<b>Samsun</b>					1	1
<b>Yalova</b>				1	0	2
<b>İzmir</b>					32	36
<b>Toplam</b>	178	169	174	1079	1156	1342

Kaynak: (Anonim, 2023b)

### 3. KULLANIM ALANLARI

Kuşkonmaz yaygın olarak insan beslenmesinde, çorbası, yemeği yapılarak ve garnitür olarak kullanılmaktadır (Sancaktaroğlu ve ark., 2011). Toprak üstü herdem yeşil, narin fillokadlı sürgünleri, saksılı süs bitkisi olarak ve kesme çiçeklerde buket aranjmanlarında kullanılmaktadır (Zeybek ve Zeybek, 1994). Bitkinin toprak altı ve toprak üstü aksamının farklı tıbbi amaçlarla kullanılmasının yanı sıra antioksidan özelliğe de sahip olduğu bildirilmektedir (Mfengwana ve Mashele, 2020). Kuşkonmaz tıbbi yararları için doğu ülkelerinde uzun yıllardır diüretik, öksürük önleyici olarak kullanılmaktadır. Modern tıbbın gelişmesiyle, hipertansiyon, hiperglisemi ve dislipidemi gibi hastalıkları önleyici etkileri olduğu belirtilmektedir (Nishimura ve ark., 2013). Aynı zamanda anti-oksidan ve anti-aging özellikleri ile bağışıklığı güçlendirdiği ve kanser önleyici özelliğe sahip olduğu da bildirilmektedir (Guo ve ark., 2020). Kuşkonmazın besin değeri Tablo 3'te verilmiştir.

**Tablo 3.** 100 g Çiğ Kuşkonmazın Besin Değerleri

Toplam yağ	0,1 g
Sodyum	2 mg
Potasyum	202 mg
Karbonhidrat	3,9 g
Lif	2,1 g
Şeker	1,9 g
Protein	2,2 g
C Vitamini	5,6 mg
Kalsiyum	24 mg
Demir	2,1 mg
B6 Vitamini	0,1 mg
Magnezyum	14 mg

Kaynak: (Anonim, 2021a)

### 4. MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ

#### 4.1. Kök

Bitkinin çok yıllık kısmını oluşturan rizom kök, etli depo ve lifli emici tomurcuk kümelerinden meydana gelen köklerden oluşur (Şekil 2).

Çimlenmeyle birlikte gelişen kök, hipokotilin genişlemesiyle taç kısmını oluşturmaya başlar. Bitki fide döneminde dahi çok yoğun ve gelişmiş bir kök yapısına sahiptir. Bir yıllık genç kuşkonmaz pençeleri bile 50 cm toprak derinliğinde, enine kesitleri 4-7 mm arasında değişen 10-14adet kök oluşturabilir. Yaşlanan bitkilerin pençelerinin altından yeni kökler oluşmaya başlar ve eskileri parçalanarak ölürler (Robb, 1983). Pençelerin üst kısmındaki taçlardan hasat edilen sürgünler oluşur (Nichols ve Woolley, 1985). Bitki depo köklerinde, sonraki yılın sürgünleri için besin maddesi biriktirir. Yaşlanan kökler çürüyerek kaybolurken yan taraflarında yeni depo kökler oluşur ve bu şekilde bitkiler kayarak yer değiştirir. Pençeler bu şekilde uzun yıllar varlıklarını gösterirler ancak toprağın 30-40 cm'lik kısmının donduğu soğuk iklimlerde pençeler ölür. Bitkinin çok yıllık olması ve eski köklerin atık oluşturması nedeniyle kültür yenilediğinde toprak yorgunluğuna neden olur; ancak başka bitkilerle yapılan münavebe ile bu atıklar diğer bitkilerin beslenesinde gerekli olan değerli organik maddeyi oluştururlar (Vural ve ark., 2000); (Şalk ve ark., 2008).



Şekil 2. Kuşkonmaz Kök Yapısı (Anonim, 2020c)

## 4.2. Gövde

Kuşkonmazın pençeleri üzerinde oluşan gözlerin ilkbaharda sürmesi (Şekil 3) ile çok dallı 120-180 cm boya ulaşabilen gövde oluşur (Tutinve ark., 1980). Aynı zamanda bu etli yapıdaki gövde bitkinin yenen kısmını oluşturur. Her yıl

sonbaharda gövde sararıp kururken ilkbaharda yeniden sürer. Başlangıçta gevrek ve çabuk kırılabilen sürgünler yaşlandıkça dokuların daha selülozik yapı oluşturmasıyla dayanıklılık kazanırlar (Vural ve ark., 2000); (Şalk ve ark., 2008). Bu sürgünler toprak altında beyaz renkli iken toprak üstünde yeşilimsi renk alır (Fehér, 1992).



Şekil 3. Kuşkonmaz Sürgünleri (Anonim, 2020a)

### 4.3. Yaprak

Kuşkonmaz gövdesi üzerinde sık boğumlara ve bu boğumlarda uç kısımları sivri pullara sahiptir (Şekil 4). Pulların koltuklarından yaprak ve çiçekler çıkar. Yapraklar, iğne şeklinde küçük dar yapıda ve çok sayıdadır (Tanker ve ark., 2007). Kesitleri yuvarlak ve uca doğru sivri olan metamorfoz yapraklara cladot adı verilir. Sonbaharda gövdenin de yaşlanmasıyla sarararak dökülürler (Vural ve ark., 2000); (Şalk ve ark., 2008).



Şekil 4. Kuşkonmaz yaprakları (Navie, 2016)

#### 4.4. Çiçek

Kuşkonmaz dioiktir ancak monoik olan bitkilere de rastlanabilir. Bitkiler ilk yıl vegetatif dönemde kalırken ikinci yıl çiçeklense de bazı bitkiler birinci yılın sonunda da çiçeklenebilir (Anido ve Cointry, 2008). Üçüncü yıldan itibaren tüm bitkiler çiçeklenir (Şekil 5). Dişi çiçeklerde anterler, erkek çiçeklerde de dişi organ körelmiş haldedir.



Şekil 5. Kuşkonmazda Dişi Çiçekler (Saunders, 2023)

Körelmiş anterler beyaz renklidir ve polen oluşturamazlar; erkek çiçeklerdeki sağlıklı anterler sarı renklidir. Aynı zamanda bazı bitkilerde çiçekler, andromonoik (erkek ve erselek hermafrodit çiçeklerin aynı bitki üzerinde bulunması) ve gynomonoik (dişi ve erselek çiçeklerin aynı bitki üzerinde olması) özelliktedir. Hafif kavuniçi renkteki erkek çiçekler, dişilere göre daha iridir ve taç yaprakları dışa doğru kıvrılmış durumdadır. Sarımtırak yeşil renkte ve çan şeklindeki dişi çiçekler, üç karpellidir. Bitkilerin cinsiyeti ancak 3-6. yılda tespit edilebilir (Vuralve ark., 2000); (Şalk ve ark., 2008).

#### 4.5. Meyve

Üzümü yapıdaki kuşkonmaz meyveleri, başlangıçta yeşil iken olgunlukta kırmızı renk alarak yumuşarlar (Afroz ve Hassan, 2008). Meyve 3 karpellidir ve her karpelde 1-2 tohum bulundurur (Şekil 6). Tohumlar oldukça koyu kıvamlı bir sıvının içinde bulunurlar. Kuşkonmaz en erken 2. yılda meyve

meydana getirebilir ve bu özelliklerini 7. yıla kadar devam ettirirler; daha sonra bitki çiçeklenemez (Şalk ve ark., 2008).



Şekil 6. Kuşkonmaz Meyveleri (Kinder, 2019)

#### 4.6. Tohum

Kuşkonmaz tohumları, çok kalın kabuklu, siyah renkte, böbrek veya yuvarlak şekillidirler (Şekil 7). Bir gramda 40-55 adet tohum bulunur. Çimlenme süresi iklim ve çevre koşullarına göre değişiklik gösterebilir; optimum koşullarda 15 gün içerisinde çimlenirler. Çimlenme karanlık koşullarda daha iyi olduğundan yüzlek ekim yapmaktan kaçınılmalıdır. Tohumlar çimlenme güçlerini 3-6 yıl koruyabilirler (Kubitzki ve Rudall, 1998).



Şekil 7. Kuşkonmaz Tohumları (Anonim, 2023c)



## 5. EKOLOJİK İSTEKLERİ

### 5.1. İklim

Kuşkonmaz yetiştiriciliğinde, hasat döneminin az ya da yağışsız geçmesi sürgün kalitesi ve sağlığı açısından önemlidir. Yağışlı iklim koşulları, sürgünlerin çürümesine neden olarak verim kaybı meydana getirir. Sıcaklık ortalaması 15-20 °C olan ve bitkinin dormant durumda kalmasına izin veren, kışın düşük sıcaklık ve kuraklık periyodunun olduğu her yerde yetiştirilebilir. Çimlenme döneminde 30 °C, sürgün döneminde ise 25-26 °C sıcaklıklar bitki gelişimi için optimumdur. Sıcaklığın 38 °C ve üzerinde olması durumunda bitki toprak yüzeyinden itibaren dallanma gösterir. 15 °C gibi düşük sıcaklıklarda sürgün ucu açılmaz ve bitki ancak 75-100 cm'den sonra dallanır.

Aynı zamanda, sürgün döneminde iken kuvvetli ve kuru esen rüzgarlar, sürgünlerin zayıf, cılız ve şeklinin kavisli olmasına neden olarak pazar değerini düşürür. Bitkinin pençelerinin derinde olması, bitkiyi düşük ve yüksek sıcaklıklardan korur; bu durum, kuşkonmaz yetiştiriciliğinin geniş bir coğrafyada yapılmasına da olanak sağlar. (Vural, 2012); (Vural ve ark., 2000); (Şalk ve ark., 2008).

### 5.2. Toprak İstekleri

Bitki, oldukça hafif karakterli ve gevşek bünyeli toprakları sever. Kuşkonmazın bu özelliği, yetiştiricilikte kullanılmayan kumsal alanların da kullanılmasına olanak sağlar. Kumlu topraklar, çabuk ısınması ve kolaylıkla havalanabilme özelliği ile sürgün gelişimini teşvik eder; verim ve kaliteyi yükseltir, su tutma kapasiteleri düşük olduğu için pençelerde çürüme meydana gelmez. Aynı zamanda sürgünlerin üzerindeki toprağın kolay açılmasını sağlayarak, hasatı da kolaylaştırır. İyi bir gübreleme programı ile kumsal alanlar kuşkonmaz yetiştiriciliği için değerlendirilebilir. Ağır bünyeli topraklar, bitkinin pençe ve sürgünlerinin şeklinin bozulmasına, çürümesine neden olur; pençelerin ömrünü kısaltır. Ayrıca yetiştiricilikte en önemli maliyet toprak işlemdir; ağır bünyeli

topraklar aynı zamanda maliyeti de artırır. Toprak pH'sının 5.0-8.0 arasında olması uygundur. (Vural, 2012); (Vural ve ark., 2000); (Şalk ve ark., 2008).

## **6. YETİŞTİRME TEKNİKLERİ**

Kuşkonmaz üretimi, tohumla (generatif) ya da ayırma (vejetatif) yöntemi ile yapılabilir.

### **6.1. Generatif Üretim**

Üretim, soğuk yastıklara ekilen tohumlarla gerçekleştirilir. Yastıklar, iyi güneşlenen bir yerde 30 cm derinliğinde işlenmelidir. Bölgenin iklim özelliklerine göre tohumlar, mart- mayıs aylarında ekilebilir. Yetiştirme ortamı dekara 10 ton hesabı ile organik maddece zenginleştirilmelidir. Tohum ekimi yapıldığı dönemde sıcaklık minimum 10 °C; optimum 20-25 °C olmalı. Ekim sıra arası 20-40 cm ve sıra üzeri 10-15 cm mesafe ile; 2-3 cm derinliğinde yapılmalıdır. Çevre koşullarına bağlı olarak tohumlar 3-4 hafta içinde çimlenirler. Bir dekarlık alanda kuşkonmaz yetiştiriciliği için, 50 m<sup>2</sup>lik alana 50-200 g tohum kullanılmalıdır. Başlangıçta bitkiler zayıf ve küçüktürler; bu dönem den itibaren düzenli şekilde sulama ve yabancı ot kontrolü yapılmalıdır. Bitkilerin gelişimi takip edilerek, zayıf olmaları durumunda özellikle azotlu gübrelemeye önem verilmelidir. Aynı yılda sürgün boyları 30 cm'ye ulaşırlar. Bakım işlemlerine eylül ayına kadar devam edilir; eylül ayında yavaşlamaya başlayan bitki gelişimi ekim ayından itibaren durur. Doğru ve iyi bakım şartları altında bir yılda pençeler yeterli iriliğe ulaşırlar. Dikim iriliğindeki bir pençenin üzerinde 5-6 adet sürgün gözü bulunur. Ekim ayında bitkinin toprak üstü aksamaları kurur. Özellikle soğuk kış koşulları altındaki bölgelerde pençelere zarar verilmeden dikkatli bir şekilde sökülerek; dikim zamanına kadar kuru kum-torf karışımı ortamda, serin bir depoda saklanmalıdır. Ilıman iklim bölgelerinde pençeler fideliklerde bırakılabilir. Pençeler söküldükten sonra, üzerinde bulunan kuru sürgünler kesilmelidir. Kalın kök ve saçakları canlı doku

görülünceye kadar kesilen pençeler, dikime hazır hale gelir (Vural ve ark., 2000); (Şalk ve ark., 2008).

## **6.2. Vejetatif Üretim:**

Kuşkonmaz bitkisinin vejetatif üretimi pençelerin ayrılması ile yapılır. Rizom kökler üzerlerinde 1-2 adet sürgün ucu ve saçak kök bulunacak şekilde ana gövdeden ayrılır ve ilkbahara kadar 4-5 °C sıcaklıkta bekletilir. İlkbaharda toprak hazırlığı yapıldıktan sonra pençelerin dikimi gerçekleştirilir (Anonim, 2008).

## **7. DİKİM VE BAKIM VE HASAT İŞLEMLERİ**

Ülkemizde kuşkonmazın dikimi mart-mayıs ayları arasında gerçekleştirilir. Bitki 6-7 yıl gibi uzun yıllar aynı bölgede yetişmeye devam edeceği için yabancı ot ve hastalık kontrolü yapılmalıdır. Dikimden önce toprak doğal ve yapay gübrelere zenginleştirilerek, ilki 50 cm, ikinci 35- 40 cm derinlikte sürülmelidir. 120-140 cm sıra arası ve 35-40 cm derinlikte karıklar açılarak dikim yerleri hazırlanır. Pençelerin dikileceği yerlere %50 ahır gübresi, %50 toprak karışımı ile hazırlanan harçtan 4-5 cm kalınlığında konarak; pençelerin harç içine dikimi gerçekleştirilir, üzeri yine 4-5 cm kalınlığında aynı harç ile kapatılır. Dikimden sonra pençelerin toprak ile temasını artırmak için sulanır; ancak toprak nemli veya hava yağışlı ise sulamaya gerek yoktur. Dikim sırasında, pençelerin eşit derinlikte ve aynı hızda dikilmeleri daha sonra yapılacak olan kümbetleme işlemi için büyük önem arz etmektedir; bu nedenle dikim sıralarının başına ve sonuna uzun yıllar dayanacak özellikte kazıklar çakılarak, ip çekildikten sonra dikim gerçekleştirilmelidir. Aynı yıl içerisinde, hastalık -zararlı mücadelesi ve sulama bakım işlemleri dışında başka bir işlem yapılmaz. Aynı yılın sonbaharında, bitkiler 2-3 gövdeli olarak, 80-100 cm boylanır. Bitkilerin toprak üstündeki kısmı kurur ve bu kısım pençelerin 2-3 cm üzerinden kesilir. Bitkilerden ilk üç yıl verim alınmaz ancak bakım işlemleri devam etmelidir (Vural ve ark., 2000); (Şalk ve ark., 2008); (Island, 2005).

İlk yıl, sürgün gelişimine izin verilerek hasat yapılmaz. Kurak günlerde sık sık sulama yapılmalıdır; aynı zamanda yabancı ot mücadelesi ve çapa işlemi ile sürgünlerin üzeri kapatılarak hendek doldurma işlemi yapılmalıdır. Birinci yıl bitkilerin gelişim periyodunda nisan- mayıs ve haziran-temmuz ayları arasında dekara 20-30 kg amonyum nitrat veya amonyum sülfat verilmelidir. Sonbaharda, bitkilerin toprak üstü kısmı kurur ve toprağın 10 cm üzerinden kesilerek atılır. Toprak üstünde görünür durumdaki anız, bitkilerin yerinin belli olmasını sağlayarak, gübreleme ve toprak işleme esnasında bitkilerin zarar görmesini önler. İkinci yılda, yapılan bakım işlemleri birinci yıl ile aynıdır. Bitkiler üzerinde hasat edilebilir sürgünler olsa da bitkinin sağlıklı ve verimli gelişebilmesi için hasat yapılmamalıdır (Lloyd ve McCollum, 1938). Üçüncü yılın ilkbaharında toprak üzerinde bırakılan anızlar dikkate alınarak, bitki üzeri açılır ve bırakılan sürgünler pençelerin 2 cm üzerinden, pençeye zarar verilmeden kesilir. Bu işlem yapıldıktan sonra hava açık ve güneşli ise birkaç gün bitkilerin üzeri 2-3 gün kapatılmadan ısınarak uyarılması sağlanır. Daha sonra pençelerin üzerine 30-35 cm yükseklikte kümbetler oluşturulur. Erkencilik sağlamak amacıyla kümbetlerin üzeri malçla kaplanır hasatın başlamasıyla birlikte malç kaldırılır. Malçlama işlemi aynı zamanda sürgün sayısı ve sürgün kalınlığını da artırmasına yardımcı olmaktadır. Üçüncü yıldan itibaren hasata başlanır, ancak ileriki yıllarda verimin ve bitki sağlığının iyi olması için çok yoğun hasattan kaçınılmalıdır (Dufault , 1984); (Akan, 2014).

Yeni kurulan bir plantasyonda, üçüncü yılın ilkbaharından itibaren 2 hafta aralıklarla hasat yapılabilir. Yeşil kuşkonmaz çeşitleri, sürgün boyları 18-25 cm uzunluğa ulaştığında, toprak seviyesinden kırılarak veya özel kuşkonmaz bıçakları ile kesilerek hasat yapılabilir. Beyaz çeşitler toprak yüzeyinde kabartı oluşturduğu an hasat zamanıdır. Sürgünlerin güneş görmesi durumunda klorofil veya antosiyenin teşekkül eder ve sürgün ucunda istenmeyen renk değişimi meydana gelir. Bu nedenle beyaz kuşkonmaz çeşitlerinde, hasat için sürgünlerin üzerindeki toprak açılarak, sürgün dip kısmından keskin bir bıçakla

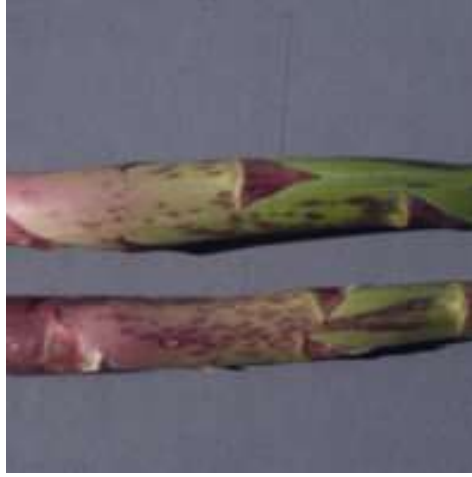
kesilmelidir. Kesim esnasında pençenin yaralanmaması hasattaki en önemli husustur. Hasat sabah çok erken saatlerde hatta mümkünse gün doğmadan hemen önce her gün veya gün aşırı olacak şekilde aynı saatlerde yapılmalıdır. Yeni sürgünler kalite kriterlerinin altındaki kalınlıkta ise hasat erken sonlandırılmalıdır, aksi halde pençe kuvveti azalarak sonraki yılların verimini olumsuz etkiler (Kuepper ve Thomas, 2001).

Hasat edilen sürgünler içi nemli bez kaplı kaplara düz şekilde konarak üzerine yine nemli bir bez örtülmelidir. Hasattan hemen sonra sürgünler, üzerine soğuk su püskürtülerek veya soğuk suya daldırılarak hidro soğutma yapılmalıdır. Hidro soğutma yapılarak 2 °C'de 3-4 hafta depolanabilen sürgünler, 0°C'de 10 günden fazla depolandığında üşüme hasarı oluşabilir. Sürgünler, 10 °C'de 1 hafta; 20 °C'de 2 gün ve 30 °C'de yalnızca yarım gün depolanabilirler. %3-%6'lık nem kaybı sürgün kalitesini önemli ölçüde düşürdüğünden depodaki bağıl nem oldukça önemlidir. Ayrıca depolama esnasında sürgünlerin etilene maruz kalması da sürgünlerin sertleşmesine neden olur. Kontrollü atmosferli depolar, sürgünlerin muhafazası için daha uygundur (Vural ve ark., 2000); (Kuepper ve Thomas, 2001); (Island, 2005); (Şalk ve ark., 2008).

## 8. ÖNEMLİ HASTALIKLAR

### 8.1. Mor benek (Purple Spot) (*Stemphylium vesicarium*)

Kuşkonmaz sürgünlerinde oval şekilli mor çökük lezyonlar, cladotlarda bronz ve kahverengi lezyonlar şeklinde kendini gösterir (Şekil 8). Pseudothecia, yağmur ve rüzgar yoluyla askosporları serbest bırakarak birincil enfeksiyona neden olur. Conidia, bitki dokusuna stomalardan giriş yapar ve taçtaki karbonhidrat rezervini etkileyerek ürün kaybına neden olur. Aynı zamanda Fusarium ve Phytophthora'ya karşı daha duyarlı hale getirebilir. Mücadelesinde, bahçe kontrolleri iyi yapılmalı ve bitki kalıntıları ortadan kaldırılmalıdır (Morrisonve ark., 2014); (Avan, 2021); (Pierce, 2023).



Şekil 8. Kuşkonmazda Mor Benek Hastalığı (Anonim, 2023d)

## 8.2. Pas Hastalığı (Rust) (*Puccinia asparagi*)

Yapraklarda lezyonlara neden olur (Şekil 9). Dört spor türünün neden olduğu dört farklı lezyon oluşur. İlkbaharda, oval, açık yeşil lezyonlar oluşur; erken yaz döneminde bu lezyonlar çökük hale gelir ve turuncuya döner; yaz ortasında, yapraklardaki yeni lezyonlar kiremit kırmızısı renktedir ve bitki yüzeyinin üzerinde "kabarcıklı" görünür. Erken sonbahara gelindiğinde yapraklardaki lezyonlar siyahlaşır ve şiddetli enfeksiyonlar bitkilerin yapraklarını dökebilir. Erken yaprak dökümü, genç bitkilerin bodurlaşmasına ve ölümüne neden olurken sürgün kalitesi ve pazarlanabilir verimi düşürür; aynı zamanda bir sonraki yılın verimini de olumsuz etkiler. Mücadelesinde, yaz başında genç bitkilerde aeciosporlar kontrol edilmelidir. Sıra arası mesafeler geniş tutularak ve hakim rüzgarlar yönünde konumlandırılarak yaprak nemleri en aza indirilmelidir. Hastalığa karşı dayanıklı veya toleranslı çeşitler seçilmelidir. Bitki atıkları torak yüzeyinde bırakılmamalıdır (Avan, 2021); (Morrisonve ark., 2014); (Pierce, 2023).



Şekil 9. Kuşkonmazda Pas Hastalığı (Özer, 2021)

### 8.3. *Fusarium* Kök, Gövde ve Taç Çürüklüğü (*Fusarium* Crown, Root and Lower Stem Rot) (*Fusarium oxysporum*)

Özellikle bitkiler kuraklık nedeniyle strese girdiğinde enfeksiyon riski artar. Kök, gövde veya taçlarda kızıl renkli lezyonlar oluşur (Şekil 10). Bitkilerin cladotlarında sararma meydana gelir. Erken dönemde fideliklerde bitki ölümlerine neden olabilir. Toprakta uzun yıllar uykuda kalabilen sporlardır. Mücadelesinde, kuraklık zamanlarında sulama yapılmalı; ekimden önce fumigantlarla toprak dezenfekte edilmelidir, en az dört yıl mısır ve kuşkonmaz ekimi yapılmamalıdır; rizomlara zarar verebilecek toprak işlemeden kaçınılmalıdır. Ayrıca aşırı hasattan kaçınılmalı ve hastalık, yabancı ot ve zararlı kontrolü iyi yapılmalıdır (Avan, 2021; Morrison ve ark., 2014; Pierce, 2023).



Şekil 10. *Fusarium* Kök Çürüğü (Anonim, 2009b)

#### 8.4. Phytophthora Taç, Kök ve Mızrak Çürüklüğü (Phytophthora Crown, Root and Spear Rot): (*Phytophthora spp.*)

Toprağın uzun süreli ve çok ıslak olması enfeksiyon şiddetini artırır. Sürgün çürümesi, sulu ve büzüşmüş lezyonlar, özellikle toprağa yakın kısımlarda görülür. Hasta bitkilerin cladotları sararır (Şekil 11). Fideliklerde taç ölümü gerçekleşir. Kültürel uygulamalar zamanında ve doğru yapılırsa dahi bitkinin verim ömrünü %50 kısaltabilir. Son derece uzun ömürlü oosporlara sahiptir; toprakta kışlayarak konakçı varlığında çimlenir ve kuşkonmazı enfekte eder. Mücadelesinde phytophthora için önerilen fungusitler kullanılmalı ve yetersiz dreneja sahip topraklarda yetiştiricilik yapılmamalıdır (Avan, 2021); (Morrison ve ark., 2014); (Pierce, 2023).



Şekil 11. Phytophthora ile Enfekte Bir Kuşkonmaz Kökleri (Anonim, 2018)

### 9. YABANCI OT MÜCADELESİ

İyi yabancı ot yönetimi, yüksek verimli, sağlıklı yeni kuşkonmaz yatakları oluşturmak için kritik öneme sahiptir. Yeni dikilen pençelerin çok küçük kök sistemleri vardır, bu nedenle her bitkinin etrafındaki sadece birkaç yabancı ot, kuşkonmazın büyümesini ve sonraki verimi etkileyebilir. Kuşkonmaz, Nisan'dan Kasım'a kadar yetişen çok yıllık bir ürün olduğundan, yabancı ot yönetimi en önemli üretim zorluklarından biridir. Sıralar arasındaki koridorlar, çeşitli yöntem ve araçlarla yönetilebilir, ancak kuşkonmaz sırası içindeki yabancı otları yönetmek daha fazla hassasiyet gerektirir. Çok yıllık yabancı otlar, tohum oluşturmadan önce biçilmelidir. Büyük yıllık ve çok yıllık yabancı otları



temizlemek için en iyi seçenek elle ayıklamadır. Yaygın olarak kullanılan bir uygulama olmasa da sıra arasındaki yabancı ot çıkışını önlemek için talaş, saman veya malç plastiği kullanılarak malçlanabilir. Kuşkonmazda kullanım için bir dizi herbisitler mevcuttur. Herbisitler, pençeler dikilmeden önce, sürgünler ortaya çıkmadan önce erken ilkbaharda, hasat sırasında tüm sürgünler kesildikten sonra ve son hasattan sonra yeni bitkiler ortaya çıkmadan önce uygulanabilir (Anonim, 2020b).

## 10. ÖNEMLİ ZARARLILARI

### 10.1. Kuşkonmaz Böceği (*Asparagus Beetle*); (*Crioceris asparagi* L.) (Coleoptera: Chrysomelidae)

Baş siyah renkli, prothorax kırmızı, kanatlar ise siyah- kırmızı renktedir (Şekil 12). Kuşkonmazın en önemli zararlısıdır. Ergin böcekler, ilkbaharda sürgünlerin toprak yüzeyine çıkmasıyla ortaya çıkar; sürgünler, cladotlar ve çiçek tomurcukları ile beslenir ve yumurta bırakırlar. Yumurtalar yaklaşık bir hafta içinde çatlar ve koyu gri renkte larvalar beslenmek için yapraklara doğru hareket eder. Larva aşaması iki ila üç hafta sürer, bundan sonra larvalar yere düşer, toprakta pupa olur. Sürgünlerle beslenen larvalar, sürgünün şeklinin bozulmasına ve pazarlanamaz hale gelmesine neden olur.



Şekil 12. Kuşkonmaz Böceği (Anonim, 2023e)

## 10.2. Benekli Kuşkonmaz Böceği- (*Rhaphigaster nebulosa*) (Poda) (Heteroptera: Pentatomidae)'

Yaşam döngüsü, kuşkonmaz böceğinkine benzer, ancak larvalar büyük ölçüde gelişmekte olan meyvelerle beslenir. Bu yüzden benekli kuşkonmaz böcekleri (Şekil 13), sürgünlere veya cladotlara nispeten daha az zarar verir. Mücadelesinde, en aktif oldukları dönem olan öğleden sonraları kontroller yapılmalıdır; hasat döneminde sürgünlerin %1-2'sinde yumurta görüldüğünde ilaçlama yapılmalıdır. Bitkilerin %5-10'u ergin böceklere veya %50-75'i larvalarla bulaşık olduğunda kimyasal mücadele yapılmalıdır (Morrison ve ark., 2014).



Şekil 13. Benekli Kuşkonmaz Böceği (Anonim, 2023f)

## 10.3. Kuşkonmaz Yaprak Biti- *Aphytis* spp. (Asparagus Aphid):

Ergin ve nimfler mavimsi gri, pudramsı dokuludur. Hem kanatlı hem de kanatsız formları olabilir (Şekil 14). Sürgünlerde beslenirken bozulmaya ve süpürge görünümüne neden olurlar. Kök gelişimini azaltır, yoğun istilalar da küçük bitkilerin ölümüne yol açabilirler. Yaz aylarında eşeysiz ürerler ve kış Eylül ayında yaprakçıklara bırakılan yumurtalar halinde geçirirler. Mücadelesinde, düzenli kontroller yapılmalı, bulaşık bitkiler ayıklanmalı ve %5 üzerinde yaprak biti görüldüğünde kimyasal mücadele yapılmalıdır (Morrison ve ark., 2014).



Şekil 14. Kuşkonmaz Yaprak Biti (Anonim, 2009a)

#### 10.4. Kesici Kurtlar (Cutworm):

Kuşkonmazda iki farklı tür olan (*Euxoa messoria*) ve (*Euxoa scandens*) zararı tespit edilmiştir. *E. messoria*'nın, vücutları boyunca karakteristik soluk kahverengi ve koyu kahverengi çizgilere sahiptir. *E. scandens* larvası daha süt beyazı saydam rengindedir (Şekil 15). *E. scandens* büyüme mevsiminin başlangıcından haziran başlarına kadar bitkilere zarar verirler, özellikle sürgün uçlarında zarar yaparlar. Zararlı kışı larva olarak geçirir. *E. messoria* kışı yumurta olarak geçirir ve Mayıs'tan hasadın sonuna kadar hasara neden olmadan önce yumurtadan çıkıp gelişmeleri gerekir. Genellikle bitkilerin tabanında beslenirler ve hasarlı kısımlar hasarsız bölgelere göre daha yavaş büyüdüğü için çarpık mızrak büyümesine neden olurlar. Mücadelesinde, bahçenin çıplak kalan kısımları kontrol edilmelidir. Zarar görmüş bitkilerin dip kısımları kazılarak larva kontrolü yapılmalıdır. %20-35 larva görüldüğünde kimyasal mücadele yapılmalıdır (Morrison ve ark., 2014).



Şekil 15. Kesici Kurtlar (Anonim, 2023g)

## 11. SONUÇ

Kuşkonmaz, yüzyıllardır insan beslenmesinde ve tıpta kullanılan önemli bir sebze türüdür. Taze yeşil ve beyaz sürgünlerinin tüketiminin yanı sıra dondurulmuş ve konserve olarak da işlenebilen önemli bir sanayi bitkisidir. Eski Mısır uygarlıklarından günümüze kadar birçok coğrafi bölgede kullanılan değerli bir sebze türü olarak da tüm dünyada kabul görmektedir. Pazar değeri oldukça yüksek olan kuşkonmazın üretimi oldukça yaygındır. Ülkemizde, yabani türleri halk arasında kısmen bilinmesine ve tüketilmesine rağmen yetiştiriciliği yaygın değildir. Bunun en önemli nedenleri arasında, bitkinin yeterince tanınmaması, bitkinin plantasyonunun uzun yıllar devam etmesi, ilk üç yılda verim alınmaması, özellikle hasat döneminde yoğun ve kalifiye işçiliğe ihtiyaç duyması sayılabilir. Ancak, bitkinin atıl durumdaki gevşek tekstürlü alanlarda yetiştirilebilmesi, ihracat olanakları ve yüksek pazar değeri nedeni ile son yıllarda üreticilerin dikkatini çekerek popüler hale gelmiştir. Bu nedenlerle, üreticiler kuşkonmaz yetiştiriciliği hakkında bilgilendirilmeli ve teşvik edilmelidir.

**KAYNAKÇA**

- Afroz, S., Hassan, M. A. (2008). Systematic studies in the family Liliaceae from Bangladesh. Bangladesh Journal of Plant Taxonomy, 15(2), 115-128.
- Akan, Ö. (2014). Kuşkonmaz(*Asparagus officinalis* L.) yetiştiriciliğinde ülkemizin ve dünyanın durumu. Tralleis Elektronik Dergisi, 3: s.24-30.
- Akay, R. (2016). Aydın ili Koçarlı ilçesinde bulunan yabancı kuşkonmaz (*Asparagus acutifolius* L.) popülasyonlarının morfolojik özelliklerinin belirlenmesi (Master's thesis, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Anido, F. L, Cointry, E. (2008). Asparagus. vegetables II: Fabaceae, Liliaceae, Solanaceae, and Umbelliferae, 87-119.
- Anonim, (2008). “Bahçecilik. asparagus yetiştiriciliği”. . MEGEP (Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi), Ankara. .
- Anonim, (2009a). Asparagus aphid. <http://www.omafra.gov.on.ca/IPM/english/asparagus/insects/aphid.html>, Ontario CropIPM. Erişim Tarihi : 09.05.2023.
- Anonim, (2009b). Fusarium Crown Rot. <http://www.omafra.gov.on.ca/IPM/english/asparagus/diseases-and-disorders/fusarium.html> Erişim Tarihi: 09.05.2023
- Anonim, (2016). <https://tr.wikipedia.org/wiki/Ku%C5%9Fkonmaz> Erişim Tarihi:09.05.2023.
- Anonim, (2018). Phytophthora in asparagus: Know the symptoms. [https://www.canr.msu.edu/news/phytophthora\\_in\\_asparagus](https://www.canr.msu.edu/news/phytophthora_in_asparagus) Erişim Tarihi: 09.05.2023.
- Anonim, (2020a). Asparagus (*Asparagus officinalis*). [https:// homegarden.cahn.uconn.edu/factsheets/asparagus/](https://homegarden.cahn.uconn.edu/factsheets/asparagus/) Erişim Tarihi: 09.05.2023.
- Anonim, (2020b). Asparagus pest management. <https://extension.umn.edu/growing-guides/asparagus-pest-management#weed-management-in-new-crown-plantings-2312>.

- Anonim, (2020c). Asparagus root system. [www.innovakglobal.com](http://www.innovakglobal.com):  
<https://www.innovakglobal.com/en/8038/> Erişim Tarihi 09.05.2023  
adresinden alındı
- Anonim, (2021a). Asparagus. <https://en.wikipedia.org/wiki/Asparagus> Erişim  
Tarihi 09.05.2023.
- Anonim, (2021b). Asparagus. [newworldencyclopedia.org](http://newworldencyclopedia.org): <https://www.newworldencyclopedia.org/entry/Asparagus> Erişim Tarihi 09.05.2023.
- Anonim, (2022). *Asparagus officinalis*. <https://antropocene.it/en/2022/1206/asparagus-officinalis-2/> Erişim Tarihi: 09.05.2023.
- Anonim,. (2023a). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Crops and livestock products. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> Erişim Tarihi: 08.05.2023.
- Anonim, (2023b). Türkiye istatistik kurumu. bitkisel üretim istatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/> Erişim Tarihi: 08.05.2023.
- Anonim, (2023c). <https://www.agrifarming.in/wp-content/uploads/2015/12/Asparagus-Seeds.jpg> Erişim Tarihi: 09.05.2023.
- Anonim, (2023d) College of agricultural, human, and natural resource sciences. <https://plantpath.wsu.edu/dajohn/asparagus/> Erişim Tarihi:09.05.2023
- Anonim, (2023e). Asparagus beetle <https://extension.okstate.edu/programs/digital-diagnostics/insects-and-arthropods/asparagus-beetle-crioceris-asparagi/> Erişim Tarihi 09.05.2023.
- Anonim, (2023f). The university of Minnesota. <https://extension.umn.edu/yard-and-garden-insects/asparagus-beetles>.  
Erişim Tarihi: 09.05.2023
- Anonim, (2023g). Cutworms, <https://extension.usu.edu/vegetableguide/potato/cutworms>. Erişim Tarihi :09.05.2023.
- Avan, M. (2021). Türkiye’de ve Dünya’da görülen önemli tıbbi ve aromatik bitkiler, özellikleri ve hastalıkları üzerine araştırmalar. Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 3(1), 129-156.

- Clifford, H., Conran, J. (1987). Asparagaceae. In: George AS (ed) Flora of Australia. Australian Government Publishing Service, Canberra, p. 159–164.
- Dufault , R. (1984). Impact of forcing summer asparagus in Coastal South Carolina on yield. Quality and Recovery from Harvest Pressure. Journal of the American Society for Horticultural Science 119(3): 396-402.
- Eşiyok, D. (2012). Kışlık ve Yazlık Sebze Yetiştiriciliği Kitabı. Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, Bornova, İzmir, ISBN, 978-605.
- Fehér, E. (1992). Asparagus. Akadémiai Kiadó. Budapest. Hungary. 161p.
- Guo, Q., Wang, N., Liu, H., Li, Z., Lu, L., Wang, C. (2020). The bioactive compounds and biological functions of *Asparagus officinalis* L.—A review. Journal of Functional Foods, 65, 103727.
- Island, P. E. (2005). Asparagus : atlantic provinces vegetable crops production guide 2005. P.E.I. Department of Agriculture Fisheries and Aquaculture. Retrieved May 9 2023 from .<https://www.gov.nl.ca/ffa/files/agrifoods-plants-pdf-asparagus.pdf>.
- Kinder, B. (2019). Kuşkonmaz (*Asparagus officinalis*) Lake Ontario, Ontario, Canada (Google, OSM). <https://www.inaturalist.org/photos/52830669>. <https://www.growables.org/informationVeg/Asparagus.htm> Erişim Tarihi:09.05.2023
- Köklü, Ş., Dolunbay, S., Yakuboğlu, G., Karaca, A., Havan, A., Korkmaz, A. (2020). Bitki yaşı ve hasat zamanının kuşkonmaz verimi ve sürgün kalitesi üzerine etkileri. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 23(3), 568-576.
- Kubitzki, K., Rudall, P. J. (1998). Asparagaceae. Flowering Plants· Monocotyledons: Lilianae (except Orchidaceae), 125-129.
- Kuepper, G., Thomas, R. (2001). Organic Asparagus Production. ATTRA.

- Lloyd, J., McCollum, J. (1938). Yields of asparagus as affected by severe cutting of young plantations. *Plant Breeding Reviews*. Illinois Agricultural Experiment Station 448: 157-172.
- Luzny, J. (1979). The history of asparagus as a vegetable, the tradition of its growing in Czechoslovakia (CSSR) and the prospect of its further propagation and breeding. In *EUCARPIA, section vegetables: proceedings of the 5th International Asparagus-Symposium*.
- Mfengwana, P., Mashele, S. (2020). Medicinal properties of selected asparagus species: A Review. *IntechOpen*. doi: 10.5772/intechopen.87048.
- Morrison, W., Linderman, S., Hausbeck, M., Werling, B., Szendrei, Z. (2014). Disease and insect pests of asparagus. *Extension Bulletin E, 3219*.
- Navie, S. (2016). [https://keyserver.lucidcentral.org/weeds/data/media/Html/asparagus\\_officinalis.htm](https://keyserver.lucidcentral.org/weeds/data/media/Html/asparagus_officinalis.htm). Erişim Tarihi:09.05.2023
- Nichols, M., Woolley, D. (1985). Growth studies with asparagus. Sixth International Asparagus Symposium. University of Guelph, Canada, pp. 287-297.
- Nishimura, M., Ohkawara, T., Kagami-Katsuyama, H., Sato, H., Nishihira, J. (2013). Improvement of blood pressure, glucose metabolism, and lipid profile by the intake of powdered asparagus bottom-stems and cladophylls. *Journal of Traditional and Compleme*.
- Özer, G. (2021). What is Asparagus rust? <https://gardenerspath.com/how-to/disease-and-pests/asparagus-rust/> Erişim Tarihi: 05.09.2023.
- Pierce, R. (2023). 10 most common asparagus diseases and how to treat them. <https://morningchores.com/asparagus-diseases/> Erişim Tarihi:09.05.2023
- Reuther, G. (1984). Asparagus. In "Handbook of Plant Cell Culture"(WR Sharp, DA Evans, PV Ammirato, and Y. Yamada, eds.), Vol. 2: 211-242.



- Robb, A. (1983). The growth and development of asparagus, pp. 4-10. In: Proceedings of Asparagus Growers Short Course No. 7. Massey University. New Zealand.
- Sancaktaroğlu, S., Eryiğit, T., Kumlay, A.M. (2011). Kuşkonmaz (*Asparagus* spp.) bitkisinin özellikleri ve kullanım alanları. Uluslararası Katılımlı I. Ali Numan Kırac Tarım Kongresi ve Fuarı, 1-3.
- Saunders, B. (2023). [https://www.gardensonline.com.au/gardenshed/plantfinder/show\\_2001.aspx](https://www.gardensonline.com.au/gardenshed/plantfinder/show_2001.aspx). *Asparagus officinalis* Flowers. Erişim Tarihi:09.05.2023
- Sturtevant, E. L. (1890). History of garden vegetables, . *Amer. Natur.*, 24:719-744.
- Şalk, A., Arın, L., Deveci, M., Polat, S. (2008). *Özel Sebzeçilik*. Tekirdağ: Sevil Cilt Evi ve Matbaası.
- Tanker, N., Koyuncu, M., Coşkun, M. (2007). *Farmasötik botanik*. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları No:93, s.152, Ankara.
- Tutin, T. G., Heywood, V. H., Burges, N. A., Moore, D. M., Valentine, D. H., Walters, S. M., Webb, D. A. (1980). *Flora Europaea* vol. 5–Cambridge Univ. Press, Cambridge, London, New York, New Rochelle, Melbourne, Sydney.
- Vural, H. (2012). Kuşkonmaz yetiştiriciliği. [turktob.org.tr](https://turktob.org.tr): <https://turktob.org.tr/tr/kuskonmaz-yetistirciligi/4957> Erişim Tarihi:09.05.2023
- Vural, H., Eşiyok, D., Duman, İ. (2000). *Kültür sebzeleri*, Ege Üniversitesi Basımevi. İzmir.
- Zeybek, N., Zeybek, U. (1994). *Farmasotik botanik kapalı tohumlu bitkiler (angiospermae) sistematigi ve önemli maddeleri*. Ege Üniversitesi Eczacilik Fakültesi Yayini, Izmir, Turkey.

## BÖLÜM 5

### AMASYA İLİ KURU SOĞAN ÜRETİMİ, PAZARLAMA YAPISI, SORUNLARI VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Doç. Dr. Bilge GÖZENER<sup>1</sup>  
Dr. Öğr. Üyesi Esra KAPLAN<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü  
Tokat, Türkiye. bilge.gozener@gop.edu.tr, Orcid ID: 0000-0001-9988-7120,

<sup>2</sup> Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü  
Tokat, Türkiye. esra.gurel@gop.edu.tr , Orcid ID: 0000-0002-4423-7291.



## 1.GİRİŞ

Tarım sektörü, Türkiye’de ekonomik ve sosyal açıdan önemli bir yere sahip olan, istihdama, milli gelire ve biyolojik çeşitlilik ile ekolojik dengeye katkısı olan, diğer sektörlerle hammadde ve sermaye temini, ihracat yoluyla ile ülke ekonomisine kazanç sağlaması gibi birçok faydasının yanında ülke nüfusunun beslenme ihtiyacını karşılayan gıda maddelerini üretmesi bakımından vazgeçilmez bir sektör konumundadır (Karahan, 2002; Güler, 2018)

Ekonomik dönüşüm sürecinde ülkelerin karşılaştığı en büyük zorluklara bakıldığında, tarım ürünlerini hem iç hem de ihracat pazarlarında satma sistemi, başka bir ifadeyle ürünlerini pazara sunma aşamasında karşılaştıkları fiyatlardan haberdar olmamaları şeklinde ifade edilebilir. Ayrıca tarımsal faaliyetin iklim koşullarından etkilenmesi, işletmecilerin ve hükümetin piyasaya müdahalesi gibi dış faktörler, tarım işletmelerinin karşılaştıkları sorunları da beraberinde getirmektedir (Bozoğlu ve ark., 2001; Çetin ve Esengün, 2012; Bamwenda, 2021; Karadaş ve Bulut, 2022). Genel olarak değerlendirildiğinde tarım sektöründe tarım ürünlerini pazarlama konusunda sıkıntı yaşanmaktadır.

Tüketici davranışlarındaki değişiklikler, artan maliyetler, çevrenin korunması ve insan sağlığının giderek artan derecede önem kazanması tarımsal pazarlama uygulamalarına olan ilginin daha çok artmasına sebep olmaktadır. Bu açıdan gerek üreticiler gerekse hükümetler tarafından tarımsal ürünlerin pazarlanmasına yönelik stratejiler geliştirilerek tüm dünyada belli kriterler dâhilinde ürünlerin pazarlarda yer almasına ve tüketicilerin böylelikle daha sağlıklı ve kaliteli ürünleri tüketmesine olanak sağlanmaktadır (Öztürk ve Yıldırım, 2021).

Pazarlama, üretimin planlaması ile başlamakta, fiyatlandırma, pazarlama koşullarının hazırlanması, satış ve dağıtım etkinliğinin sağlanması şeklinde

ifade edilirken (Oruç Büyükbay ve Kızılaslan, 2008) tarımsal pazarlama, bir tarımsal ürünün çiftlikten tüketiciye taşınması ile ilgili tüm hizmetleri kapsamaktadır (Vadivelu ve Kiran, 2013).

Tarım sektörü alanında tarım ürünü denildiğinde de bitkisel ürünler, yaş sebze ve meyveler, kurutulmuş meyveler, baharatlar, bakliyatlar (nohut, fasulye, mercimek), hububat ürünleri (buğday, arpa, yulaf) tıbbi ve aromatik bitkiler, hayvansal ürünler, et, süt bal, yumurta ve yağlar akla gelirken, işlenmiş ürünler, un ve unlu mamuller, zeytinyağı, dondurulmuş gıdalardan oluşmaktadır.

Sebze üretim miktarı 2022 yılı verileri incelendiğinde bir önceki yıla göre %0.5 oranında azalarak yaklaşık 31,6 milyon ton olarak gerçekleştiği ifade edilmektedir. Sebzeler grubunda üretim miktarlarına bakıldığında, hıyarda %2.6, havuçta %33.5, salçalık kapyra biberde %2.5 oranında artış olurken; domateste %0.7, karpuzda %2.1, kuru soğanda %6 oranında azalma olduğu belirtilmektedir (TÜİK, 2022).

Dünya 2020 yılı soğan üretimi; 138 ülkede yaklaşık 5,5 milyon ha alanda, 105 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Üretim genel olarak artış eğiliminde olup bir önceki yıla göre alanda %6, üretimde ise %5 oranında artış olmuştur. Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) 2020 yılı verileri ile Türkiye, dünya kuru soğan ekim alanında 12'nci, üretimde ise 5'inci sırada yer almaktadır. Dünya kuru soğan verimi 1.908 kg/da iken Türkiye verimi 3.244 kg/da olup dünya ortalamasından yüksektir (FAO, 2020).

FAO, 2020 yılı verilerine göre dünyada 5 478 651 hektar kuru soğan ekilmektedir. Dünya ekim alanının %26'sı Hindistan, %19.81'i Çin ve %12.01'i Nijerya aittir. Türkiye ise %1.28'lik oran ile dünya ekim sıralamasında 11. sırada yerini almaktadır.

Kuru soğan; dünyada sebze ekim alanı olarak baklagillerden sonra 2.sırada, üretimde baklagiller ve domatesten sonra 3.sırada bulunmaktadır (TEPGE, 2021). Dünyaya bir kültür bitkisi olarak yayılan soğanın, gen merkezi Orta, Güney ve Batı Asya olarak bilinmektedir (Anonim, 2022a). Ayrıca Türkiye birçok soğanlı bitkinin anavatanı olup, soğanın da binlerce yıldır yetiştirildiği bilinmektedir (TEPGE, 2021)

Türkiye Dünyada önemli bir soğan üreticisi konumundadır. Türkiye'nin hemen her yöresinde kuru soğan tarımı yapılmakla birlikte, kuru soğan üretiminin en yoğun yapıldığı illerden olan Amasya'dır. TÜİK, 2021 yılı verilerine göre Türkiye'de 2 500 000 ton kuru soğan üretilmiştir. Üretilen kuru soğanın %33.41'i Ankara iline, %11.82'si Çorum iline ve %11.44'ü Amasya iline ait olduğu belirlenmiştir. Türkiye'nin kuru soğan verimi dekara ortalama 3.58 tondur (TÜİK, 2021). Soğan üretiminin diğer yıllara göre azalmasının nedeni ise iklim koşullarından kaynaklıdır.

Tarım sektörü Amasya ili ekonomisi açısından en önemli sektör konumundadır. İlde 219 520 hektar işlenen tarım arazisi bulunmaktadır (Anonim, 2010). Türkiye'de kuru soğan üretiminin en yoğun yapıldığı illerden biri olan Amasya ilinde soğan üretiminin önemli bir kısmı Suluova ilçesinde yapılmaktadır (Anonim, 2022).

Amasya ili Suluova İlçesinde 2020 yılında (2011 yılına göre) soğan üretimi değerleri incelendiğinde negatif (%-76.7) yönlü bir ivme olduğu anlaşılmaktadır. 2011 yılında kuru soğan üretimi 40.570 da'dan 158.223 bin ton iken, 2020 yılında 12.111 da'da 36.837 bin ton olarak gerçekleşmiştir.

Çalışmanın amacı Amasya ili Suluova ilçesinde soğan üretiminin mevcut yapısının belirlenmesi, soğanda mevcut pazarlama yapısının ve sorunlarının incelenmesi, kuru soğan tarımında yaşanan sorunlar ve bunlara ilişkin önerilerin geliştirilmesidir.

## 2.MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada Amasya ili Suluova ilçede kuru soğan üreticiliği yapan işletmelerde yüz yüze yapılan anketlerden elde edilen veriler kullanılmıştır. 2021 yılı Amasya ilinde kuru soğan toplam ekim alanı 81 534 (da) olup, bunun yaklaşık 12 111 (da) ile çalışmanın yapıldığı Suluova ilçesini kapsamaktadır.

Amasya ili Suluova ilçede Çiftçi Kayıt Sistemi'ne kayıtlı toplam 320 soğan üreticisi bulunmaktadır. Çalışmanın popülasyonu 320 soğan üreticisini kapsamaktadır. Üretici sayısının %25'i (80) örnek hacmini oluşturmuştur. Elde edilen veriler tablolar haline getirilerek yorumlanmaya çalışılmıştır.

## 3.ARAŞTIRMA BULGULARI

Çalışmada sosyo-demografik özellikleri incelendiğinde cinsiyet dağılımının neredeyse tamamı (%97.5) erkek üreticiden oluşmaktadır. Ankete katılan üreticilerin %95'lik kısmının evli olduğu ve ailedeki birey sayısının ortalama 4,62 kişi olduğu belirlenmiştir.

Ankete katılan üreticilerin ailede çalışan birey sayısı ortalama 1.49 kişidir. Yine üreticilerin yaş ortalamasının 48,04 olduğu ve üreticilerin yaklaşık %56.25'lik kısmının ilkokul ve ortaokul, %25'lik kısmı lise mezunu olduğu belirlenmiştir. Üreticilerden okur-yazar olamayanların %1.25'lik dilimi oluşturduğu saptanmıştır. Ankete katılan üreticilerin %72.5'i meslek olarak sadece çiftçiliği belirtirken, memur ve işçi gibi diğer meslek gruplarının da %7.5 gibi bir oranla üretime katkı yaptıkları gözlenmiştir (Tablo, 1).

**Tablo 1.** Tüketicilerin Sosyo-Demografik Özellikleri

<b>Cinsiyet</b>	<b>Frekans</b>	<b>Yüzde</b>
Erkek	2	2.50
Kadın	78	97.50
<b>Toplam</b>	80	100.00
<b>Medeni durum</b>		
Evli	4	5.00
Bekar	76	95.00
<b>Toplam</b>	80	100.00
<b>Ortalama Aile Büyüklüğü</b>		
	4.62	
<b>Çalışan birey sayısı</b>		
	1.49	
<b>Yaş</b>		
	48,04	
<b>Öğrenim durumu</b>		
Okuryazar	5	6.25
ilkokul	25	31.25
Ortaokul	20	25.00
Lise	20	25.00
Ön lisans	5	6.25
Lisans	5	6.25
<b>Toplam</b>	80	100.00
<b>Mesleki dağılım</b>		
Serbest	3	3.75
Memur	6	7.50
İşçi	6	7.50
Esnaf	3	3.75
Çiftçi	58	72.50
Emekli	4	5.00
<b>Toplam</b>	80	100.00

Çalışmaya konu olan üreticilerin ortalama 24 yıldır soğan üreticiliği yaptığı ve bu işten yıllık ortalama gelirlerinin 115 987,50 TL olduğu belirlenmiştir. Sri Lanka'da Thayaparan ve ark. (2020) 23 yıllık kuru soğan deneyimi olduğunu, Gözener ve ark., (2021) 21 yıllık kuru soğan deneyimi olduğunu belirtmişlerdir.

Üreticilerin kazançlarının yanı sıra bu iş için harcadıkları masraf



değerlendirilmiş ve ortalama yıllık 71 487,50 TL olarak hesaplanmıştır. Ayrıca üreticilerin tarım dışı yıllık gelir ortalaması 31 627,50 TL olarak belirlenmiştir. Gözener ve ve ark.,'nın 2021 yılında Amasya merkez ilçede soğan üreticileri ile yaptığı çalışmada üreticilerin tarım dışı yıllık gelirleri ortalama 18 387,38 TL olarak belirlenmiştir. Üreticilerin kuru soğan üretiminde ortalama yıllık gelirleri 79 553,38 TL olarak tespit edilmiş ve kuru soğan üretiminde dekara ortalama yıllık masrafı ise 2 177,18 TL olarak hesaplanmıştır.

Yüzbaşıoğlu, 2022 yılında Amasya merkez ilçede soğan üreticileri ile yaptığı benzer bir çalışmada üreticilerin kuru soğan üretiminden elde ettikleri geliri 52 399,78 TL olarak hesaplamıştır. Gözener ve ve ark.,'nın 2021 yılında Amasya merkez ilçede soğan üreticileri ile yaptığı çalışmada üreticilerin %30.10'unun toplam gelir durumu 50 000-100 000 TL/yıl olarak gözlemlenmiş olup, %23.30'unun gelirinin 5 000-30 000 TL/yıl, %23.30'luk bir kısmının 30 001-50 000 TL/yıl,%17.48'lik kısmının geliri 100 000-200 000 TL/yıl, %5.82'sinin ise 200 000+ TL/yıl olduğu belirlenmiştir.

Tablo 2'de ankete katılan üreticilerin kuru soğan üretimi yapmasında en önemli neden olarak ürün çeşitlenmesi %30 belirlenmiştir. Ayrıca arazi ve iklimin uygun olması %22.5, aile işgücünü değerlendirmesinin %16.25 ile takip ettiği gözlenmiştir (Tablo, 2).

**Tablo 2.** Üreticilerin Kuru Soğan Üretimini Yapma Nedenleri

	<b>Frekans</b>	<b>(%)</b>
Ürün çeşitlenmesi	24	30.00
Arazi ve iklimin uygun olması	18	22.50
Aile iş gücünü değerlendirme	13	16.25
Daha kolay pazarlanması	8	10.00
Pazar talebinin olması	7	8.75
Karlı olması	6	7.50
Aile tüketimi	2	2.50
Diğer	2	2.50
Toplam	80	100.00

Üreticilerin kuru soğan üretimi yapmasının yanında %38,75'inin tarla bitkileri üretimi, %36.25'inin hayvansal üretim ve %11.29'unun sebzeçilik üretimi yaptığı gözlenmiştir (Tablo, 3).

**Tablo 3.** Üreticilerin Kuru Soğan Üretimi İle Yürüttüğü Diğer Tarımsal Faaliyetler

	<b>Frekans</b>	<b>(%)</b>
Tarla bitkileri üretimi	31	38.75
Hayvansal üretim	29	36.25
Sebzeçilik	9	11.25
Meyvecilik	5	6.25
Kanatlı üretimi	2	2.50
Arıcılık	2	2.50
Diğer	2	2.50
<b>Toplam</b>	<b>80</b>	<b>100.00</b>

Söz konusu üreticilerin kuru soğan üretiminde karşılaştıkları en büyük sorun %68.75 ile pazarlama sorunu, %62.50 girdilerin pahalı olması ve %57.50 piyasaların belirsiz olması şeklinde tespit edilmiş, bunu hastalık ve zararlılar, teknik bilgi yetersizliği, finansman eksikliği ve iş gücü yetersizliği gibi sorunların izlediği gözlenmiştir (Tablo 4). Yapılan benzer çalışmalar ile karşılaştırıldığında, Koçak ve Aydın (2020), Polatlı'da tarımsal faaliyetlere ilişkin yaşanan problemler görüşleri doğrultusunda; “girdi maliyetlerinin yüksek oluşu”, “sulama”, “tarımsal destekleme yetersizliği”, “bilinçsiz toprak, gübre ve ilaç kullanımı ve “pazarlama”, “iklim”, “tarım işçileri” olmak üzere yedi başlık altında toplanmaktadır. Kumar ve ark. (2019) araştırmalarında işçilik (%83) ve yüksek üretim harcamalarını (%77) önemli üretim sorunu olarak belirtmişlerdir. Kumar ve ark. (2020), Hindistan'da yaptıkları araştırmalarında üretimdeki en büyük sorunu girdilerin fiyatlarının yüksek olması olarak belirlemişlerdir. Gözener ve ark. 2021 yılında Amasya'da yürüttüğü çalışmasında üreticilerin üretim aşamasındaki karşılaştıkları en büyük sorun %60.19 ile girdilerin pahalı olması olarak tespit etmişlerdir. Yüzbaşıoğlu 2022 yılında Amasya'da yürüttüğü çalışmasında üreticilerin

karşılaştıkları en büyük sorunun (%68.89) pazarlama sorunu olduğu araştırma sonucunda belirlenmiştir.

**Tablo 4.** Üreticilerin Kuru Soğan Üretiminde Karşılaştıkları Güçlükler ve Sorunlar

	Frekans	(%)
Pazarlama sorunu	55	68.75
Girdilerin pahalı olması	50	62.50
Finansman yetersizliği	21	26.25
Piyasaların belirsiz olması	46	57.50
Teknik bilgi yetersizliği	40	50.00
Hastalık ve zararlılar	40	50.00
İşgücü yetersizliği	16	20.00

\*Birden fazla seçenek işaretlenmiştir.

Ankete katılan üreticilerin kuru soğan yetiştiriciliği ile ilgili sorunların çözümünde yararlandıkları bilgi kaynakları %52.50 kendi tecrübeleri, %21.25 ilaç-gübre bayileri, %15 tarım kuruluşları olarak belirlenmiştir (Tablo, 5). Yüzbaşıoğlu 2022 yılında Amasya’da yürüttüğü çalışmasında üreticilerin kuru soğan yetiştiriciliği ile ilgili sorunlarını %58’inin kendi tecrübesiyle, %22’sinin ise ilaç-gübre bayileri ile sorunlarını çözdüklerini belirtmiştir.

**Tablo 5.** Üreticilerin Kuru Soğan Yetiştiriciliği İle İlgili Sorunların Çözümünde Hangi Bilgi Kaynaklarından Yararlandıkları

	Frekans	(%)
Kendi tecrübesi	42	52.50
İlaç-gübre bayileri	17	21.25
Tarım Kuruluşları	12	15.00
Üniversite	4	5.00
Diğer çiftçiler	3	3.75
Araştırma Kuruluşları	2	2.50
Toplam	80	100.00

Ankete katılan üreticilerin tohum temininde karşılaştıkları en büyük sorun %63.75 ile çeşitlerin pahalı olması, %18.75 istenilen çeşidi bulunamıyor olması ve %13.75 çeşit isminin doğruluğundan emin olmamaları belirlenmiştir (Tablo, 6).

**Tablo 6.** Üreticilerin Tohum Temininde Karşılaştıkları Sorunlar

	<b>Frekans</b>	<b>(%)</b>
Çeşitler genelde pahalı	51	63.75
İstenilen çeşit bulunamıyor	15	18.75
Çeşit isminin doğruluğundan emin değil	11	13.75
Diğer	3	3.75
Toplam	80	100.00

Ankete katılan üreticilerin kuru soğan üretiminde toprak verim durumu için üreticilerin düşünceleri incelendiğinde, %70'inin orta, %23.75'inin iyi ve %6.25'inin ise kötü şeklinde cevaplar verdikleri gözlenmiştir. Ankete katılan üreticilerin gübreyi temin ettikleri yer olarak %55'inin gübre-ilaç bayiden, %38.5'inin tarım kredi kooperatifinden, %6.25'inin ziraat odalarından ve %1.25'inin pancar kooperatifinden aldığı belirlenmiştir (Tablo, 7).

**Tablo 7.** Üreticilerin Gübreyi Nereden Temin Ettikleri

	<b>Frekans</b>	<b>(%)</b>
Gübre/ilaç bayi	44	55.00
Tarım kredi kooperatifi	30	37.50
Ziraat odası	5	6.25
Pancar kooperatifi	1	1.25
Toplam	80	100.00

Ankete katılan üreticilerin uyguladıkları gübre çeşidi ve miktarına %40'ının kendi tecrübesi, %18.75'inin toprak analizi sonucu, %17.5'inin satıcının tavsiyesi ile karar verdiği belirlenmiştir (Tablo, 8).

**Tablo 8.** Üreticilerin Uyguladıkları Gübre Çeşidi ve Miktarına Nasıl Karar Verdikleri Durumu

	<b>Frekans</b>	<b>(%)</b>
Kendi tecrübesi	32	40.00
Toprak analizi sonucu	15	18.75
Satıcının tavsiyesi	14	17.50
Gübre fiyatı	6	7.50
Toprağın verimi	6	7.50
Tarım uzmanının tavsiyesi	5	6.25
Komşu- arkadaş tavsiyesi	2	2.50
Toplam	80	100.00

Ankete katılan üreticilerin gübre kullanımı hakkında kişi ya da kuruluşlardan her zaman (%57.50), mecbur kalırsa (%28.75) bilgi aldıkları, %13.75'inin ise bilgi almadıkları belirlenmiştir (Tablo, 9).

**Tablo 9.** Üreticilerin Gübreyi Satın Aldıkları Kişi Ya Da Kuruluştan, Gübre Kullanımı Hakkında Bilgi Alıp Almadıkları

	Frekans	(%)
Her zaman onlardan bilgi alıyorum	46	57.50
Mecbur kalırsam danışırım	23	28.75
Onlardan bilgi almıyorum, kendi tecrübem yeterli	11	13.75
Toplam	80	100.00

Ankete katılan üreticilerin kuru soğan üretimi için gübre temininde karşılaştıkları problemler %72.50 ile gübre fiyatlarının pahalı olması, %25 toprağın ve bitkinin gübre ihtiyacının tam olarak bilmemeleri ve %2.50 diğer etkenler olarak tespit edilmiştir (Tablo, 10).

**Tablo 10.** Gübre Temini ve Kullanımı Konusunda Karşılaşılan Problemler

	Frekans	(%)
Gübre fiyatlarının pahalı olmasından dolayı az kullanıyorum	58	72.50
Toprağın ve bitkinin gübre ihtiyacını tam olarak bilmiyorum	20	25.00
Diğer	2	2.50
Toplam	80	100.00

Ankete katılan üreticilerin uyguladıkları ilaç çeşit ve miktarına kendi tecrübesi (%42.5), satıcının tavsiyesi (%25), tarım uzmanının tavsiyesi (%11.5) ile karar verdiği belirlenmiştir (Tablo, 11).

**Tablo 11.** Üreticilerin Uyguladıkları İlaç Çeşidi ve Miktarına Nasıl Karar Verdikleri

	Frekans	(%)
Kendi tecrübesi	34	42.50
Satıcının tavsiyesi	20	25.00
Tarım uzmanının tavsiyesi	9	11.25
Daha önce kullandığım ilaç	6	7.50
Komşu- arkadaş tavsiyesi	6	7.50
Toprağın verimi	3	3.75
Çevre ve insan sağlığına zararı	1	1.25
Sermaye (nakit) durumu	1	1.25
Toplam	80	100.00

Ankete katılan üreticilerin ilacı temin ettikleri yer olarak %67.50'lik kısmı ilacı gübre-ilaç bayisini, %21.25'lik kısmı ise tarım kredi kooperatifini, %8.75'lik kısmının da ziraat odasını işaret etmiştir (Tablo, 12).

**Tablo 12.** Üreticilerin İlacı Nereden Temin Ettikleri

	Frekans	(%)
Gübre- İlaç Bayileri	54	67.50
Tarım Kredi Kooperatifi	17	21.25
Ziraat Odası	7	8.75
Diğer	2	2.50
Toplam	80	100.00

Ankete katılan üreticiler içerisinde ilaç kullanımı hakkında kişi ya da kuruluştan bilgi alanların oranı %70, mecbur kalırsa danışanlar %25, %5'lik kısım ise bilgi almadıklarını almadıkları belirtmiştir (Tablo, 13).

**Tablo 13.** Üreticilerin İlaç Satın Aldıkları Kişi yada Kuruluştan, İlaç Kullanımı Hakkında Bilgi Alıp Almadıkları

	Frekans	(%)
Her zaman onlardan bilgi alıyorum	56	70.00
Mecbur kalırsam danışırım	20	25.00
Onlardan bilgi almıyorum, kendi tecrübem yeterli	4	5.00
Toplam	80	100.00

Ankete katılan üreticilerin %38.75'lik kısmı daha fazla ürün almak için, %31.25'lik kısmı işgücünü azaltmak için ve %21.25'lik kısım ise daha kaliteli ürün elde etmek için ilaç kullandıklarını ifade etmiştir (Tablo, 14).

**Tablo 14.** Üreticilerin Zirai İlaç Kullanma Sebepleri

	Frekans	(%)
Daha fazla ürün almak için	31	38.75
İşgücünü azaltmak için	25	31.25
Daha kaliteli ürün elde etmek için	17	21.25
Kolay uygulanabilir olması	4	5.00
Hepsi	3	3.75
Toplam	80	100.00

Ankete katılan üreticilerin ilaçların etki süresi hakkında bilgi sahibi olup

olmadıkları incelendiğinde, üreticilerin büyük kısmının (%81.25) bilgi sahibi oldukları ve kuru soğan üretiminde en çok pembe kök çürüğü (%45), mantar (%35), mavi küfün (%8.50) karşılaşılan hastalıklar olduğu tespit edilmiştir (Tablo,15).

**Tablo 15.** Üreticilerin Kuru Soğan Üretiminde En Çok Karşılaştıkları Hastalıklar

	<b>Frekans</b>	<b>(%)</b>
Pembe Kök Çürüğü	36	45.00
Mantar	28	35.00
Hepsi	9	11.25
Mavi Küf	7	8.75
Toplam	80	100.00

Ankete katılan üreticilerin kuru soğan üretiminde en çok %32.5'sinin soğan sak nematodu. %26.25'sinin soğan sineği ve %21.25'i tel kurdu gibi zararlılar ile karşılaştıkları tespit edilmiştir (Tablo, 16).

**Tablo 16.** Üreticilerin Kuru Soğan Kuru Soğan Üretiminde En Çok Karşılaştıkları Zararlılar

	<b>Frekans</b>	<b>(%)</b>
Soğan Sak Nematodu	26	32.50
Soğan Sineği	21	26.25
Tel Kurdu	17	21.25
Yaprak Biti	13	16.25
Toplam	80	100.00

Ankete katılan üreticilerin kuru soğan üretimi için kredi kullanıp kullanmadıkları incelendiğinde, üreticilerin büyük kısmının (%73.75) kredi kullanmadıkları belirlenmiştir. Ankete katılan üreticilerin kullandıkları kredi miktarının soğan üretimine yeterli olup olmadığı incelendiğinde, üreticilerin büyük kısmının (%80) hayır, %20'inin ise evet dediği tespit edilmiştir.

Ankete katılan üreticilerin kredi kullanımında karşılaştıkları en büyük sorunlar %61.25 ile faiz oranlarının yüksek olması, %32.50 istenilen zamanda verilmiyor olması ve %22.50 kredi miktarının düşük olmasıdır (Tablo, 17).

**Tablo 17. Üreticilerin Kredi Kullanımında Karşılaştıkları Sorunlar**

	<b>Frekans</b>	<b>(%)</b>
Faiz oranları yüksek	49	61.25
İstenilen zamanda verilmiyor	26	32.5
Kredi miktarı düşük	18	22.5
Teminat göstermek zor	7	8.75
Formaliteler çok	1	1.25

\*Birden fazla seçenek işaretlenmiştir.

Ankete katılan üreticilerin %60'ı ekim nöbeti uyguladığını belirtmiştir. Ankete katılan üreticilerin sulama suyunu %55'inin baraj ve göletlerden, %30'unun kanal suyundan, %2.5'ünü akarsu-derelerden ve %2.5'inin sondaj ile temin ettikleri gözlenmiştir (Tablo, 18).

**Tablo 18. Üreticilerin sulama suyunu nereden temin ettikleri**

	<b>Frekans</b>	<b>(%)</b>
Baraj-göletler	44	55.00
Kanal suyu	24	30.00
Akarsu-dere	10	12.5
Sondaj	2	2.50
Toplam	80	100.00

Ankete katılan üreticilerin sulama suyunu ile ilgili %45'inin su ücretleri pahalı bulunduğunu, %25'inin sulama suyu sırası beklediği, %18.75'nin herhangi bir sorun olmadığını belirttiği %11.25'inin ise su kaynaklarını ile ilgili şikâyetleri olduğu gözlenmiştir (Tablo, 19).

**Tablo 19. Üreticilerin Sulama Suyu İle İlgili Şikâyetleri**

	<b>Frekans</b>	<b>(%)</b>
Su ücretleri pahalı	36	45.00
Sulama suyu sırası beklemek	20	25.00
Herhangi bir sorun yok	15	18.75
Su kaynağı yetersiz	9	11.25
Toplam	80	100.00

Ankete katılan üreticilerin hasat zamanında işçi bulmakta zorlanıp zorlanmadıkları incelendiğinde üreticilerin büyük kısmının (%82.50) zorlandığı belirlenmiştir. Ayrıca üreticilerin büyük kısmının (%75), hasat



esnasında ürün kaybı yaşamadığı ve kuru soğan satışında pazara ulaşım durumlarını normal (%42), kolay (%40) ve zor (%17.50) olarak belirttikleri görülmüştür. Ankete katılan üreticiler kuru soğan satışında pazar durumu incelendiğinde %52.50'sinin kötü, %42.50'sinin orta ve %5'inin zor olarak belirttikleri gözlenmiştir.

Ankete katılan üreticiler kuru soğanın pazarlanma şekli %67.50'inin kuru soğanı komisyoncuya, %28.75'inin toptancıya sattıkları, %3.50'inin ise kendisi pazarda satışa sunduğu belirlenmiştir (Tablo, 20).

**Tablo 20.** Üreticilerin Kuru Soğanın Pazarlama Şekli

	<b>Frekans</b>	<b>(%)</b>
Komisyoncu	54	67.50
Toptancı	23	28.75
Kendisi pazarda	3	3.75
Toplam	80	100.00

Ankete katılan üreticilerin ürettikleri kuru soğanı %57.5 tarlada toptan şekilde, %21.25 işletmede, %8.75 halde, %6.25 köy pazarı ve %6.25 yerel pazarlarda sattıkları belirlenmiştir (Tablo 21).

**Tablo 21.** Üreticilerin Kuru Soğanı Nerede Pazarladıkları

	<b>Frekans</b>	<b>(%)</b>
Tarlada toptan	46	57.50
İşletmede	17	21.25
Hal	7	8.75
Yerel Pazar	5	6.25
Köy pazarı	5	6.25
Toplam	80	100.00

Ankete katılan üreticilerin ürettikleri kuru soğanı en iyi pazarlanma şekli ve kanalı incelendiğinde %40'ının ürün tarladayken toptan, %22.50'i yerel pazarda direkt tüketiciye, %18.75'inin ise tarım işletmesinde komisyoncuya şeklinde gerçekleştiği gözlenmiştir (Tablo, 22).

**Tablo 22.** Üreticilere Göre En İyi Pazarlama Şekli veya Kanalının Hangisi Olduğu

	Frekans	(%)
Ürün tarladayken toptan satış	32	40.00
Yerel pazarda direkt tüketiciye	18	22.50
Tarım İşletmesinde komisyoncuya	15	18.75
Halde komisyoncuya	8	10.00
Köy pazarında komisyoncuya	5	6.25
Yol kenarında	1	1.25
Diğer	1	1.25
Toplam	80	100.00

Ankete katılan üreticilerin ürün pazarlama zamanı incelendiğinde %52.5'lik kısmı hasattan sonra, %47.50'lik kısmının ise ürünü hasat zamanı pazarladıklarını belirttikleri gözlenmiştir.

Ankete katılan üreticilerin pazarlama ile ilgili sorunları değerlendirildiğinde, %67.50'si fiyat düşüklüğü, %63.75'inin istenilen zaman alıcı bulunmamasından kaynaklı olduğunu belirtmişlerdir. Bunlara ek olarak (%47.50) alıcının peşin ödeme yapmaması, pazar yapısının düzensiz olması (%42.55), üreticiler arasında birlikteliğin olmaması (%35), ürün bedellerinin tahsilatındaki sıkıntılar (%33.75), ve ürün kayıpları (%25) gibi sorunlar yaşadıkları tespit edilmiştir (Tablo, 23).

**Tablo 23.** Üreticilerin Pazarlama İle İlgili Sorunları

	Frekans	(%)
Fiyat düşüklüğü	54	67.50
İstenilen zaman alıcı bulunmaması	51	63.75
Alıcının peşin ödeme yapmaması	38	47.50
Pazar yapısının düzensiz olması	34	42.50
Üreticiler arasında birlikteliğin olmaması	28	35.00
Ürün bedellerinin tahsilatındaki sıkıntılar	27	33.75
Ürün kayıpları	20	25.00
Hepsi	1	1.20

\*Birden fazla seçenek işaretlenmiştir.

Ankete katılan üreticilerin %72'sinin kuru soğan satışını peşin ve vadeli olmak üzere karışık yaptığı, %13.75'inin sadece peşin ve yine %13.75'inin ise sadece vadeli satış yaptığı belirlenmiştir. Ankete katılan üreticilerin %86.25'inin sözleşmeli üretim yapmadığı sonuçlar arasındadır. Ankete katılan üreticiler kuru soğanın daha iyi fiyat bulması için %36.25'inin örgütlenme, %33.75'inin ihracat, %25'inin planlı üretimin yapılması gerektiğini belirttikleri gözlenmiştir (Tablo, 24).

**Tablo 24.** Üreticilerin Kuru Soğanın Daha İyi Fiyat Bulması İçin Neler Yapılması Gerektiği İle İlgili Düşünceleri

	Frekans	(%)
Örgütlenme	29	36.25
İhracat	27	33.75
Planlı üretim	20	25
Muhafaza (depolama) yapılmalı	2	2.5
Hepsi	2	2.5
Toplam	80	100.00

Ayrıca üreticilerin %96.25'inin pazarlama ve diğer ortak ihtiyaçlarını karşılamak konusunda köylerinde kooperatif veya birlik olmadığı saptanmış ve üreticilere yörede soğan üretim ve pazarlamasına ilişkin bir kooperatif veya birlik kurulması durumunda üye olup olmayacağı sorulduğunda ise, üreticilerin büyük bir kısmının (%87.50) üye olacağını beyan ettikleri tespit edilmiştir. Ancak üreticilerin üye-ortak oldukları diğer çiftçi örgütleri incelendiğinde, katılımcıların yarısından fazlasının (%87.50) ziraat odası-pancar kooperatifine, % 67.5'lik kısmının tarım kredi kooperatifine ve yine yaklaşık yarısının (%40) sulama kooperatifi-birliğine üye olduğu gözlenmiştir (Tablo, 25).

**Tablo 25.** Üreticilerin Çiftçi Örgütlerinden Hangilerine Üye-Ortak Oldukları

	Frekans	(%)
Ziraat Odası-Pancar Koop.	70	87.50
Tarım Kredi Kooperatifi	54	67.50
Sulama Koop.-Birliği	32	40.00
Tarım Satış Kooperatifi	4	5.00
Tarımsal Kalkınma Koop.	6	7.50
Üretici Birliği	4	5.00
Toplam	80	100.00

\*Birden fazla seçenek işaretlenmiştir.

Ankete katılan üreticilerin kuru soğan yetiştiriciliği konusunda risk ve belirsizlikten korunmak için tarım sigortası yaptırap yaptırmadığı incelendiğinde, üreticilerin büyük kısmının (%70) sigorta yaptırmadıkları ve %52.50'sinin soğan üretimini karlı bulduğu, üreticilerin yarısının gelecek yıl yine kuru soğan yetiştirmeyi düşündükleri araştırma sonuçları içerisinde yer almaktadır.

#### **4.SONUÇ**

Amasya ili Suluova ilçesinde kuru soğan üretimi ve pazarlama yapısını belirlemek ve üreticilerin yaşadıkları sorunları tespit etmek amacıyla yapılan bu çalışmada, üretimde pazarlama ve örgütlenme göze çarpan sorun olarak belirtilirken bunun yanında sözleşmeli üretim, fiyat düşüklüğü, girdi fiyatlarının yüksek olması gibi sorunlar öne çıkmaktadır. Ankete katılan üreticilerin kuru soğan yetiştiriciliği konusunda tecrübesi ortalama 23 yıl olarak belirlenmiş olup, kuru soğan yetiştiriciliği nedeni olarak ürün çeşitliliği cevabı alınmıştır. Yapılan yüz yüze görüşmelerde üreticiler yetiştiriciliğe bir etkeninde gelenekçi tutum ve öğrenilmiş durum olduğu belirtmişlerdir.

Üreticilerin kuru soğan üretiminde karşılaştıkları en büyük sorunu %68.75 ile pazarlama, girdilerin pahalı olması ve piyasaların belirsiz olması şeklinde bildirmiş, pazarlama ile ilgili yaşadıkları sorunların başında %67.5'i fiyat düşüklüğü istenilen zaman alıcı bulunamaması olarak belirtmiştir. Kuru soğanın pazarlanma şekli olarak %67.50'i komisyoncuya, %57.5 tarlada toptan şekilde sattıkları tespit edilmiş olup, bu durumun yansıması olarak ürettikleri ürünü pazar zincirinin son noktası olan sofradaki fiyatın altında satmalarına neden olduğu gözlenmiştir.

Üreticiler, pazarlamada sorun yaşadıklarını ve en önemli sorunlarının fiyat düşüklüğü olduğunu belirtmiştir. Pazarlama ile ilgili sorunların çözümlenmesi açısından soğan üreticisi kooperatiflerinin oluşturulması, bu konuda üreticilerin bütünleşmesinin sağlanması gerektiği düşünülmektedir. Soğan üreticilerinin

piyasa hâkimiyeti ve pazarda söz sahibi olabilmeleri için kooperatifler yolu ile bir araya gelerek örgütlenmeleri gerektiği düşünülmektedir.

Türkiye geneli soğan üretimi planlaması yapılarak belirsizliklere karşı ekim bölgeleri belirlenmeli ve üretim planlanmalıdır. Yüksek girdilerin yarattığı masraflara karşı ise üreticilerin üretime devamını sağlamak açısından ilgili kamu kuruluşunca destek miktarlarının piyasadaki gelişmeler takip ederek düzenlenmesi ve bu desteklerin üretim süreci içerisinde üreticilere ödenmesi gerektiği düşünülmektedir. Soğan üreticilerinin de sorunlarının çözümü noktasındaki en büyük beklentileri desteklerin artması yönündedir. Sözleşmeli üretimin pazarlamadaki sorunları ortadan kaldırmanın bir diğer yolu olacağı, bölgede sözleşmeli üretimin yaygınlaştırılması ve sözleşme şartlarının her iki tarafın da beklentilerini karşılayacak şekilde düşünülerek hazırlanmasının pazarlama, İstenilen zamanda alıcı bulma, risk ve belirsizliğin çözümünde etkili olacağı düşünülmektedir.

## KAYNAKÇA

- Anonim, (2010). Amasya İl Tarım Müdürlüğü, proje ve istatistik şubesi kayıtları. Amasya. Erişim tarihi: 10 Nisan 2023.
- Anonim, (2022). <https://amasya.tarimorman.gov.tr/> Erişim tarihi: 01 Nisan 2023.
- Anonim, (2022a). <https://tibuad.istanbul.edu.tr/tr/content/blog/allium-1> Erişim tarihi: 22 Nisan 2023.
- Bamwenda, E. (2021) The agricultural sector marketing policy In Tanzania: The Value Added To Economic Growth. Scientific Papers of Silesian University of Technology. Organization and Management Series No. 151. 9-29.
- Bozoğlu. M., Ceyhan. V., ve Cinemre. H. A.. (2001). tonya ilçesinde süt işletmelerinin ekonomik yapısı ve karşılaştıkları riskler: Risk Ölçümü ve Uygun Risk Yönetimi Stratejileri. Türkiye Ziraat Odaları Birliği Yayınları No: 228. Ankara.
- Çetin. İ., Esengün. K. (2012). Amasya ilinde kuru soğan yetiştiren işletmelerin risk davranışına göre sosyo-ekonomik analizi. Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG). 2012 (1). 81-92. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/gopzfd/issue/7329/95905>.
- FAO (Food and agriculture Organization), (2020). (<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>), Erişim tarihi 02 Mart 2022.
- Gözener, B., Karadoğan, N., Onurlubaş, E. (2021). Kuru soğan üreticilerinin üretim ve pazarlama süreçlerinin değerlendirilmesi (Amasya İli Merkez İlçe Örneği). Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, 10(1), 10-20.
- Güler F. (2018) Iğdır ilinde domates üretim ekonomisi. Yüksek Lisans Tezi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Iğdır.
- Karadaş. K., Bulut. O. D. (2022). Bitkisel ürünlerin pazarlama kanalları ve yeni bir pazarlama modeli önerisi; Iğdır İli Örneği. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 19 (1). 145-153.
- Karahan. Ö. (2002). Tarımda üreticilerin risk karşısındaki davranışları üzerine bir araştırma. Ege Bölgesinden bir örnek olay. (Doktora Tezi). Ege Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı. İzmir.
- Koçak, E., Aydın, F. (2020). Polatlı ilçesi'nde tarımsal problemler ve çözüm önerileri. Journal of International Social Research, 13 (70).
- Kumar, A.J.A.Y., Yadav Sumita, M. K., Rohila, A. K. (2019). Constraints

- faced by the farmers in production and marketing of vegetables in Haryana. *Indian J Agric Sci*, 89(1), 153-160.
- Kumar, R., Dhillon, A., Kumar, N. (2020). A study of production and marketing of onion in Nuh District of Haryana. *Indian Journal of Economics and Development*, 16(2s), 176-182.
- Oruç Büyükbay E, Kızılaslan N, 2008. Tarımsal pazarlama Yayımının Önemi ve Tokat Tarım İl Müdürlüğünün Konuyla İlgili Yayım Faaliyetlerinin İncelenmesi. *Tarım Bilgileri Araştırma Dergisi 1 (1): 25-30.*
- Öztürk. R.. Yıldırım. M. (2021). Tarımsal pazarlama disiplinler arası yaklaşımla tarım-gıda tedarik zinciri yönetimi seçme yazılar. aski ve C lt: Ekopi Dijital Baskı Merkez Ltd. Şt.. 87. [https://www.researchgate.net/profile/Abdullah-Oktay-Duendar/publication/363136635\\_Tarim\\_Gida\\_Tedarik\\_Zinciri\\_Yonetimi/links/630f382b61e4553b9552869a/Tarim-Gida-Tedarik-Zinciri-Yonetimi.pdf#page=94](https://www.researchgate.net/profile/Abdullah-Oktay-Duendar/publication/363136635_Tarim_Gida_Tedarik_Zinciri_Yonetimi/links/630f382b61e4553b9552869a/Tarim-Gida-Tedarik-Zinciri-Yonetimi.pdf#page=94)
- TEPGE, (2021)., Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü. Ürün Raporu KURU SOĞAN 2021. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20C3%9Cr%20BCn%20Raporlar%20C4%B1/2021%20C3%9Cr%20BCn%20Raporlar%20C4%B1/Kuru%20So%20C4%9Fan%20C3%9Cr%20BCn%20Raporu%202021-336%20TEPGE.pdf>
- Thayaparan, A., Kajendeni, S. (2020). Socio-economic characteristics and its impact on onion cultivation in Jaffna District of Sri Lanka. *Journal of Finance and Accounting*, 8(5), 212-217.
- TÜİK, (2021). Türkiye İstatistik Kurumu. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr>, Erişim tarihi: 10 Mart 2023.
- TÜİK, (2022). Türkiye İstatistik Kurumu. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2022-45504#:~:text=Sebze%20C3%BCretimi%202022%20y%C4%B1%20C4%B1nda%20bir.6%20milyon%20ton%20olarak%20ger%C3%A7le%20e%20C5%9Fti>. Erişim tarihi: 01 Mart 2023.
- Vadivelu. A., Kiran. B. R. (2013). Problems and prospects of agricultural marketing in India: an overview. *International Journal of Agricultural and Food Science*. 3(3). 108-118.
- Yüzbaşıoğlu, R. (2022). Kuru soğan üreticilerinin pazarlama sorunları ve soruna etki eden faktörlerin belirlenmesi (Amasya İli Merkez İlçe Örneği) . *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 11 (1) , 49-58 .

## BÖLÜM 6

### **BİTKİ ZARARLISI AKAR (ACARI) VE BÖCEKLERİN (INSECTA) MÜCADELESİNDE ENTOMOPATOJENLERİN ROLÜ**

Prof. Dr. Yusuf YANAR <sup>1\*</sup>  
Prof. Dr. Dürdane YANAR<sup>2\*</sup>

---

<sup>1\*</sup> Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Tokat, Türkiye, yusuf.yanar@gop.edu.tr, ORCID ID: 00002-5795-6340

<sup>2\*</sup> Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Tokat, Türkiye, durdane.yanar@gop.edu.tr, ORCID ID: 000-0003-2517-1538





## 1. GİRİŞ

Tarımsal zararlılar arasında bitki patojenleri (funguslar, oomycetes, bakteriler, virüsler, nematodlar), yabancı otlar, eklembacaklılar (örneğin böcekler, nematodlar ve akarlar), yumuşakçalar (salyangozlar) ve bazı omurgalılar kültür bitkilerinde hastalık oluşturarak, beslenerek veya kaynaklar için (su, ışık, yer ve besin maddeleri gibi) rekabete girerek verim ve kalite kayıplarına neden olmaktadır. Yer yüzünde tarım alanlarında zararlı olan türlerin milyonları bulunduğu tahmin edilmektedir. Bu zararlıların dünya genelinde tarımsal üretimde %40 oranında kayıplara neden oldukları bildirilmektedir. Diğer taraftan böcek ve akarların yaklaşık %18-%26'lık bir ürün kaybına neden olduğu ve bunun ekonomik değerinin 470 milyar dolar olduğu rapor edilmiştir (Mantzoukas ve Eliopoulos, 2020). Bu kayıpları azaltmak için böcek ve akarlarla mücadelede öncelikli olarak yüksek etkiye sahip olmaları ve hızlı sonuç vermeleri nedeniyle insektisit ve akarisitler kullanılmaktadır. Ancak yoğun sentetik kimyasal pestisit kullanımı birden çok pestisit grubuna karşı dayanıklılık oluşumuna yol açarken, tarımsal ürünlerde kalıntı oluşturmaktadır. Ayrıca hedef dışı organizmalara olan zararları, tarımsal ürünlerde oluşturdukları kalıntılar nedeniyle insanlarda sağlık sorunlarına ve çevre kirliliğine neden olmalarından dolayı dünya genelinde kullanımlarının azaltılmasına yönelik çalışmalar yapılmaktadır (Sharma, 2019).

İnsan, hayvansal organizmaların ve çevrenin sentetik pestisitlerden kaynaklı risklerden korunmasını sağlamak için ABD Çevre Koruma Ajansı (US EPA) ve Avrupa Gıda Güvenliği Komisyonu (EFSA) gibi ulusal ve uluslararası kuruluşlar oluşturulmuştur. Bu konudaki mevzuatlarda kayda değer güncellemeler yapılmıştır. Bu bağlamda Avrupa Birliğinin (AB) Çiftlikten Çatala başlığı altında sentetik pestisitlerin olumsuz etkilerini minimize etmek amacıyla (EC, 2020), AB düzeyinde pestisit kullanımını azaltma hedefleri ortaya konmuştur. Bu hedefe yönelik olarak 2030 yılına kadar kimyasal

pestisitlerin toplam kullanımında %50'lik bir azalma, özellikle en toksik pestisit aktif maddelerinde %50 azaltılması hedeflenmektedir. Bu gelişmeler dikkate alındığında pestisitlerin olumsuz etkilerini azaltmak için alternatif mücadele yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda, öne çıkan alternatiflerin başında biyolojik mücadele gelmektedir. Biyolojik mücadele terimi, ilk kez 1919 yılında Smith tarafından kullanılmış, araştırmacı biyolojik mücadeleyi basit olarak “zararlı popülasyonlarını doğal düşmanları aracılığıyla baskı altına alma ve düzenleme” şeklinde tanımlamıştır. Debach (1974), biyolojik mücadeleyi doğal mücadelenin bir parçası olarak kabul etmekte ve ekolojik anlamda “parazitoit, predatör ve patojenlerle, herhangi bir zararlının popülasyon yoğunluğunu, bu etmenlerin olmadığı zamanki yoğunluğundan daha düşük düzeyde tutulmasını sağlayan düzenlemeler” olarak tarif etmektedir. Burada biyolojik mücadele konusunda yapılan tüm tanımlamalarda; parazit, predatör ve mikrobiyal etmenlerin kullanımı söz konusu olmuştur.

Biyolojik mücadele tanımında yer alan mikrobiyal etmenler (entomopatojenler) günümüzde ön plana çıkmaktadır (Roy ve Cottrell, 2008). Entomopatojen ifadesi Tanzini ve ark. (2001) tarafından zararlı popülasyonlarını ekonomik zarar eşiğinin altında tutan mikroorganizmaları tanımlamak için kullanılmıştır. Entomopatojen mikroorganizmalar (EM) zararlılar üzerindeki etkinlikleri yanında çevre dostu olmaları, hedef dışı organizmalara ve insanlara karşı düşük toksisiteyi nedeniyle ilgileri üzerine çekmektedir. Sentetik pestisitler gibi toksik kalıntı bırakmamaları, fitotoksik etkilerinin olmaması, sıcak kanlılara herhangi bir toksisitesinin olmaması ve doğada kendi kendilerini idame ettirebilmeleri biyolojik kontrol ajanlarının ve entomopatojenlerin avantajlarından birkaçıdır. Ancak, entomopatojenlerin başarılı bir şekilde kullanımı hem zararlının hem de entomopatojenin ekolojisinin kapsamlı bir şekilde anlaşılmasını gerektirir. Entomopatojenlerin (mantarlar, bakteriler, virüsler ve nematodlar) etkin bir biyolojik kontrol ajanı olarak geliştirile

bilmesi için üretim, biyolojik etkinlik, üretim ve formülasyon çalışmalarının kapsamlı bir şekilde yapılması gerekmektedir.

Bu bölümde entomopatojenler (Fungus, bakteri, virüs ve nematodlar) ayrı ayrı ele alınacak ve bu konularda ülkemizde yapılan çalışmalara yer verilecektir.

### **1.1. Entomopatojenik Funguslar**

Funguslar alemi içerisinde 90 cinse ait 700'den fazla entomopatojen fungus türü yer almaktadır (Goetteal ve ark., 2005). Bunların büyük çoğunluğu Ascomycota ve Zygomycota bölümleri içerisinde bulunmaktadır. Ascomycota içerisinde pek çok tür Hypocreales, Zygomycota bölümünde ise Entomophthorales takımı içerisinde yer almaktadır (Roy ve ark., 2006). Entomopatojenik funguslar (EPF) dünya çapında biyolojik zararlı yönetiminde önemli bir rol oynamaktadır. EPF heterotrofik, eukaryotik, tek hücreli veya çok hücreli (ipliksi yapıda) eşeyli veya eşeysiz olarak üreyen mikroorganizmalardır (Bahadur, 2018). Entomopatojen fungusların tarla koşullarındaki etkinlikleri UV, sıcaklık ve nem gibi çevresel faktörlerden etkilenebilmektedirler. En çok entomopatojen fungus türünü içeren takımlar Hypocreales, Onygenales, Entomophthorales ve Neozygitales takımlarıdır (Sung ve ark., 2008). Bu gruplar içerisinde öne çıkan önemli cinslerden bazıları *Metarhizium*, *Beauveria*, *Verticillium*, *Nomuraea*, *Entomophthora*, and *Neozygites* cinsleridir (Deshpande, 1999) (Tablo 1).

Entomopatojen funguslar Lepidoptera, Coleoptera, Hemiptera, Diptera, Orthoptera ve Hymenoptera takımlarına ait böceklerde enfeksiyon oluşturmaktadırlar. Bazı EPF'lar (Hypocreales takımı üyelerinden bazıları gibi) geniş bir konukçu yelpazesine sahipken, Entomophthorales türleri ise sadece bir böcek grubunu enfekte etmektedir. EPF'lar dünya genelinde ana ürünlerde zararlı olan kelebek larvaları, afitler, tripsler ve kırmızı örümcekler gibi geniş bir zararlı topluluğunu hastalandırmaktadırlar (Roberts ve Humber 1981).

**Tablo 1.**Eklembacaklıların mücadelesinde kullanılan entomopatojen fungus örnekleri.

Takım	Tür	Hedef Zararlı	Kültür Bitkisi
Hypocreales	<i>Beauveria bassiana</i>	Geniş bir konukçu çevresi; Lepidoptera, Coleoptera, Formicidae, Hemiptera, Acarina	Çeşitli kültürler; Kabakgiller, patates, Lahanagiller, pamuk, vb.
	<i>Metarhizium anisopliae</i>	Geniş bir konukçu çevresi; Coleoptera, Diptera, Lepidoptera, Hemiptera, Isoptera, Acarina	Bir çok kültür bitkisinde
	<i>Metarhizium acridum</i>	Cüce ağustos böcekleri ve çekirgeler	Bir çok kültür bitkisinde
	<i>Isaria fumosorosea</i>	Hemiptera	Çeşitli kültürler; Kabakgiller, pamuk, Lahanagiller ve süs bitkileri
	<i>Lecanicillium spp.</i>	Hemiptera	Özellikle sera bitkileri
Entomophthorales	<i>Neozygites tanaioae</i>	<i>Mononychellus tanaioa</i>	Cassava
	<i>Entomophaga maimaiga</i>	<i>Lymantria dispar</i>	Ağaçlar

Kaynak: (Deshpande, 1999; Dara, 2017)

Doğada EPF'lar böcek ve akarlarda ölümcül hastalıklara neden olmak suretiyle bu zararlıların popülasyonlarını baskı altında tutarlar. Genellikle konukçuya özelleştikleri için hedef dışı organizmalarda zarar oluşturmazlar. EPF'lar

konidiospor veya blastospor üretirler. Bu sporlar çimlenir ve kütiküladan direk giriş yaparak konukçu içerisinde yayılır. EPF sporları müsilaj bir protein ve glukon tabakasıyla kaplıdır. Bu yapı sporun böcek dış kütikülasına tutunmasını sağlar. Çimlenen fungus sporu kütiküla yüzeyine basınç oluşturmak için appressorium olarak adlandırılan yapıları oluşturur. Böylece oluşturdukları mekanik basınç ve hidrolitik enzimler (lipase, protease, and chitinase) yardımıyla konukçu böcek kütikülasını parçalayarak giriş yapar (Xiao ve ark., 2012). Böcek vücuduna girdikten sonra fungus böceğin hemocoelinde vejetatif olarak gelişir. Bu şekilde böceğin vücudunda mekanik zararlanmaya sebep olur. Diğer taraftan *Beauveria* ve *Metarhizium* gibi cinsler destruxin, bavericin ve efrapetins gibi toksinler üretirler. Böylece hem mekanik zararlanma ve hemde zehirlenme sonucu böceğin ölümüne sebep olurlar (Hajek ve St. Leger, 1994). Fungus daha sonra ölü böcek üzerinde milyonlarca spor üreterek yeni konukçulara yayılır ve bu şekilde yaşam döngüsünü devam ettirir. Zararlı mücadelesinde EPF kullanımı arzu edilen ve etkili bir yaklaşımdır ve kimyasal insektisitlere alternatif olarak kullanılabilir. Bazı EPF cinsleri Örneğin *Beauveria*, *Metarhizium*, *Isaria*, *Lecanicillium* ve *Hirsutella* tarımsal, seracılık, orman, depo ve konut zararlılarına karşı etkin bir şekilde kullanılabilir (Sharma ve Sharma 2021). Bu türlerin bazıları konukçuya özelleşmiştir. Bazıları da geniş bir konukçu yelpazesine sahiptir. EPF'lar zararlıların biyolojik mücadelesinde önemli olan hedef seçiciliği, yüksek üreme yeteneği, hızlı üretim süresi ve uzun süreli hayatta kalma gibi çeşitli avantajlara sahiptirler. (Sharma ve Sharma 2021). Bunun yanında EPF'lar bitki patojenlerine karşı antagonistik etki, rizosfer kolonizasyonu, bitki büyümesini teşvik etme ve endofitik etki gibi mekanizmalara da sahiptirler. *Beauveria bassiana* ve *Lecanicillium* spp. gibi EPF'lar sadece böceklere değil aynı zamanda bitki hastalıklarını da baskılama yeteneğine sahiptirler (Kim ve ark. 2008). Antibiyosis, rekabet ve uyarılmış sistemik dayanıklılık, *B. bassiana* tarafından kullanılan mekanizmalardan bazılarıdır (Benhamou ve Brodeur,

2001). Bu özellikler EPF'lara hastalıkların, çeşitli zararlıların biyolojik mücadelesinde popülerlik kazandırmaktadır ve başarılı, uygun maliyetli ve çevre dostu oldukları da kanıtlanmıştır (Wraight ve ark. 2001).

Entomopatojen fungusların zararlılar üzerindeki etkinliklerine yönelik yerel izolatlarla özellikle invitro koşullarda çok sayıda çalışmalar yapılmıştır. Çam ve ark. (2002) *B. bassiana* yerel izolatını papates böceğine (*Leptinotarsa decemlineata* Say.)'ya karşı test etmişler ve larvalar üzerine 6. gün sonunda %80'in üzerinde ölüm oranı elde etmişlerdir. Polat ve ark. (2022), *B. bassiana* izolatları, GOPT-498-4, GOPT-529-2, GOPT-552 ve GOPT-562'nin papates böceği üçüncü dönem larvaları üzerine etkilerini test etmişler ve GOPT-552 izolatının  $1.4 \times 10^6$  spor/ml ile en düşük  $LC_{50}$  ve 10.6 gün ile en düşük değerlerine sahip olduğunu rapor etmişlerdir. Gökçe ve Er (2005) farklı kaynaklardan elde ettikleri *Paecilomyces* sp. izolatlarını sera beyazsineğine (*Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Aleyrodidae: Homoptera)) karşı test etmişler ve izolatların çoğunun %70'in üzerinde ölüme neden olduğunu rapor etmişlerdir. Kıvan (2007) 4 farklı *B. bassiana* ve 1 adet *M. anisopliae* var. *anisopliae* izolatının *Eurygaster integriceps*'e karşı test etmişler ve bir *B. bassiana* izolatı %82,5 ölüme neden olurken *M. anisopliae* var. *anisopliae* izolatı %100 ölüme neden olmuştur. Yapılan diğer bir çalışmada çeşitli yerel entomopatojenik fungus izolatlarının *Melolontha melolontha* L. (Coleoptera: Scarabaeidae)'ya karşı etkinliği invitro koşullarda test edilmiş ve *Evlachovaea* sp. KTU-36 izolatının %86,6 oranında ölüme sebep olduğu belirlenmiştir (Sevim ve ark., 2010). İskender ve ark. (2012) üç farklı *B. bassiana* izolatını *Hyphantria cunea* (Drury) (Lepidoptera: Arctiidae)'ya karşı test etmişler ve izolatların %90'ın üzerinde ölüme neden olduklarını belirtmişlerdir. İnanlı ve ark. (2012) *B. bassiana* ve *M. anisopliae* funguslarının birer adet ticari preparatlarını domates güvesi (*Tuta absoluta* (Meyrick)) üzerinde test etmişlerdir ve *B. bassiana*'dan %66'ya varan ve *M. anisopliae*'den %100'e varan ölüm oranları elde etmişlerdir. Güven ve ark. (2014) yürüttükleri

çalışmada bazı entomopatojen fungus izolatlarının *Aphis fabae* Scop. (Hemiptera: Aphididae) üzerine etkisine bakmışlar ve *B. bassiana* izolatları BMAUM-A6-002 (%90.94), BMAUM-A6-001 (% 90.78) ve BMAUM- 005 (% 79.62) ile *M. anisopliae* (% 90.54) ve *P. lilacinus* (% 84.15) türleri en yüksek etkiye sahip olmuşlardır. Yine Yanar ve ark., (2019) *B. bassiana* izolatlarının (F-12, F-53, and F-56) *Macrosiphum rosae* L.'ye karşı etkinliklerini  $1 \times 10^4$ -  $1 \times 10^8$  arasında değişen spor yoğunluğunda test etmişler ve en yüksek dozda %66'ya varan ölüm oranlarına ulaşmışlardır. Baysal ve ark. (2018) yürüttükleri çalışmada 4 *B. bassiana* (GN-23, GN-4, HP-30 ve HP-6) izolatının *Hypera postica* (Gyllenhal) (Coleoptera: Curculionidae) larvaları üzerine etkilerini belirlemiş ve izolatların beş günlük inkübasyon süresi sonunda %95'in üzerinde etkili olduklarını rapor etmişlerdir. Bir çalışmada, *T. urticae* Koch ve *P. ulmi* (Koch) (Acari: Tetranychidae)'ye karşı ruhsatlı bir entomopatojen fungus olan *Isaria fumosorosea* PFS-1 izolatının *T. neiswanderi*'ye karşı etkisi test edilmiştir. Popülasyonlarda, 5 farklı dozda elde edilen ölümlerin %16-100 arasında değişmiştir. Uygulama sonucunda akarlarda en fazla ölüm 6. gün sonunda gözlenmiş, dozlara göre değişim göstermesine rağmen uygun dozun  $5 \times 10^8$  spor/ml olduğu sonucuna varılmıştır (Kırışik ve Topuz, 2019). Yeşilayer (2018) *B. bassiana* ve *P. lilacinus* TR1 izolatları  $1 \times 10^8$  spor/ml yoğunluğunda 9. günün sonunda *T. urticae* üzerinde sırasıyla %66. %28.8 oranında ortalama ölüm oluşturmuştur. Yanar ve ark. (2018) de ise Bu çalışmada 17 farklı entomopatojen fungus izolatının iki noktalı kırmızı örümcek *Tetranychus urticae* üzerine insektisidal etkisi invivo koşullarda test edilmiştir. Üç farklı izolatın (F-12, F-53, ve F-56) farklı spor konsantrasyonları (  $1 \times 10^4$ ,  $1 \times 10^5$ ,  $1 \times 10^6$ ,  $1 \times 10^7$ , and  $1 \times 10^8$  ) ergin bireylere püskürtme şeklinde uygulanmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, ölüm oranı inkübasyon süresi ve doz artışına bağlı olarak artış göstermiştir. F-53 kodlu izolat  $1 \times 10^8$  konidi/ml dozunda ve 72 saatlik inkübasyon süresi sonunda %83 ölüme neden olurken bunu %78.3 ve %76.7'lik ölüm oranlarıyla F-12 ve



F-56 kodlu izolatlar takip etmiştir. Diğer bir çalışmada Yanar ve ark., (2020) *B. bassiana* izolatları F-52, F-53 ve F-56'nın depo zararlısı *Sitophilus oryzae*'yi baskılama etkilerini test etmişler ve bu izolatların  $1 \times 10^8$  spor/ml konsantrasyonunda sırasıyla %94, %100 ve %86 oranında ölüme sebep olduklarını rapor etmişlerdir. Aynı izolatların *Sitophilus granarius* L.'da ise %94 ile %98 arasında değişen oranlarda ölüme neden olduğu rapor edilmiştir (Yanar ve ark., 2019). *Metarhizium brunneum* (ORP-13) ve *B. bassiana* (GOPT-301-2) izolatlarının *Malacosoma neustria* L. (Lepidoptera: Lasiocampidae) larvaları üzerinde  $1 \times 10^8$  spor yoğunluğunda %100'e varan ölüm oranı sergilerken (Topkara, ve ark., 2022) *B. bassiana* (GOPT-331) ve *M. brunneum* (ORP-13, ve ORP-18) izolatlarının *Thaumetopoea wilkinsoni* Tams, 1926 (Lepidoptera: Notodontidae) üzerinde %91.1 ile %100 arasında değişen oranlarda ölüm oluşturduğu rapor edilmiştir (Yanar ve ark., 2023). Entomopatojen fungusların kök ur nematodları üzerinde de etkili oldukları bilinmektedir. Kepenekci ve ark. (2017) tarafından sera koşullarında yürütülen çalışmada *B. bassiana* izolatları, F-56 ve F-63'ün *Meloidogyna javanica* ve *M. incognita*'nın domates bitkisindeki zararını baskılayarak domates verimini önemli düzeyde artırdığını rapor etmişlerdir.

## 1.2. Entomopatojen Bakteriler

Bakteriyel entomopatojenler gibi biyolojik kontrol yöntemlerinin genellikle kimyasal böcek ilaçlarından daha güvenli olduğu ve birçok fayda sağladığı düşünülmektedir. Örneğin, bunların etki mekanizması, sentetik kimyasal pestisitlerden tipik olarak daha karmaşıktır ve birden çok farklı etki yerine sahiptirler. Bu nedenle zararlılarda direnç oluşma riski de oldukça düşüktür (Ruiu, 2015). Yine entomopatojen bakteriler, tek başına bir zararlı kontrol aracı olarak kullanılabilirken, maksimum etkinlik sağlamak için dönüşümlü olarak veya insektisitlerle kombinasyon halinde kullanılabilirler. Çok sayıda araştırmaya göre entomopatojen bakteri ve kimyasal bileşikler uyumlu ve

sinerjistik etki gösterebilmektedirler (Musser ve ark. 2006). Entomopatojen bakterilerin zararlı mücadelesinde biyolojik pestisit olarak kullanılmasının diğer faydalar arasında uygulayıcıların güvenliği, düşük kalıntı problemi ve kısa veya hiç hasat öncesi bekleme süresi olmaması nedeniyle hasat esnekliği yer almaktadır. Entomopatojen bakterilerin büyük çoğunluğu Bacillaceae, Pseudomonadaceae, Enterobacteriaceae, Streptococcaceae ve Micrococcaceae familyalarında yer almaktadırlar (Tablo 2). Bu bakterilerin çoğu, stres altındaki böcekleri enfekte eden zayıf patojenlerdir, ancak küçük bir kısmı çok öldürücüdür. Bacillaceae en çok öne çıkan familyadır. *Bacillus popilliae*, bok böceklerinde süt hastalığına neden olurken, *Bacillus sphaericus* (Bacillales: Bacillaceae) sivrisineklerde önemli düzeyde hastalık oluşturur. *Bacillus thuringiensis* (Bacillales: Bacillaceae) (Bt), tırtılları ve böcekleri kontrol etmek için kullanılan yaygın bir entomopatojen bakteri türüdür. *Bacillus thuringiensis*, protein yapısında Cyt toksin üretir. Bu toksinler böcek tarafından ağız yoluyla alınır ve mideye ulaştığı zaman midedeki proteinaz enzimlerince parçalanır ve aktif toksin serbest kalı endotoksin olarak adlandırılan bu toksin insektisidal etkiye sahiptir (Pardo-Lopez, Soberon, ve Bravo, 2013).

**Tablo 2.** Eklembacaklıların mücadelesinde kullanılan entomopatojen bakteri örnekleri.

Entomopatojen bakteri türü	Hedef Zararlı türü veya takımı
<i>Paenibacillus popilliae</i>	<i>Popillia japonica</i>
<i>Lysinibacillus sphaericus</i>	Sivrisine larvaları
<i>Serratia entomophila</i> (strain 154)	<i>Costelytra zealandica</i>
<i>Pseudomonas entomophila</i>	Sivrisine larvaları
<i>Brevibacillus laterosporus</i>	Coleoptera, Lepidoptera ve Diptera
<i>Bacillus sphaericus</i>	Diptera
<i>Bacillus popilliae</i>	Coleoptera
<i>Bacillus thuringiensis kurstaki</i>	Lepidoptera
<i>Bacillus thuringiensis israelensis</i>	Diptera
<i>Bacillus thuringiensis tenebrionis</i>	Coleoptera
<i>Bacillus thuringiensis aizawai</i>	Lepidoptera

Kaynak: (Dara, 2017)

Fermantasyon tanklarında hızlı bir şekilde çoğalması, kolaylıkla spor oluşturması ve endotoksin içeren biyopestisit üretimine elverişli olması sebebiyle bu bakteri böcek mücadelesinde en çok kullanılan tür olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bakteri, parasporal kristaller üretir. Endotoksinler (Cry proteinleri) böcek tarafından alındıktan sonra bağırsak epitelyumunda delinmeye sebep olarak böceği ölümüne neden olur (Pigott ve Ellar 2007). Bt toksinlerinin hem hedef hem de hedef olmayan türler üzerindeki etkisini değerlendirmek için çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Marchetti ve ark., 2012). Cry toksinleri (-endotoksinler) Lepidoptera, Coleoptera, and Diptera türlerini içeren geniş bir zararlı grubuna karşı ruhsatlı ticari ürünlere dönüştürülmüş durumdadır. Lepidopterler üzerinde etkili olan ticari cry-toksinlerin hedef dışı organizmalar üzerindeki etkisinin çok düşük olduğu bildirilmektedir (Sims, 1997). Yapılan bir çalışma genetik olarak modifiye edilmiş ticari Bt'lerin *L. decemlinata* üzerinde yüksek etki gösterirken parazitoid hymenopterler üzerinde hiçbir negatif etki oluşturmadığı rapor edilmiştir (Lacey ve ark., 1999). *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (Btk) içeren bir biyoinspektisit (Delfin) predatör böcek *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae)'ye karşı olumsuz etkisinin belirlenmesini hedefleyen çalışma sonuçları Btk-içeren biyoinspektisit, *C. montrouzieri*'nin hem ergin hem de larvalarına karşı doğrudan ve dolaylı etkisinin olmadığını ortaya koymuştur (Kırışık ve ark., 2020). Hedef zararlılara uygulanan Bt biyoinspektisitlerin uygulandığı tarımsal ekosistemlerde birikmezler. Sporların canlılığı, özellikle güneş ışığına maruz kaldıklarında hızla düşmektedir (Ignoffo, 1992). BT geni (Bt-endotoksini kodlayan) aktarılmış (GDO) bitkiler çeşitli zararlı böceklerle karşı dayanıklılık gösterirler. Bu bitkileri yetiştiren üreticilerle yapılan anket çalışmaları bu ürünlerin sentetik pestisit kullanımını önemli düzeyde azalttığını ortaya koymuştur. Şu anda sekiz ülke (Hindistan, ABD, Kanada, Çin, Güney Afrika, Paraguay, Arjantin ve Brezilya) GDO'lu bitkilerin üretimine izin vermektedir. Ancak dünyada hala Türkiye'de dahil GDO'lu bitki üretimini

yasaklamaktadır. Ayrıca herbirit dayanıklılığı gibi kültür bitkilerine aktarılan genlerin yabancı otlara aktarılması gibi çok önemli risklerin bulunması da gündemdeki yerini korumaktadır.

### **1.3. Entomopatojen Virüsler**

Entomopatojen virüslerin (EPV) böceklerle mücadelede kullanımı son yıllarda ortaya çıkan bir biyolojik mücadele yöntemidir. Birçok viral ajan 1900'lerin başında tüm dünyada böceklerle mücadelede kullanım potansiyelleri açısından çalışılmıştır, ancak ilk virüs bazlı insektisit 1970'de sadece ABD'de pamukta yeşil kurdu (*Helicoverpa armigera*) kontrol etmek için ruhsatlandırılmıştır (Ignofu 1992). Yine birkaç viral ajan böceklerle mücadelede kullanılmak üzere onaylanmış ve yeni virüslerin bulunması ve karakterizasyonuna yönelik çalışmalarda hızla sürdürülmektedir (López-Ferber 2020). Virüsler birçok böcek türünü enfekte ederek onların ölümüne sebep olmaktadırlar. Bugüne kadar 20 farklı böcek familyasına mensup türde 1100 adet EPV varlığı tespit edilmiş ve sadece Lepidoptera takımı böceklerde keşfedilmeyi bekleyen binlerce EPV'nin bulunduğu ifade edilmektedir (Eberle ve ark., 2012a,b). En çok EPV'nin yer aldığı (600 EPV) familya Baculoviridae familyasıdır. Birçok böcek türünün viral enfeksiyonlara duyarlı olması EPV'lerin bir biyolojik mücadele ajanı olarak kullanımına imkan sağlamaktadır. Böcek virüsleri tek veya çift sarmal (DsDNA veya ssDNA) DNA yada tek veya çift sarmal (DsRNA veya ssRNA) RNA içeren virüslerdir.

Bugün nükleopolihedroz olarak bilinen bir viral hastalık ilk kez ipekböceklerinde (*Bombyx mori* L. Lepidoptera: Bombycidae) görülmüştür. Daha sonra diğer bir viral etmen bal arılarında (*Apis mellifera* L. Hymenoptera: Apidae) belirlenmiştir. EPV'lerin konukçu hücrelerini enfekte etmesinde kapsit olarak bilinen protein kılıfın hayati öneme sahip olduğu bildirilmekte olup, virüs konukçu hücrelerine girdikten sonra virüsün nükleik asidi konukçunun hücreindeki metabolik aktiviteleri kontrol ederek kendisinin binlerce

kopyasını oluşturur ve bu süreç konukçu hücresi ölene kadar devam eder. Virüsler obligat parazit olup canlı hücre dışında üretilemez. Uluslararası Virüs Taksonomi Komitesi (ICTV) EPV'leri 12 familya içerisinde toplamıştır (van Regenmortel ve ark., 2000). EPV'ler konukçuya özelleşmiş olup hedef böcek popülasyonlarında önemli düşüslere neden olurlar.

Baculoviridae, Polydnviridae ve Ascoviridae familyalarında yer alan EPV'ler son derece konukçuya özelleşmişlerdir ve memeliler dahil olmak üzere faydalı böcekler ve diğer hedef olmayan canlılarda hastalık oluşturmazlar. Bu nedenle de özellikle baculoviridae üyeleri kimyasal pestisitlere karşı potansiyel bir alternatif olarak görülmektedir (van Oers ve Flak 2007). Baculovirüsler çift sarmal DNA içeren (80–180kbp) çubuk formundaki virüslerdir. Virüs partikülleri occlusion bodies (OBs) adı verilen kristal benzeri protein kapsüller oluştururlar (Harrison ve Hoover, 2012). Baculoviridae familyası genom sequens analiz sonuçlarına göre üç cinse ayrılmıştır. Alfabaculovirüslerin tümü Lepidoptera'ya özgü nükleo polihedrovirüslerdir (NPV) ve OB'leri AcMNPV'de olduğu gibi çok yüzlü kristal şeklindedir ve bu kristal matriks içerisinde birçok virüs partikülü yer alır. Diğer cins betabaculovirüsler bunlar klasik granulovirüslerdir ve Lepidoptera türlerine özelleşmişlerdir. OB'leri granülün adlı polipeptitden oluşur ve bir tane virüs partikülü içerir.

Gammabaculovirüsler, Hymenopterlere özelleşmişlerdir ve polihedral OB'ye sahiptirler çoklu veya tek viral partikül içerirler. Son olarak Deltabaculovirüsler Diptera takımı böceklere özelleşmişlerdir ve OB'lerinde birden çok viral partikül içerirler. Ancak baculovirüslerin büyük bir çoğunluğu Alfa ve Betabaculovirüsler içerisinde yer almaktadır (Eberle et al., 2012a,b). Baculovirüsler biyolojik insektisit geliştirmeye en uygun virüsler olup 30'un üzerinde geliştirilmiş veya aday biyoinspektisit bulunmaktadır (Tablo 3) (Lacey ve ark., 2015).

**Tablo 3.** Mikrobiyal insektisit olarak geliştirilmiş veya aday Baculovirüsler

Baculovirüsler	Hedef Zararlı	Kültür Bitkisi
<b>Betabaculovirüsler (granulovirüsler, GV)</b>		
CpGV	<i>Cydia pomonella</i>	Taş çekirdekli meyveler ve ceviz
PhopGV	<i>Phthorimaea operculella</i>	Patates
AdorGV	<i>Adoxophyes orana</i>	Meyve ağaçları
PlxyGV	<i>Plutella xylostella</i> ,	Lahana, brakkoli
CrleGV	<i>Cryptophlebia leucotreta</i>	Turunçgil, pamuk
HomaGV	<i>Homona magnanima</i>	Yumuşak çekirdekli meyveler, çay
AdhoGV	<i>Adoxophyes honmai</i>	Süs bitkileri
<b>Alphabaculovirüsler ve gammabaculovirüsler [nucleopolyhedrovirüsler (NPVs)]</b>		
HearNPV	<i>Helicoverpa armigera</i>	Mısır, soya, pamuk, baklagiller ve sebzeler
HZSNPV	<i>Helcoverpa zea</i>	Mısır
SpexMNPV	<i>Spodoptera exempta</i>	Arpa, buğday, mısır, pirinç
SeMNPV	<i>Spodoptera exigua</i>	Sebzeler ve süs bitkileri
SpliNPV	<i>Spodoptera littoralis</i>	Sebze ve meyveler
AgMNPV	<i>Anticarsia gemmatalis</i>	Baklagiller
LdMNPV	<i>Lymantria dispar</i>	Ağaçlar
NeleNPV	<i>Neodiprion lecontei</i>	İğne yapraklılar
AcMNPV	<i>Autographa californica</i>	Sebzeler ve baklagiller

Kaynak (Lacey et al., 2015)

Baculovirüsler nisbeten hızlı ölüme neden olmaları ve dünya genelinde sentetik insektisitlere dayanıklılık kazanmış *Plutella xylostella* ve *Helicoverpa (Heliothis)* türleri gibi önemli böcek türlerinde etkili olmaları nedeniyle öne çıkan biyolojik mücadele ajanlarıdır (Rohrman, 2013).

#### 1.4. Entomopatojen Nematodlar

Entomopatojen nematodlar (EPN) yuvarlak bölmesiz yumuşak vücutlu 0.5 mm boyutunda zorunlu böcek paraziti canlılardır. Entomopatojen nematodların biyolojik mücadele ajanı olarak kullanılmasına yönelik çalışmaların 1985 yılından sonra giderek yoğunlaştığı görülmektedir. Böceklerin biyolojik

mücadelesinde kullanılan EPN'ler yedi familya içerisinde yer almaktadır. Bu familyalar şu şekilde sıralanmaktadır; Mermithidae, Tetradenematidae, Allantonematidae, Phaenopsitylenchidae, Sphaerulariidae, Steinernematidae ve Heterorhabditidae. Bu familyalar içerisinde Steinernematidae familyası ve bu familyada Steinernema cinsi, Heterorhabditidae familyası ve burada da Heterorhabditis cinsine bağlı nematod türleri üzerinde en çok çalışma yapılan türler olmuştur (Peters ve ark., 1997; Han ve Ehlers, 2000). Simbiyotik bakteriler, nematodun infektif juvenil (IJ) adı verilen döneminin midesinde taşınmaktadır. EPN'lerin toprakta serbest yaşayan tek evresi olan IJ'ler toprakta böcek larvasını bulduktan sonra larvanın vücuduna ağız, anüs, stigmalar gibi doğal açıklıklardan girmektedir. Nematodların kusma (Heterorhabditis spp.) veya dışkılama (Steinernema spp.) benzeri hareketlerle konukçu böceğin hemosölüne saldıgı simbiyotik bakteriler çok çeşitli toksinler ve enzimler ile 48 saat içerisinde konukçunun septisemiden ölümüne neden olmaktadır. Hem böceğin zarar görmüş dokularıyla beslenen nematodlar hem de simbiyotik bakteriler, kadavra içerisinde gelişmekte ve çoğalmaktadır (Ciche ve Ensign, 2003; Koppenhöfer, 2007; Poinar ve Grewal, 2012). Bu ilişkide nematodun görevi bakteriyi böceğin vücuduna taşımaktır. Bakterinin görevi ise sadece konukçuyu öldürmek değil aynı zamanda konukçusunu hem kendisi ve hem de nematodun gelişmesi için gerekli gıda kaynağının sağlanacağı bir hale getirmektedir. Yapılan çalışmalarda nematodun konukçusunu enfekte ettiğinde konukçuya bakteriyi verdiğini bu bakterinin ise nematodun beslenmesini kolaylaştıracak ortam oluşturduğunu, ayrıca, antibiyotik meydana getirerek nematodun besini olan kadavranın çürümmesini engellediği saptanmıştır. *Steinernema* cinsi entomopatojen nematodlar *Xenorhabdus*; *Heterorhabditis* cinsi entomopatojen nematodlar ise *Photorhabdus* cinsine ait bakteriler ile ortak yaşamaktadırlar (Dowds ve Peters, 2002). Bu bakteriler Enterobacteriaceae familyasına ait gram negatif bakteriler olup, spor oluşturmazlar. Steinernematidae familyasının *Steinernema* cinsine ait 62 ve

Heterorhabditidae familyasının Heterorhabditis cinsine ait ise 18 tür olmak üzere toplam 80 entomopatojen nematod türü dünyada tespit edilmiştir (Blaxter ve ark., 1998). Bunların mükemmel biyolojik mücadele ajanları oldukları belirtilmektedir. Ülkemizde ise entomopatojen nematodlarla ilgili çalışmalara son yıllarda başlanılmıştır. *Steinernema feltiae*; *S. affine*, *S. carpocapsae*, *S. anatoliense*, *S. weiseri*, *Heterorhabditis bacteriophora*, *H. megidis* ve *H. marelata* olmak üzere 8 türün ülkemizde varlığı tespit edilmiştir (Susurluk ve ark., 2001; Hazir ve ark., 2003a; Hazir ve ark., 2003b). Garcia ve ark. (2013), üç yerel EPN'ile yürüttükleri çalışmada *Steinernema carpocapsae* W. (Rhabditida: Steinernematidae), *S. feltiae* ve *Heterorhabditis bacteriophora*'nın *Tuta absoluta* M. (Lepidoptera: Gelechiidae) larvaları, pupaları ve erginlerine olan etkisini belirlemişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre erginlerdeki ölüm oranı *S. carpocapsae* için %79,1 ve *S. feltiae* için %0,50 olmuştur. Diğer taraftan tutaya karşı yaygın olarak kullanılan 3 farklı insektisitden de etkilenmedikleri görülmüştür. Dünyada kullanılan entomopatojen nematod örnekleri ve konukçular Tablo 4'te verilmiştir.

**Tablo 4.** Eklembacaklıların mücadelesinde kullanılan entomopatojen nematod örnekleri

Nematod türü	Hedef Zararlı	Kültür Bitkisi
<i>Steinernema carpocapsae</i>	Lepidoptera, Coleoptera, Diptera, Hymenoptera	Tarla ve bahçe bitkileri, süs bitkileri, çim alanları
<i>S. feltiae</i>	Coleoptera, Lepidoptera,	Meyve ağaçları, süs bitkileri sebzeler
<i>S. scapterisci</i>	Orthoptera (Scapteriscus spp.)	Çim alanları
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	Coleoptera, Lepidoptera	Meyve bahçeleri, süs bitkileri, çim alanları
<i>H. megidis</i>	Coleoptera (Scarabaeidae)	Çim alanları
<i>Neozygites tanajoae</i>	<i>Mononychellus tanajoa</i>	Cassava
<i>Entomophaga maimaiga</i>	<i>Lymantria dispar</i>	Ağaçlar

Kaynak: (Dara, 2017; Koppenhöfer ve ark., 2020)



## 2. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tarımsal ürünlerin hastalık, zararlı ve yabancı otlardan korunmasında ve ürün kaybının minimuma indirilmesinde birinci derecede baş vurulan mücadele yöntemi olarak kimyasal mücadele karşımıza çıkmaktadır. Kimyasal mücadele hızlı ve etkili sonuç verme gibi avantajların yanında zararlılarda direnç oluşumu, üründe kalıntı, çevre kirliliği ve hedef dışı organizmalara zarar vermesi gibi dezavantajlara sahiptir. Bu olumsuzlukları azaltmak için alternatif çevre dostu mücadele yöntemlerine son zamanlarda daha fazla vurgu yapılmaktadır. Bunlar içerisinde böceklerle mücadelede kullanılabilecek biyolojik etmenlerin içerisinde entomopatojenler önemli bir yere sahip olup, günümüzde üzerinde çok sayıda çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda dünyada ve ülkemizde entomopatojen preparatları ve bunların tarımda zararlılara karşı kullanımına yönelik ruhsatlandırma çalışmaları hız kazanmıştır. Bunların kullanımının artırılması ve yaygınlaştırılması tarımda sürdürülebilirliği destekleyecektir. Ancak ülkemizde yürütülen çalışmaların büyük çoğunluğu laboratuvar ve sera çalışmaları ile sınırlı kalmaktadır. Artık bu çalışmaların uygulamaya aktarılması ve etkin sonuç alınan entomopatojen türlerin formülasyonlarının yapılarak ruhsatlandırma çalışmalarının hız kazanması ve çiftimizin kullanımına sunulması gerekmektedir.

## KAYNAKÇA

- Bahadur, A. (2018). Entomopathogens: role of insect pest management in crops. *Trends Horticulture*. 1:1–9.
- Baysal, E., Atay, T., Yanar, Y. (2018). Efficacy of some local isolates of the fungus *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin on the alfalfa weevil *Hypera postica* (Gyllenhal) (Coleoptera: Curculionidae) larvae, under laboratory conditions. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 28:65
- Benhamou, N., Brodeur, J. (2001). Pre-inoculation of Ri T-DNA transformed cucumber roots with the mycoparasite, *Verticillium lecanii*, induces host defense reactions against *Pythium ultimum* infection. *Physiology and Molecular Plant Pathology*. 58:133–146.
- Blaxter, M.L., De Ley, P., Garey, J.R. (1998). A molecular evolutionary framework for the phylum nematoda. *Nature*, 392: 71-75.
- Ciche, T.A., Ensign, J.C. (2003). For the insect pathogen *Photorhabdus luminescens*, which end of a nematode is out? *Applied and Environmental Microbiology*. 69, 1890–1897.
- Çam, H., Gökçe, A., Yanar, Y., Kadioğlu, İ. (2002). Entomopatojen fungus *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill.'nin patates böceği, *Leptinotarsa decemlineata* Say., üzerindeki etkisi. Türkiye 5. Biyolojik Mücadele Kongresi, Atatürk Üniversitesi, 359-364, Erzurum.
- Dara, S.K. (2017). Entomopathogenic microorganisms: modes of action and role in IPM. *UCANR e-J. Entomol Biol* 1–7
- DeBach, P. (1974). *Biological control by naturel enemies*. Cambridge University Press, London, 323 p.
- Deshpande, M.V. (1999). Mycopesticide production by fermentation: potential and challenges. *Crit. Rev. Microbiology*. 25:229–243.
- Dowds, B.C.A. and Peters, A. (2002). Virulence mechanisms. In: Gaugler R.ed. *Entomopathogenic Nematology*. CABI Publishing. Wallingford, UK; Pp. 79-98.

- Eberle, K.E., Wennmann, J.T., Kleespies, R.G., Jehle, J.A. (2012a). Basic techniques in insect virology. In: Lacey, L.A. (Ed.), *Manual of Techniques in Invertebrate Pathology*, second ed. Academic Press, San Diego, pp. 15–74.
- Eberle, K.E., Jehle, J.A., Hüber, J. (2012b). Microbial control of crop pests using insect viruses. In: Abrol, D.P., Shankar, U. (Eds.), *Integrated Pest Management: Principles and Practice*. CABI Publishing, Wallingford, pp. 281–298.
- Garcia-del-Pino, F., Alabern, X., Morton, A. (2013). Efficacy of soil treatments of entomopathogenic nematodes against the larvae, pupae and adults of *Tuta absoluta* and their interaction with the insecticides used against this insect. *Biocontrol* 58(6):723–731.
- Goettel, M.S., Eilenberg, J., Glare, T. (2005). Entomopathogenic fungi and their role in regulation of insect populations. In “*Comprehensive Molecular Insect Science*.” (L.I. Gilbert, K. Iatrou, S.S. Gill, eds), s. 361-405, Amsterdam: Elsevier.
- Gokce, A., Er, M.K. (2005). Pathogenicity of *Paecilomyces* spp. to the Glasshouse Whitefly, *Trialeurodes vaporariorum*, with some observations on the fungal infection process. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 29: 331–339.
- Güven, Ö., Baydar, R., Temel, C., Karaca, İ. (2014). The effects of some entomopathogenic fungi against *Aphis fabae* (Scopoli) (Hemiptera: Aphididae). *Türk. biyo. müc. derg.*, 5 (2): 149-158.
- Hajek, A.E., St. Leger, R.J. (1994). Interactions between fungal pathogens and insect host. *Annu. Rev. Entomol.* 39:293–322.
- Han, R. and Ehlers, R.U. (2000). Pathogenicity, development, and reproduction of *Heterorhabditis bacteriophora* and *Steinernema carpocapsae* under axenic in vivo conditions. *Journal of Invertebrate Pathology*, 75: 55–58.

- Harrison, R., Hoover, K. (2012). Baculoviruses and other occluded insect viruses. In: Vega, F., Kaya, H. (Eds.), *Insect Pathology*. Elsevier, Amsterdam, pp. 73–131.
- Hazir, S., Keskin, N., Stock, S.P. vd. (2003a). Diversity and distribution of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae) in Turkey. *Biodiversity Conserv.* 12: 375-386.
- Hazir, S., Stock, S.P. and Keskin, N. (2003b). A new entomopathogenic nematode, *Steinernema anatoliense*. n. sp. (Rhabditida: Steinernematidae), from Turkey. *Syst. Parasitol.* 55: 211-220.
- Ignofu, C.M. (1992). Environmental factors affecting persistence of entomopathogens. *Fl Entomol* 75:516–525
- İnanlı, C., Yoldaş, Z., Birgücü, A.K. (2012). Entomopatojen Funguslar *Beauveria bassiana* (Bals.) ve *Metarhizium anisopliae* (Metsch.)'nin *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nın Yumurta ve Larva Dönemlerine Etkisi, Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 49, 3, 239-242.
- İskenser, N.A., Örtücü, S., Yaşar, A. (2012). Pathogenicity of three Isolates of the Entomopathogenic Fungi *Beauveria bassiana* to Control *Hyphantria cunea* (Drury) (Lepidoptera: Arctidae) Larvae. Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi, 13, 15-21.
- Kepenekci, İ., Sağlam, H.D., Oksal, E., Yanar, D., Yanar, Y. (2017). Nematicidal Activity of *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. Against Root-Knot Nematodes on Tomato Grown under Natural Conditions, *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 27(1), 117-120.
- Kırışık M., Topuz E. (2019). Ispanak zararlısı *Tyrophagus neiswanderi* (Acari: Acaridae)'ye karşı farklı dozlarda *Isaria fumosorosea*'nın etkinliğinin belirlenmesi. *Horticultural Studies*, 7-7.<https://doi.org/10.16882/derim.2019.444321>.

- Kırışık, M., Kahraman, T., Erler, F. (2020). *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (Btk)'nin *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae)'ye karşı farklı yöntemlerle etkisinin belirlenmesi. Türk. Biyolojik Mücadele Dergisi., 11 (1): 55-63.
- Kıvan, M. (2007). Pathogenicity of Entomopathogenic Fungi, *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) against *Eurygaster integriceps* (Heteroptera: Scutelleridae). Entomologia Generalis, 30, 1, 63-69.
- Kim, J.J., Goettel, M.S., Gillespie, D.R. (2008). Evaluation of *Lecanicillium longisporum*, Vertalec for simultaneous suppression of cotton aphid, *Aphis gossypii*, and cucumber powdery mildew, *Sphaerotheca fuliginea*, on potted cucumbers. Biological Control 45:404–409.
- Koppenhöfer, A.M. (2007). Nematodes. In: Lacey LA, Kaya HK (eds) Field manual of techniques in invertebrate pathology: application and evaluation of pathogens for control of insects and other invertebrate pests, 2nd edn. Springer, Dordrecht, pp 249–264
- Lacey, L.A., Horton, D.R., Chauvin, R., Stocker, J.M. (1999). Comparative efficacy of *Beauveria bassiana*, *Bacillus thuringiensis*, and aldicarb for control of Colorado potato beetle in an irrigated desert agro-ecosystem and their effects on biodiversity. Entomol Exp Appl 93:189–200.
- Lacey, L.A., Grzywacz, D., Shapiro-Ilan, D.I., Frutos, R., Brownbridge, M., Goettel, M.S. (2015). Insect pathogens as biological control agents: back to the future. J. Invertebr. Pathol. 132, 1–41.
- López-Ferber, M. (2020). Insect viruses and pest management Viruses 12(431):1–2.
- Mantzoukas, S., Eliopoulos, P.A. (2020). Endophytic entomopathogenic fungi: a valuable biological control tool against plant pests. Applied Science. 10:360.

- Marchetti, E., Alberghini, S., Battisti, A. (2012). Susceptibility of adult *Exorista larvarum* to conventional and transgenic *Bacillus thuringiensis* subsp. *galleriae* toxin. *Bulletin of Insectology* 65:133–137.
- Musser, F.R., Nyrop, J.P., Shelton, A.M. (2006). Integrating biological and chemical controls in decision making: European corn borer (Lepidoptera: Crambidae) control in sweet corn as an example. *Journal of Economic Entomology*, 99:1538–1549
- Okano, K., Vanarsdall, A.L., Mikhailov, V.S., Rohrmann, G.F. (2006). Conserved molecular systems of the Baculoviridae. *Virology* 344(1):77-87.
- Oliveira, C.D., Tadei, W.P., Abdalla, F.C. (2009). Occurrence of apocrine secretion in the larval gut epithelial cells of *Aedes aegypti* L., *Anopheles albitalarsis* Lynch-Arribalzaga and *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae): a defense strategy against infection by *Bacillus sphaericus* Neide Neotrop. *Entomol.* 38, 624–631.
- Özer, N., Keskin, N. and Kirbas, Z. (1995). Occurrence of entomopathogenic nematodes (Steinernematidae: Heterorhabditidae) in Turkey. *Nematologica* 41: 639-640.
- Peters, A., Gouge, D.H., Ehlers, R-U. vd. (1997). Avoidance of encapsulation by *Heterorhabditis* spp. infecting larvae of *Tipula oleracea*. *Journal of Invertebrata Pathology*. 70: 161-164.
- Pigott, C.R., Ellar, D.J. (2007.) Role of receptors in *Bacillus thuringiensis* crystal toxin activity. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 71:255–281.
- Poinar Jr., G.O., Grewal, P.S. (2012). History of entomopathogenic nematology. *Journal of Nematology*. 44, 153–161.
- Polat, İ., Yanar, Y., Yanar, D. (2022). Efficacy of local entomopathogenic fungi isolated from forestlands in Tokat Province (Türkiye) against the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824)

- (Coleoptera: Chrysomelidae). Türkiye Entomoloji Dergisi, 2022, 46 (2): 159-173
- Roberts, D.W., Humber, R.A. (1981). Entomogenous fungi. In: Cole GT, Kendrick B (eds) Biology of conidial fungi. Academic Press, New York, pp 201–236.
- Rohrmann, G.F. (2013). Baculovirus Molecular Biology, third ed. National Library of Medicine (US), National Centre for Biotechnology Information, Bethesda (MD). <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK114593/>.
- Roy, H.E., Steinkraus, D.C., Eilenberg, J., Hajek, A.E., Pell, J.K. (2006). Bizarre Interactions and Endgames: Entomopathogenic Fungi and Their Arthropod Hosts. Annual Review of Entomology 51, 331-57.
- Roy, H.E., Cottrell, T.E. (2008). Forgotten natural enemies: interactions between coccinellids and insect-parasitic fungi. Eur. Journal of Entomology. 105:391–398.
- Ruiu, L. (2015). Insect pathogenic bacteria in integrated pest management. Insects 6:352–367.
- Sevim, A., Demir, I., Höfte, M., Humber, R.A. ve Demirbağ, Z. (2010). Isolation and characterization of entomopathogenic fungi from hazelnut-growing region of Turkey, Biocontrol, 55, 279-97.
- Sharma, R. (2019). Analytical concept of fungicide resistance: a review. International Journal Current Microbiology Applied Science. 8:1672–1684.
- Sharma, R, Sharma, P. (2021). Fungal entomopathogens: a systematic review. Egyptian Journal of Biological Pest Control 31:57.
- Sims, S.R. (1997). Host activity spectrum of the cryIIa *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* protein: effects on Lepidoptera, Diptera, and non-target arthropods. Southwest Entomology, 22:395–404

- Sung, G.H., Poinar, G.O., Spatafora, J.W. (2008). The oldest fossil evidence of animal parasitism by fungi supports a Cretaceous diversification of fungal-arthropod symbioses. *Mol. Phylogenet. Evol.* 49:495–502.
- Susurluk, A., Dix, I., Stackebrandt, E. vd. (2001). Identification and ecological characterisation of three entomopathogenic nematode-bacterium complexes from Turkey. *Nematology*. 3: 833-841.
- Tanzini, M., Alves, S., Setten, A., Augusto, N. (2001). Compatibilidad de agentes estenoactivos con *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*. *Manejo Integrado De Plagas* 59:15–18.
- Topkara, E.F., Yanar, O., Sahin, F., Yanar, Y., Yanar, D. (2022). Efficacy of *Metarhizium brunneum* and *Beauveria bassiana* isolates against the European tent caterpillar, *Malacosoma neustria* Linnaeus, 1758. (Lepidoptera: Lasiocampidae) *Egyptian Journal of Biological Pest Control* 32:89 1-6.
- Van Oers, M.M., Flak, J.M. (2007). Baculovirus genomics. *Curr Drug Targets* 8:1051–1068
- Van Regenmortel, M.H.V., Fauquet, C.M., Bishop, D.H.L. (2000). Virus taxonomy. Seventh report of the international committee of taxonomy of viruses, vol 7. Academic Press, San Diego, pp 1–1162
- Wraight, S.P., Jackson, M.A., de Kock, S.L. (2001). Production, stabilization and formulation of fungal biological agents. In: Butt TM, Jackson C, Magan N (eds) *Fungi as biocontrol agents*. CABI, Wallingford, pp 253–287.
- Xiao, G., Ying, S.H., Zheng, P. (2012). Genomic perspectives on the evolution of fungal entomopathogenicity in *Beauveria bassiana*. *Sci Rep* 2:483.
- Yeşilayer, A. (2018). Efficiency of two different entomopathogen fungi *Beauveria bassiana* and *Purpureocillium lilacinum* TR1 against *Tetranychus urticae*. *Applied Ecology and Environmental Research* 6 (5):6077-6086.



- Yanar, D. Yanar, Y. Belgüzar, S., Eser, İ., Karamiş Ünalın, H. (2018). Efficacy of Entomopathogenic Fungus *Beauveria bassiana* Isolates against the Two-Spotted Spider Mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Applied Ecology and Environmental Research 16(6):7903-7911.
- Yanar, D., Yanar, Y., Belguzar, S., Soy, B., Igneli, M., Ozbek-Esin, B. (2019). In Vitro Effects of Entomopathogenic *Beauveria bassiana* Isolates Against Rose Aphids (*Macrosiphum rosae* L. Hemiptera: Aphididae), Fresenius Environmental Bulletin, 28, 1432-1436.
- Yanar, Y., Yanar, D., Demir, B., Karan, Y. B. (2019). Effects Of Local Entomopathogenic *Beauveria bassiana* Isolates Against *Sitophilus granarius* (Coleoptera). Agriculture and Forestry, Vol. 65 Issue 1: 49-55.
- Yanar, Y., Yanar, D., Budak, D.Ş. (2020). Effects of *Beauveria bassiana* isolates on *Sitophilus oryzae* under invitro conditions. Fresenius Environmental Bulletin, 29, 3422-3427.
- Yanar, O., Topkara, E.F., Sahin, F., Yanar, Y., Yanar, D., Terzi, Y. (2023). Efficacy of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium brunneum* isolates against the pine processionary moth, *Thaumetopoea wilkinsoni* Tams, 1926 (Lepidoptera: Notodontidae) Egyptian Journal of Biological Pest Control 33:32 1-7.

## **BÖLÜM 7**

### **TARIM ALANINDA EĞİTİM ALAN MESLEK LİSESİ ÖĞRENCİLERİNİN GELECEK HEDEFLERİ (TOKAT VE AMASYA İLLERİ ÖRNEĞİ)**

Prof. Dr. Gülistan ERDAL<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü,  
60100 – Tokat-Türkiye, [gulistan.erdal@gop.edu.tr](mailto:gulistan.erdal@gop.edu.tr), Orcid ID:000-0003-0227-3013



## 1. GİRİŞ

Yapılan araştırmalar gençlerin tarım sektörüne olan ilgisinin birçok ülkede azaldığını göstermektedir (Leavy ve Hossain, 2014; Ojebiyi vd., 2015, Erdal vd., 2022). Gençlerin tarım dışı kariyerleri daha az zahmetli ve daha yüksek gelir sağlayıcı bulduğu belirtilmektedir (Tafere ve Woldehanna, 2012).

Tarımsal eğitim alan gençlerin tarımsal kariyer yapacakları da kesin değildir (Baker vd., 2013). Dünyada tarım eğitimi alan birçok üniversite öğrencisi tarıma karşı olumsuz algılara sahiptir ve tarımı gelecek kariyerleri için son seçenek olarak görmektedirler (Chinsinga ve Chasukwa, 2012; Miller vd., 2011; Ojebiyi vd., 2015). Son on yılda tarımda iş arayan mezunların sayısı doldurulması gereken iş sayısından daha azdır (Goecker vd., 2010; Stair vd., 2016).

Bu mevcut durum tarımın geleceği için bir risk oluşturmaktadır. Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de tarım eğitimi uzun yıllardır yapılmakta ve tarım eğitimi alan gençlerin tarımda istihdam edilmesi amaçlanmaktadır. Bu anlamda Türkiye’de en erken ortaöğretim düzeyinde tarım eğitimi Milli Eğitim Bakanlığı çatısı altında Mesleki ve Teknik Anadolu Liselerinin (MTAL) alt programlarında verilmektedir. Önceki sistemde Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından organize edilen ortaöğretim düzeyindeki tarımsal eğitim; “Tarım Meslek Liseleri” ismiyle, tarım sektörü için nitelikli insan kaynağı yetiştirme konusunda son derece önemli görevlerde bulunmuşlardır. Günümüzde MTAL’ler öğrencilere, orta öğretim düzeyinde ortak bir genel kültür kazandırmayı amaçlayan genel kültür dersleri ile birlikte endüstriyel teknik alanlarda mesleki formasyon verilmesini ve en az bir yabancı dil öğretilmesini amaçlayan, öğrencileri hem hayata, hem de yüksek öğrenime hazırlayan programlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu liselerin genel olarak öğretim süresi dört yıldır.

Mezun öğrenciler, ustalık belgesinin yetki ve sorumluluklarına haiz iş yeri açma belgesine sahip olurlar ve teknisyen unvanı ile istihdam edilirler. Bu okullardan bazıları ise üniversite, sanayi ya da farklı bakanlıklar iş birliği ile protokole sahip olup, yabancı dil hazırlık sınıfı ile toplam beş yıllık bir eğitim-öğretim sunmaktadırlar. Türkiye’de Milli Eğitim Bakanlığı Mesleki ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğü çatısı altında 2446 MTAL’de yaklaşık 1,2 milyon öğrenci eğitim görmektedir. Bu liselerde 2021 yılında alan birleştirme değişikliği ile toplam 47 alan ve 105 dal bulunmaktadır. 47 alan içerisinde tarım sektörü ile direkt alakalı iki alan bulunmaktadır. Bu alanlar tarım alanı ve hayvan yetiştiriciliği ve sağlığı alanıdır. Alan daraltmasına gidilmeden önce bahçe bitkileri, tarla bitkileri, tarım teknolojileri, süs bitkileri ve peyzaj alanı gibi alanlarda ayrı olarak eğitim verilmekteydi. Hali hazırda bu tematik alanlara sahip okullara halk arasında ve mesleki eğitim camiasında kısaca tarım lisesi denilmektedir. Tarım liselerin amacı, tarımsal işletme ve kuruluşlarda başarı ile çalışabilecek hayvan sağlığı, bitki sağlığı, peyzaj ve çevre düzenleme, su ürünleri, tarım alet ve makine kullanma, gıda analiz ve kontrol ile ileri tarım tekniklerini başarı ile uygulayabilecek ve yapabilecek nitelikte pratik bilgi ve beceriye sahip teknisyen yetiştirmektir (Anonim, 2022a).

Türkiye’de 2021-2022 Eğitim-Öğretim yılında tarım alanında, Mesleki ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğü’ne bağlı toplam 101 tane MTAL ve 34 tane Çok Programlı Anadolu Lisesi (ÇPAL) bulunmaktadır. Bunlardan 1’i ÇPAL 17’si MTAL olmak üzere 18 tanesi proje okulu olarak eğitim ve öğretime devam etmektedir. Mevcut tüm alanlarda yaklaşık 30 bin öğrenci eğitim almaktadır (Anonim, 2022a).

Türkiye’de mesleki eğitim özelinde tarım eğitimi alan gençlerin gelecek hedefleri ve gelecekle ilgili kaygılarının gerek eğitim politikaları gerekse tarım politikaları yapıcıları tarafından bilinmesi önemlidir. Bu anlamda özellikle tarımsal üretimin sürdürülebilirliğini ve gıda arz güvenliğini sağlayabilmek için

gençlerin tarımda kalma olasılıklarını artırmak gerekmektedir. Bunun için güçlü ve nitelikli eğitim sistemlerinin hayata geçirilmesi, uygulamadaki eksikliklerin ve sorunların tespit edilmesi ve yerinde müdahale edilerek önlemlerin alınması büyük önem taşımaktadır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma ile, Türkiye’de tarım eğitimin ilk kademesi olan tarım lisesi öğrencilerinin tarım mesleğine bakışları, gelecekle ilgili beklentileri, hedefleri ve gelecek kaygıları, gelecek hedefleri arasında tarım alanında yüksek eğitimlerine devam edip etmeme durumları, yine kendi alanlarında kamu ya da özel herhangi bir işte çalışma isteklilikleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Çalışmanın amacına ulaşabilmek ve özellikle bazı karşılaştırmaları yapabilmek için birbirinden farklı eğitim modeli uygulayan Tokat ve Amasya illerinde faaliyet gösteren tarım lisesi öğrencileri incelenmiştir.

Tokat ilinde 2020 yılında faaliyete geçen Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi (TOGÜMTAL) Türkiye’de bir ilk olup Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tarım ve Orman Bakanlığı ve Milli Eğitim Bakanlığı protokolü ile kurulmuş bir proje okuludur. Türkiye’de ilk defa Lise Giriş Sınav (LGS) puanına göre öğrenci alan ve İngilizce hazırlık sınıfı ile birlikte beş yıllık olan Tarım temalı bu protokol okulunda, İngilizce ve tarım dersleri öncelikli olmak üzere üniversite öğretim elemanları ders vermektedir. Okulda 2022-2023 eğitim öğretim döneminde hazırlık sınıfı, 9.sınıf ve 10. sınıfta toplam 156 öğrenci eğitim almaktadır (Anonim, 2023b).

Amasya ilindeki Gökhöyük Şehit Cemalletin Özdemir Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi (GŞCÖMTAL) ise 1945 yılında kurulmuş Türkiye’nin ilk açılan tarım liseleri arasında yer almaktadır. Bu lisede 2021-2022 eğitim öğretim döneminde Tarım alanı ve hayvan yetiştiriciliği ve sağlığı alanında toplam 221 öğrenci eğitim almaktadır (Anonim, 2022c).

Çalışmada hem Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi MTAL hem de Gökhöyük Şehit Cemalletin Özdemir MTAL öğrencilerine yönelik ayrı anket formları hazırlanmış ve Google form üzerinden tüm öğrencilere ulaştırılmıştır. Anket uygulamaları 2021-2022 eğitim öğretim döneminde gerçekleştirilmiştir. Anket çalışması sonucunda ilgili yılda 111 öğrencisi bulunan Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi MTAL'den 109, 221 öğrencisi bulunana Amasya Gökhöyük Şehit Cemalletin Özdemir MTAL'den 107 adet anket dönüşü olmuş ve toplamda 216 adet anketin değerlendirilmesi ile araştırma sonuçlarına ulaşılmıştır.

### 3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Araştırmada her iki okulun öğrencilerine ait sosyo-demografik özellikler incelenmiştir.

TOGÜMTAL öğrencilerin sosyo-demografik özelliklerinde yaş dağılımının da en çok 15 yaşında olan öğrenciler %40,4 iken en az 13 yaşında olan öğrenciler %0,9 dur. Cinsiyet dağılımında ise kız öğrenciler %56 oranla erkeklerden (%4) daha fazladır. Öğrencilerin yaşadıkları yerler, %59 ile merkez, %24 ile ilçeler ve %17'si köy ya da kasabalar olarak tespit edilmiştir. GŞCÖMTAL öğrencilerin sosyo-demografik durumlarına baktığımızda yaş dağılımında %32 ile 16 yaşında olan öğrencilerin yoğunlukta olduğu görülmüştür.

Cinsiyet durumu incelendiğinde ankete katılan öğrencilerin %100'ünün erkek olduğu tespit edilmiştir. Kız öğrencilerin ankete katılmadığı düşünülse de okul yönetimi ile yapılan görüşme de okula öğrencilerin karma sistemle kayıt yaptırabildiği ancak kız öğrencilerin okulu tercih etmediği öğrenilmiştir.

Öğrencilerin %52,4'ünün Amasya merkezde yaşadıkları, %36,2'sinin ise köylerde yaşadıkları belirlenmiştir.

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi MTAL'de eğitim gören öğrencilerin ailelerin sosyo-demografik özelliklerine bakıldığında Baba eğitim durumu %25,5 üniversite, %34,9 u lise eğitimi iken Anne eğitim durumu %15,6 ile

üniversite ve %24,8 lise eğitilmiş olduğu görülmektedir. Bunun yanında öğrencilerin annelerinin önemli bir kısmının (%42,2) ise ilkokul mezunu olduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan öğrencilerin Babanızın mesleği nedir sorusuna öğrencilerin çoğunluğu %26,1 ile memur cevabını verirken Anne mesleği ise %78,4 ile ev hanımı olduğu bilinmiştir. Aileniz tarımla uğraşır mı sorusuna ise %54,1 ile Hayır cevabını vermiştir. Öğrencilerin babalarının %22,6'sı çiftçilikle uğraşmaktadır.

Amasya Gökhöyük Şehit Cemaletin Özdemir MTAL'de eğitim gören öğrencilerin ailelerin sosyo-demografik özelliklerine bakıldığında Baba eğitim durumu %33,3 ile en fazla ortaokul, %32,4'ü lise eğitilmiş iken üniversite eğitilmiş baba %3,8'dir. Anne eğitim durumu %10,6 lise ve %4,8 ile üniversite eğitilmiş olduğu görülmektedir. Bunun yanında öğrencilerin annelerinin önemli bir kısmının ise ilkokul ve ortaokul mezunu olduğu belirlenmiştir (sırasıyla %43,3 ve %40,4). Diğer taraftan öğrencilerin Babanızın mesleği nedir sorusuna öğrencilerin %50,0'ı çiftçi cevabını verirken %13'ü memur cevabı vermiştir. Anne mesleği ise %89'u ile ev hanımı olduğu belirlenmiştir. Aileniz tarımla uğraşır mı sorusuna ise %78,8'i Evet cevabını vermiştir. Samsun ilinde yapılan benzer bir çalışmada da öğrencilerin %34'ünün baba mesleğinin çiftçilik olduğu belirtilmiştir (Kaynakçı ve Boz, 2020).

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi MTAL ve Amasya Gökhöyük Şehit Cemaletin Özdemir MTAL'de eğitim gören öğrencilerin lise eğitiminde okul tercih etme süreçlerine ait bilgiler karşılaştırmalı olarak Tablo 1'de verilmiştir.



**Tablo 1.** Öğrencilerin Lise Eğitiminde Okul Tercih Etme Süreçleri (%)

<b>Bu okula isteyerek ve kendi tercihinizle mi geldiniz?</b>		
	<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>
TOGÜMTAL	87,0	13,0
AGŞCÖMTAL	80,8	19,2
<b>Tercih yaparken sizi yönlendiren oldu mu?</b>		
TOGÜMTAL	92,6	7,4
AGŞCÖMTAL	67,3	32,7
<b>Bu okula ilk tercihinizde mi yerleştiniz?</b>		
TOGÜMTAL	77,6	22,4
AGŞCÖMTAL	84,6	15,4

Tablo 1'den görüleceği üzere her iki okul öğrencilerinin de %80'in üzerinde kendi tercihleriyle okullarını belirledikleri anlaşılmaktadır. TOGÜMTAL öğrencilerinin %92,6'sı tercih sürecinde yönlendirildiğini görmekteyiz.

TOGÜMTAL öğrencilerinin %55'i tercih süreçlerinde okulun İngilizce hazırlık eğitimi vermesinin önemli olduğunu belirtmişlerdir. Diğer yandan bu okul için hazırlanan protokole mezun öğrencilerin

Tarım ve Orman Bakanlığı uhdesinde çalışmalarının sağlanacağı üzerine bir madde bulunmaktadır. Öğrencilere bu maddenin okulun tercih edilme sürecinde etkili olup olmadığı sorulduğunda öğrencilerin %82,6'sı "evet etkili olmuştur" cevabını vermişlerdir.

Buradan anlaşılacağı üzere gelecekte iş ve meslek kaygısı öğrencileri iş garantili olarak gördükleri okullara yöneltmektedir.

Diğer taraftan TOGÜMTAL LGS puan-tercih sistemine göre sıralanmış öğrencileri almaktadır. Buna rağmen ilk tercihinde okula yerleşen öğrencilerin iyi bir oranda (%77,6) olduğu söylenebilir.

AGŞCÖMTAL'de ise sınavsız tercih yapılmış ve öğrencilerin %84,6'sı ilk tercihlerinde okula yerleştiklerini belirtmişlerdir.

**Tablo 2.** Öğrencilerin Okul Tercih Sürecinde Etkili Faktörler (%)

	TOGÜMTAL	AGŞCÖMTAL
<b>Tercih yaparken sizi etkileyen faktör neydi?</b>		
Öğretmen	51,9	22,5
Aile	35,8	51,5
Arkadaş	5	13,1
Sosyal medya	5	0,9
Diğer	2,3	12
<b>LGS'den önce hangi okula gitmeyi hedefliyordunuz?</b>		
Fen Lisesi	22,4	11,2
Anadolu Lisesi	29,0	22,0
Sosyal Bilimler Lisesi	30,8	15,8
Tarım Lisesi	7,5	29,5
Diğer Meslek liseleri	10,3	21,5
<b>Puanınıza göre ilk tercih ettiğiniz okul hangisidir?</b>		
Fen Lisesi	12,0	-
Anadolu Lisesi	23,1	-
Sosyal Bilimler Lisesi	24,1	-
Tarım Lisesi	31,5	-
Diğer Meslek liseleri	9,3	-

**Tablo 2 (devam) Öğrencilerin Okul Tercih Sürecinde Etkili Faktörler (%)**

<b>Tercih listenizde tarım lisesi kaçınıcı sıradaydı?</b>		
Birinci	27,9	39,0
İkinci	21,6	12,2
Üçüncü	26,1	19,7
Dördüncü	7,3	7,5
Beşinci +	17,1	21,6
<b>Okulunuzu tercih etme nedeniniz nedir?</b>		
Veteriner olmak düşüncesi	-	38,1
Tarımla ilgili olması	29,2	15,0
Öğretmenin önerisi	-	8,4
Ailenin tarımla uğraşması	2,7	19,7
Diğer	-	18,8
İngilizce hazırlık eğitimi vermesi	36,8	-
Üniversite kampüste bulunması	11,3	-
İş garantisi vermesi	20,0	-

Öğrencilerin okullarını tercih sürecinde etkili olan faktörler Tablo 2'de verilmiştir. Öğrencileri okul tercihinde yönlendirmede öne çıkan kişilerin TOGÜMTAL'de öğretmen, AGŞCÖMTAL'de aile olduğu görülmektedir. Her iki okulda da öğrencilerin %20'sinden fazlası LGS'ye girmeden önce sadece akademik eğitim alabilecekleri bir Anadolu Lisesinde okumak istediklerini belirtmişlerdir.

Buna karşın AGŞCÖMTAL öğrencilerinin yaklaşık %30'u LGS'ye girmeden önce de Tarım lisesinde, % 21,5'i ise herhangi bir meslek lisesinde okumayı düşündüğünü ifade etmişlerdir. Diğer taraftan TOGÜMTAL öğrencilerinin yalnızca %7,5'i sınava girmeden tarım lisesini düşündüklerini belirtmişlerdir. Bu oranın düşük olması okulun sınav öncesi açılma aşamasında olduğu ve

yeterince duyulmamış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü puanına göre tercih edilen okullar listesinde en fazla orana (%31,5) sahip okulun tarım lisesi olması bu tezi güçlendirmektedir (Tablo 2).

Öğrencilerin okudukları okulun niteliğine göre tercih yapma nedenleri belirlenmiş ve bu nedenlerden bir tanesinin seçilmesi istenmiştir. Buna göre verilen cevaplar incelendiğinde hazırlık eğitimi verilen TOGÜMTAL öğrencilerinin %36,8'i okulu tercih yapma nedeni olarak İngilizce eğitim alabilmeleri olduğunu belirtmiştir. Bu oranı %29,2 ile tarımla ilgili olması ve %20,0 ile iş garantisi olması nedenleri takip etmektedir. Diğer taraftan hayvan sağlığı ve yetiştiriciliği alanında da eğitim veren AGŞCÖMTAL öğrencilerinin % 38,1'nin veteriner olmayı hedeflemesi bir tercih nedeni olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu oranı %19,7 ile ailenin tarımla uğraşması nedeni takip etmektedir (Tablo 2).

Öğrencilerin okul ve alanları ile ilgili düşünce ve kaygıları Tablo 3'de verilmiştir. TOGÜMTAL öğrencilerinin okulları ile ilgili kaygı düzeyi AGŞCÖMTAL öğrencilerine göre daha yüksel olduğu görülmektedir. Yine burada da TOGÜMTAL'nin yeni açılması, henüz mezun vermemesi, farklı bir yönetim ve işleyiş yapısına sahip olması gibi nedenlerin etkili olduğu söylenebilir.

Her iki okul öğrencilerinin de %70 den fazlasının okudukları alandan memnun oldukları görülmektedir (Tablo 3). Samsun ilinde yapılan benzer bir çalışmada da öğrencilerin okudukları alandan memnuniyet düzeylerinin yüksek olduğu belirlenmiştir (Kaynakçı ve Boz, 2020).

**Tablo 3.** Öğrencilerin Okul ve Alanları İle İlgili Düşünce ve Kaygıları (%)

	TOGÜMTAL	AGŞCÖMTAL
<b>Tarım lisesiyle ilgili kaygılarınız var mıdır?</b>		
Evet	32,1	26,0
Hayır	26,6	42,3
Kısmen	41,3	31,7
<b>Yeterli düzeyde çalışma alanı olduğunu düşünüyor musunuz?</b>		
Evet	53,2	38,5
Hayır	14,7	33,7
Kısmen	32,1	27,9
<b>Okulunuzun alanınız için yeterli donanıma sahip olduğunu düşünüyor musunuz?</b>		
Evet	45,9	41,0
Hayır	13,8	31,4
Kısmen	40,4	27,6
<b>Okuduğunuz alandan memnun musunuz?</b>		
Evet	72,5	77,1
Hayır	4,6	11,4
Kısmen	22,9	11,4
<b>Tarım liseleri için sınav zorunluluğu olmalı mıdır? %</b>		
Evet	69,4	24,8
Hayır	21,3	60,0
Kararsızım	9,3	15,2

Öğrencilerin gelecek hedeflemeleri ve meslek tercihlerine yönelik düşüncelerine ait cevaplar Tablo 4’de verilmiştir. 2020 yılından itibaren

Mesleki ve Teknik Anadolu liselerinin gerek teknik alanında gerekse meslek alanında eğitim gören öğrencilerin akademik eğitim alma imkanlarını artırmak için akademik paket uygulaması devreye sokulmuştur. Bu şekilde öğrenciler Fen Lisesi veya düz bir Anadolu lisesinde okuyan öğrenciler gibi Üniversite sınavına hazırlanabileceklerdir. Meslek alanında eğitim gören öğrenciler 11. Sınıf öncesi 70 ortalamayı tutturmak şartı ile 11. Sınıf ve 12. Sınıfta akademik eğitim için meslek stajı yerine akademik dersler bazında eğitim alabilecektir. Teknik alan öğrencileri direkt olarak bu eğitimi alabileceklerdir. Tüm öğrenciler zorunlu stajlarını 10. ve 11. sınıf yaz döneminde gerçekleştirebileceklerdir.

TOĞÜMTAL öğrencilerinin %50'ye yakın bir oranı Meslek seçiminde Ziraat Mühendisliğini hedefledikleri görülmektedir. Bu oranın bir hayli iyi olduğu ve artı ya da eksi yönde değişebileceği söylenebilir. Çünkü anket döneminde okulda sadece hazırlık ve 9.sınıf öğrencileri bulunmaktadır ve bu öğrencilerin tarım derslerini yeterince tanımadıkları eğitim süreleri arttıkça hayalleri ve buna bağlı olarak fikirleri de farklılaşabilir. Tüm sınıflar bazında öğrencisi olan ve cevapları da buna göre dağılım gösteren AGŞCÖMTAL'de ise durum farklıdır.

Okul uygulama alanları ve köklü eğitim sitemiyle dikkat çekmektedir. Hayvan sağlığı ve yetiştiriciliği alanında eğitim gören öğrencilerin %28,9'unun okudukları alandan farklı ama yine "sağlık alanını" hedefledikleri bunu %24,3 ile alana uygun bir bölüm olan veterinerliğin takip ettiği görülmektedir. Bu okul öğrencilerinin yaklaşık %19'6'sının Ziraat mühendisliğini hedeflediği dikkate alınır ise veterinerlik ve ziraatın toplamının yaklaşık %45'lik bir oranı yakaladığı söylenebilir.

TOĞÜMTAL öğrencilerinin tarım alanında kendi işlerini kurma fikirlerinin daha yüksek olması diğer okul öğrencilerine göre daha fazla girişimci ruha sahip olduklarının bir göstergesi olabilir (Tablo 4).

**Tablo 4.** Öğrencilerin Gelecek Hedeflemeleri ve Meslek Tercihleri (%)

	TOGÜMTAL	AGŞCÖMTAL
<b>Hayalinizdeki meslek nedir?</b>		
Ziraat mühendisliği	47,8	19,6
Diğer mühendislik	12,8	12,3
Hukuk	11,9	-
Veteriner	-	24,3
Sağlık alanı	5,5	28,9
Diğer (öğretmen, akademisyen, memur)	21,9	14,9
<b>Gelecekte bir iş planınız var mıdır?</b>		
Evet	75,0	53,2
Hayır	11,5	22,9
Kısmen	13,5	23,9
<b>Gelecekteki iş planınız hangisine daha yakındır?</b>		
Tarım alanında kendi işimi kurmak	41,3	32,6
Kamuda çalışmak	47,2	44,5
Kararsızım	11,5	22,9
<b>Lise bittiğinde tarım teknisyeni olarak çalışmak için iş arayışına gider misiniz? (KPSS)</b>		
Evet	50,9	60,2
Hayır	26,9	13,6
Kararsızım	22,2	26,2

Öğrencilerin gelecekteki iş planları incelediğinde kamuda çalışma fikrinin daha öncelikli olduğu hatta liseden mezun olduklarında Kamu Personeli Seçme Sınavı (KPSS) ile tarım teknisyeni olarak çalışma isteklerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanında TOGÜMTAL öğrencilerinin tarım alanında

kendi işlerini kurma fikirlerinin daha yüksek olması diğer okul öğrencilerine göre daha fazla girişimci ruha sahip olduklarının bir göstergesi olabilir (Tablo, 4).

Öğrencilerin okudukları okullara göre tarım alanında ilgi duydukları spesifik alanlar incelendiğinde TOGÜMTAL'de %43,9 oranı ile Tarım Teknolojileri, AGŞCÖMTAL'de ise %54,3 oranı ile Hayvancılık alanının öne çıktığı görülmüştür.

Her ne kadar yeni kurulmuş olsa da TOGÜMTAL öğrencilerinin %75,6'sı yeterli düzeyde tarım eğitimi aldıklarını belirtirken AGŞCÖMTAL öğrencilerinin %42,3'ü kısmen yeterli tarım eğitimi aldıklarını belirtmişlerdir.

Her iki okulda da öğrencilerin önemli bir kısmı akademik dersler açısından iyi eğitim aldıklarını ve sosyal içerikli dersleri daha fazla sevdiğini anlaşılsa da hemen hemen bütün dersler bazında benzer oranlarda cevap verdikleri görülmektedir (Tablo 5).

**Tablo 5.** Öğrencilerin Derslere Yönelik Düşünceleri (%)

	TOGÜMTAL	AGŞCÖMTAL
<b>Tarım alanında ilgi duyulan alt bölüm hangisidir?</b>		
Bahçe Bitkileri	29,0	9,5
Bitki Koruma	5,6	8,6
Hayvancılık	6,5	54,3
Tarım Teknolojileri	43,9	16,2
Tarla Bitkileri	15,6	11,4



**Tablo 5 (devam).** Öğrencilerin Derslere Yönelik Düşünceleri (%)

<b>Yeterli düzeyde tarım eğitimi aldığınızı düşünüyor musunuz?</b>		
Evet	75,6	33,7
Hayır	6,4	24,0
Kısmen	18,3	42,3
<b>Akademik dersler içinde iyi eğitim aldığınızı düşünüyor musunuz?</b>		
Evet	61,7	45,1
Hayır	11,2	26,5
Kısmen	27,1	28,4
<b>En fazla hangi dersleri seviyorsunuz?</b>		
İngilizce	46,8	33,3
Fen	32,1	39,1
Matematik	44,0	39,0
Tarım	49,5	53,3
Tarih-coğrafya- din kültürü	52,3	66,7
Türkçe	51,0	33,3
<b>Aldığınız tarım eğitimlerinden sonra mesleki bilgi ve donanımınızda ne tür bir değişiklik oldu?</b>		
Değişiklik yok	22,0	24,0
Biraz değişti	61,0	57,7
Alanıma hakim hissediyorum	17,0	18,3

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırma ile, Türkiye’de tarım eğitimin ilk kademesi olan tarım lisesi öğrencilerinin tarım mesleğine bakışları, gelecekle ilgili beklentileri, hedefleri ve gelecek kaygıları, gelecek hedefleri arasında tarım alanında yüksek

eğitimlerine devam edip etmeme durumları, yine kendi alanlarında kamu ya da özel herhangi bir işte çalışma isteklilikleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Çalışmanın amacına ulaşabilmek ve özellikle bazı karşılaştırmaları yapabilmek için birbirinden farklı eğitim modeli uygulayan Tokat ve Amasya illerinde faaliyet gösteren tarım lisesi öğrencileri incelenmiştir. Çalışmada hem Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi MTAL (109 anket) hem de Gökhöyük Şehit Cemalletin Özdemir MTAL (107 anket) öğrencilerine yönelik ayrı anket formları hazırlanmış ve Google form üzerinden tüm öğrencilere ulaştırılmıştır. Toplamda 216 adet anketin değerlendirilmesi ile araştırma sonuçlarına ulaşılmıştır.

Araştırma sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde öğrencilerin tarımla ilgili alanları seçmelerindeki en önemli sebepler; öğrenim gördükleri alanlara ilgi duymaları ve alanlarının mesleki değeri hakkındaki olumlu yargıları olduğu söylenebilir. Öğrencilerin genel olarak okul seçimleri konusunda öğretmen ve ailenin etkisinde kaldığı görülmektedir. Bu beklenen bir sonuçtur. Diğer yandan TOGÜMTAL öğrencilerinin LGS ile yerleşmesi puanlar açıklandıktan sonra Fen Lisesi ve onu takip eden lisenin barajını aşamayan öğrencilerin en iyi alternatifi olarak öne çıkmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre köklü ve bilinen bir tarım lisesi olan Amasya Gökhöyük Şehit Cemalletin Özdemir MTAL'de okuyan öğrencilerin ailelerinin diğer okulda okuyan öğrencilerin ailelerine göre daha fazla tarımsal işlerle uğraşması tarımsal alanda kendi işlerini devam ettirme ya da yeni bir tarım işi kurma fikirlerini olumlu olarak etkilemesi beklense de durum tam tersi şekilde karşımıza çıkmaktadır. TOGÜMTAL öğrencilerinin kendi tarımsal işlerini kurma arzuları daha yüksek özellikle teknolojinin tarımda entegrasyonuna meraklı, girişimci ruhlarının daha yüksek olduğu söylenebilir. Bu durumun ortaya çıkmasında TOGÜMTAL öğrencilerinin Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi öğretim üyelerinden ders almaları, üniversite

kampüsü içerisinde olmaları nedeniyle ziraat Fakültesinin spesifik alanlarını ve modern laboratuvarları daha yakından görebilmeleri ayrıca okulun kendi AR-GE merkezi olması ve proje odaklı çalışmalar ile araştırma imkanlarının yüksek olması gibi nedenler sayılabilir. Tüm bu ayrıcalıklar öğrencilerin vizyoner bir bakış açısı kazanmalarında önemli birer etken olmakla birlikte gençlerin gelecek kaygılarının azalmasında da etkili olacaktır. Günümüzde hemen hemen tüm okul düzeylerinde eğitim alan öğrencilerde ve tüm meslek gruplarında iş kaygısı ve kamuda çalışma istekliliği yüksektir. Diğer yandan meslek lisesi öğrencilerinin mesleki beceri ve yeterlilik düzeyinde diğer okul öğrencilerine göre daha avantajlı olduğu yadsınamaz. Ayrıca bu öğrencilerin kendi alanlarında yüksek eğitime devam etmesi durumunda yine meslek lisesi çıkışı olmayan öğrencilere göre beceri ve yetkinlik düzeyleri nispetinde yüksek fark attıkları da bilinmektedir.

Türkiye’de Mesleki eğitimin kalitesinin artırılması anlamında yapılan yatırımlar ve köklü değişimlerin etkilerinin tarım liselerinde de önemli ölçüde görüldüğü söylenebilir. Elbette bu okullarda okuyan öğrencilerin yüksek eğitimlerine istedikleri alanda devam etme özgürlüğü bulunmaktadır. Ancak öğrencilerin kendi alanlarında çalışmaları veya yükseköğrenime devam etmeleri sonucunda; ülkemizde tarımsal üretimin sürdürülebilirliği, gıda arz güvenliğinin sağlanması ve yüksek kırsal kalkınma standartlarına ulaşılması gerçekleşecektir. Yine tarım lisesi öğrencilerinin bilgi ve deneyimlerinde uzmanlaşmaya giderek gerek kendi arazilerini modern tarım işletme düzeyinde işletebilmeleri gerekse yeni işletmelerini faaliyete geçirerek ülkedeki istihdam imkanlarının artmasına da katkı sağlayabileceklerini bilmeleri önemlidir.

Sonuç itibariyle tarım ve gıda sektörünün ekonomik, verimli, sürdürülebilir ve kırsal alanların sosyal refahını artıracak şekilde işleyebilmesi için önem verilmesi gereken alanlardan biri de, günümüzde özellikle erken dönemde Mesleki ve Teknik Anadolu Liselerinde verilen tarım eğitiminin

güçlendirilmesidir. Bu anlamda tarımsal eğitim, tarımın teknoloji ile entegrasyonunun sağlanması ve ziraat mesleğinin ilgi duyularak yapılması yönünde gönüllü, istekli ve uzman olma yolundaki gençlerin yetiştirilerek özelde kırsalı kalkındırmak genelde ise tüm ülkeyi kalkındırmak anlamında bir misyonu benimsemiş bireylerin aldığı eğitim olmalıdır.

**5. TEŞEKKÜR:** Bu çalışmanın hazırlanması aşamasında ve anket çalışmalarında katkı sağlayan öğrencim Ziraat Mühendisi Hatice İNCE'ye çok teşekkür ederim.

**KAYNAKÇA**

- Anonim, (2022a). TC. Milli Eğitim Bakanlığı, Mesleki ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğü (MTEGM), <http://mtegm.meb.gov.tr> (Erişim tarihi: 10.12.2022).
- Anonim, (2022b). Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi (TOGÜMTAL), <https://togumtal.meb.k12.tr/> (Erişim tarihi: 15.06.2022).
- Anonim, (2022c). Amasya Gökhöyük Şehit Cemalettin Özdemir Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi (AGŞCÖMTAL). <https://amasyagokhoyuktml.meb.k12.tr/> (Erişim tarihi: 15.06.2022).
- Baker, L. M., Settle, Q., Chiarelli, C. Irani, T. (2013). Recruiting strategically: increasing enrollment in academic programs of agriculture. *Journal of Agricultural Education*, 54, 54-66.
- Chinsinga, B., Chasukwa, M. (2012). Youth, agriculture and land grabs in Malawi. *IDS bulletin*, 43, 67-77.
- Erdal, G., Çiçek, A., Erdal, H., Yayar, R., Ayyıldız, B. (2022). Kırsal göçlerin tarım sektörüne etkileri ve genç nüfusun tarımda kalma eğilimlerinin belirlenmesi; politik yaklaşımlar, Tübitak (1001) projesi sonuç raporu, No: 119K769
- Goecker, A. D., Smith, P. G., Smith, E., Goetz, R. (2010). Employment opportunities for college graduates. Retrieved from United States Department of Agriculture National Institute of Food and Agriculture, <http://www.ag.purdue.edu/usda/employment/Pages/default.aspx> on March, 14, 2011.
- Kaynakçı, C., Boz, İ. (2020). Mesleki ve Teknik Anadolu Liselerinde tarımla ilgili alanları seçen öğrencilerin profili ve alan seçimlerini belirleyen faktörler. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39 (100. Yıl Eğitim Sempozyumu Özel Sayı), 16-34.
- Leavy, J., Hossain, N. (2014). Who wants to farm? Youth aspirations, opportunities and rising food prices. *IDS Working Papers*, 2014, 1-44.
- Miller, D., Allen, W., Kleinschmidt, C. (2011). Career motivations and attitudes towards agriculture of first-year science students at The University of Queensland. *Agricultural Science*, 23, 18-28.
- Ojebiyi, W., Ashimolowo, O., Soetan, O., Aromiwura, O., Adeoye, A. (2015). Willingness to venture into agriculture-related Enterprises after Graduation among final year agriculture students of Federal University of Agriculture, Abeokuta. *International Journal of Applied Agriculture and Apiculture Research*, 11, 103-114.

- Stair, K., Danjean, S., Blackburn, J. J., Bunch, J. (2016). A major decision: Identifying factors that influence agriculture students' choice of academic major. *Journal of Human Sciences and Extension*, 4.
- Tafere, Y., Woldehanna, T. (2012). *Beyond food security: Transforming the productive safety net program in Ethiopia for the well-being of children*, Young Lives, Oxford Department of International Development.



## BÖLÜM 8

### TARIM TOPRAKLARINDA MİKROPLASTİK KİRLİLİĞİ VE KAYNAKLARI

Doç. Dr. Halil ERDEM <sup>1\*</sup>

---

<sup>1\*</sup> Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Tokat, Türkiye, halil.erdem@gop.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-3296-1549





## 1. GİRİŞ

Plastikler, yapı itibarı ile hafif, esnek, su ve korozyona karşı çok dayanıklı olmaları nedeni ile ambalaj sanayi, otomotiv sektörü, elektronik ve elektrikli cihazlar, tekstil endüstrisi, kozmetik sanayi, tarım gibi günlük yaşantımızın hemen hemen her alanında yaygın olarak kullanılmaktadır (Ritchie ve Roser, 2018; Wang ve ark., 2019). 20. yüzyılın yarısından itibaren modern hayatın ayrılmaz bir parçası haline gelen plastiğin 2021 yılındaki dünya çapındaki yıllık toplam üretim miktarı 390.7 milyon tona ulaşmıştır (Anonim, 2023). Çok sayıda plastik, uygun bertaraf yolları olmaksızın çevreye karışmakta ve bu plastiklerin %79'u atık depolama sahalarında biriktirilmektedir (Geyer ve ark., 2017).

Plastikler dayanıklı ve biyolojik bozunmaya dirençli olmalarından dolayı çevrede kalıcı olmaktadır. (Mendoza ve ark., 2018). Çapı 5 mm'den küçük yüksek polimer içeriğine sahip heterojen plastikler “mikroplastik” (MP) olarak isimlendirilmektedir. Suda çözünmeyen ve parçalanamayan katı parçacıklar olarak ortaya çıkan MP'ler endişe verici kirleticiler olarak kabul edilmektedirler (Li ve ark., 2020).

Günümüzdeki çalışmaların çoğu, temel olarak genel çöp atma, plastik atık boşaltma ve düzenli depolama sahalarının uygunsuz yönetiminden kaynaklanan plastik kirliliğinin etkilerini incelemeye odaklanmıştır (Duis ve Coors, 2016). Ancak, son birkaç yılda bu odak, tarım sektöründe kullanılan tekniklerden kaynaklanan çevresel kaygıları içerecek şekilde büyümüştür.

Plastik malçlama, sulama suyu boruları ve plastik sera örtülerinin atılmasına yönelik yapılan yaygın tarımsal uygulamalar endişe yaratmaya başlamıştır (Brodhagen ve ark., 2017; Steinmetz ve ark., 2016; Zhang ve Liu, 2018). Nizzetto ve ark. (2016), karasal ekosistemlerdeki MP kirliliğinin okyanustakinin 4-23 kat daha fazla olabileceğini bildirmişlerdir. Yapılan bir çalışmada, İsviçre taşkın ovalarındaki toprak örneklerinin %90'ında farklı

düzeylede MP kirliliğine sahip olduğu ve bu kirliliğin nedeninin ise, ülkenin ekonomik gelişmesi, nüfus yoğunluğu ve insan faaliyetleri ile yakından ilişkili olduğu bildirilmiştir (Scheurer ve Bigalke, 2018).

Tarım topraklarındaki mikroplastikler, tarımsal ekosistem ve gıda güvenliği üzerinde bilinmeyen olumsuz etkilere neden olmaktadır (Nizzetto ve ark., 2016). Mikroplastiklerin besin zinciri yoluyla ekosistem için oluşturduğu riskler göz önüne alındığında, mikroplastiklerin tarımsal toprak sistemlerine nasıl girdiğinin bilinmesi önemlidir. Bu bölümde, tarım topraklarının kirlenmesine neden olan mikroplastiklerin kaynakları, özellikleri ve dağılımı üzerine yapılan çalışmalar özetlenmiştir.

## **2. TARIM TOPRAKLARINDAKİ MİKROPLASTİK KAYNAKLARI**

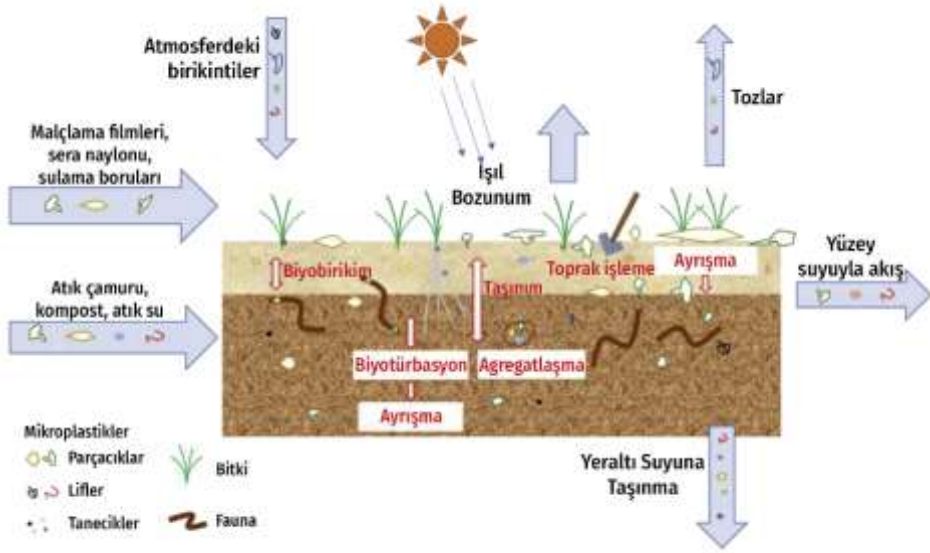
Polietilen (PE), Polipropilen (PP), Polivinilklorid (PVC), Polistiren (PS) ve Polietilenterefhalat (PET) gibi günümüzde yaygın kullanılan plastikler olup, küresel plastik üretiminin yaklaşık %90'ını temsil etmektedir (Rilling ve ark., 2019). Tarım topraklarındaki MP'lerin kaynağı sucul ekosistemlerdekinden çok farklı olup, topraklarda bulunan en yaygın plastik türlerinin PE, PS ve PVC (Tablo 1) olduğu bildirilmiştir (Corradini ve ark., 2019).

**Tablo 1.** Tarım Topraklarındaki Farklı Kaynaklara Ait Mikroplastiklerin Özellikleri

Kaynak	MP tipi	Parçacık Boyutu	Topraklardaki Miktarı	Referanslar
Mağç Filmi, Sera Naylonu	PE	100 µm, 125–800 µm	9.25 ± 0.78–369.55 ± 6.15 mg/kg	Li ve ark. (2020)
	PP, PE	20 µm–5 mm	62.50 ± 12.97–78.00 ± 12.91 parça /kg	Liu ve ark. (2018)
	PA, PP	<2 mm	320–12.560 parça/kg	Chen ve ark. (2020)
	PE	7 µm–5 mm	1075.6 ± 346.8 adet/kg	Huang ve ark. (2020)
Kompost		<1 mm, 1– 5 mm	% 1.1–%8.7	Braun ve ark. (2021)
	PES, PE, PP, Suni ipek	<2 mm, 2– 5 mm	3.50 ± 1.71 × 10 <sup>6</sup> partikül/ha/a	Yang ve ark. (2021)
	PS, PES, PE, PP, PET, PVC, PUR, PVDC, PA	1–5 mm	11–895 partikül/kg	Weithmann ve ark. (2018)
Aritma Çamuru, Atık Su	PP, PVC	>1 mm, 50– 500 µm	2130 ± 950–3060 ± 1680 parça/kg	Van Den Berg ve ark. (2020)
	PE	0.05–1 mm	18.760 partikül/kg	Zhang ve Liu (2018)
	Polyolefin, akrilik lif, PE, PA	37 µm–5 mm	22.7 ± 12.1 × 10 <sup>3</sup> partikül/kg	Li ve ark. (2018)
Atmosferik Taşınım	PE, PAN, PET, PES, PA	20–1080 µm	712 ± 162 parça/m <sup>2</sup> /d	Wright ve ark. (2020)
	PS, PP, PE, PET, PUR, PVC	<350 µm	59 ± 32 parça/m <sup>2</sup> /d	
	Selüloz, PE, PP, PS	1 µm–5 mm	175–313 partikül/m <sup>2</sup> /d	Cai ve ark. (2017)
	Selüloz, PP	50 µm– 4.85 mm	1586 ve 11,130 lif/d/m <sup>2</sup>	Dris ve ark. (2017)
	PP, PE, PET	<750 µm	Parça: 249 parça/m <sup>2</sup> ; Film: 73 parça/m <sup>2</sup> ; Lif: 44 parça/m <sup>2</sup>	Allen ve ark. (2019)
	PS, PE	<300 µm		

PE, Polyethylene; PP, Polypropylene; PA, Polyamide; PES, Polyester; PS, Polystyrene; PET, Polyethylene terephthalate; PVC, Polyvinyl chloride; PUR, Polyurethane resin; PVDC, Polyvinylidene chloride; PAN, Polyacrylonitrile.

Tarım alanlarındaki MP kirliliği kaynaklarını: atık su ile sulama, arıtma çamuru uygulamaları (Corradini ve ark., 2019; Li ve ark., 2018), alçak tünel sera naylonları, plastik malçlama materyalleri, damlama sulama boruları, kompost ve gübreleme (Gündoğdu ve ark., 2018; Mason ve ark., 2016) gibi uygulamalar oluşturmaktadır (Şekil 1).



**Şekil 1:** Tarımsal toprak sistemlerinde mikroplastiklerin kaynakları ve etkileri

Bu MP'ler elyaf, film, küre, granül, köpük gibi çeşitli formlarda olup, çapı <5 mm olan plastik parçacıkları olarak tanımlanmaktadır (Andrady, 2011). Mikroplastikler, toprak yüzeyinden rüzgâr ve diğer dış kuvvetler tarafından da uzak bölgelere taşınarak tarım topraklarına dağılmaktadır. Bunun yanında MP'ler, insan faaliyetleri ve pulluk tabakasındaki toprak organizmaları, toprak solucanları yoluyla da derin toprak tabakasına ulaşarak toprakları kirlenmekte, bir kısmı ise yüzeysel akışı ile ya da toprak profilinden alt katmanlara taşınarak yeraltı sularına karışmakta ve suları kirlenmektedir (Li ve ark., 2020).

## 2.1. Malç Artıkları

Modern tarım sistemlerinin gelişmesiyle birlikte plastik ürünler: yetiştirme, gübreleme ve plastik malçlama gibi uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu plastiklerin büyük bir kısmı tarım topraklarında bırakılmaktadır (Şekil 2).



**Şekil 2.** Tarım arazisinde hasat sonrası toprakta kalan malç kalıntıları, alçak tünel sera naylonu ve damlama sulama boruları (Foto: Halil Erdem, 2022)

Tarım topraklarında bırakılan plastiklerin büyük bir çoğunluğu zamanla bozunmaya uğrayarak toprakta mikroplastiklere dönüşmekte ve hatta bitki kökleri tarafından alınıp bitki bünyesine bile taşınabilmektedir (Zhang ve ark., 2020). Bu kaynaklar arasında önemli yer tutan plastik malç filmleri dünyanın soğuk ve kurak bölgelerinde su kaybını azaltmak, toprak sıcaklığını korumak ve ürün verimini artırmak için yoğun bir şekilde kullanılmaktadır (Liu ve ark., 2021). Küresel çapta plastik malç üretimi ve buna bağlı olarak da kullanım alanları yıldan yıla artış göstererek, 2019'da yıllık kullanım oranı bir önceki yıla göre %5.7 düzeyinde artmıştır (Anonymous, 2013). Yapılan bir araştırmada Avrupa'da plastik malç filmin kapladığı alanın 4.270 km<sup>2</sup>'ye ulaştığı bildirilmiştir (Scarascia-Mugnozza ve ark., 2011). Örneğin, 2011 itibariyle,

Çin'de tarım arazisi artık filmi  $3.43 \times 10^5$  tona ulaşarak kümülatif kapsamın %15.3'ünü oluşturduğu ve tarım arazilerinde kullanılan toplam plastik filmin geri kazanım oranı %60'ın altında kaldığı bildirilmiştir (Yongming ve ark., 2018).

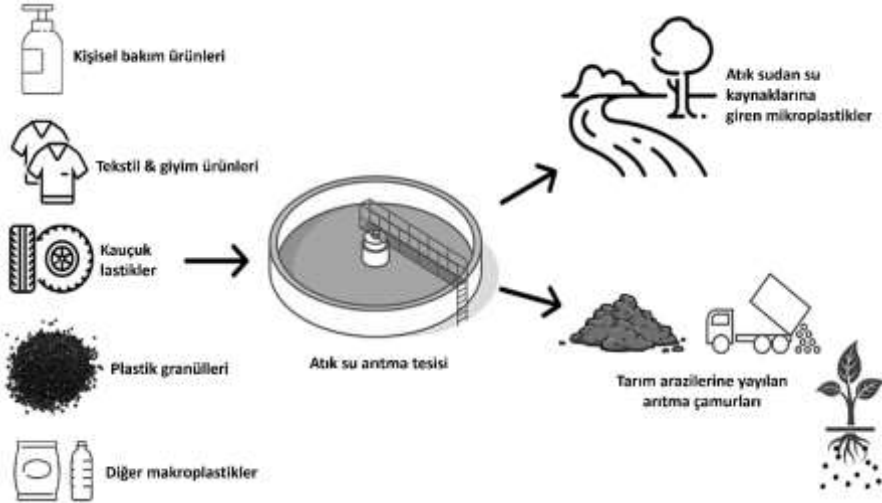
Tarımsal üretimde kullanılan malç film kalıntılarının büyük bölümü fiziksel, kimyasal ve mikrobiyal yolla yavaş yavaş küçük parçalara dönüşmektedir (Şekil 1). Malçlama film kalıntılarının toprakta bu şekilde parçalanması sonucu tarım topraklarındaki MP'lerin önemli bir kaynağını oluşturmaktadır (Steinmetz ve ark., 2016).

## 2.2. Kompost ve Arıtma Çamuru

Kompost, tarımda gübre olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Yapılan bir çalışmada, Avrupa'da 2008 yılında yaklaşık 18 milyon ton kompost üretildiği ve 2020 yılında ise üretim miktarının %37 düzeyinde artarak 24.7 milyon tona ulaştığı bildirilmiştir (Arcadis, 2010). Yapılan birçok çalışmada, toprak verimliliğini arttırmak için toprağa uygulanan kompostun tarım topraklarını MP ile önemli düzeyde kirlettiği bildirilmiştir (Zubris ve Richards, 2005). Bonn'daki bir kompost fabrikasında, çıplak gözle görülebilen plastik parça içeriğinin 2.38-180 mg/kg arasında değiştiği ve bu durumun da kompost gibi organik ürünlerde mikroplastiklerin varlığını doğruladığını göstermiştir (Bläsing ve Amelung, 2018). Weithmann ve ark. (2018), biyolojik atıklardan üretilen organik gübrelerin 14-895 mg/kg aralığında mikroplastikler içerdiğini ve bunların birçoğunun parçacık boyutunun 1 mm'den büyük olduğunu bildirmiştir. Braun ve ark. (2021) kompost uygulamaları ile tarım arazilerine 1.20 g/kg'a kadar çıkan konsantrasyonlarda MP girişinin olduğunu bildirilmişlerdir. Kompostlama süreçleri sırasındaki yüksek sıcaklık ve mikrobiyal faaliyetler, daha büyük plastiklerin mikroplastiklere parçalanmasını hızlandırmakta ve tarımsal topraklara uygulanan mikroplastik konsantrasyonunu da artırmaktadır (Braun ve ark., 2021). Yang ve ark. (2021),

uzun süreli tekrarlanan kompost uygulamaları ile mikroplastiklerin tarım topraklarında ortalama birikim oranını 3.50 milyon partikül/ha/yıl olarak hesaplamıştır. Ayrıca Weithmann ve ark. (2018) ise evsel atıklar ile olgun kompost gibi farklı biyolojik atıklarda da farklı konsantrasyonlarda MP bulmuşlar ve komposttan elde edilen bu organik gübrelere de toprakta ihmal edilen mikroplastik kaynakları olduğunu bildirmişlerdir.

Kanalizasyon Arıtma Çamuru Direktifi (86/278/EEC)'ne göre, karasal alanlarda kullanılmadan önce çamurda bulunan patojenleri ve kirleticileri uzaklaştırmak için çamurun ön arıtma işlemine tabi tutulması gerekmektedir (USEPA, 1990). Arıtma çamurunda bulunan patojenleri ve kirleticileri uzaklaştırmak için anaerobik çürütme, kompostlama, kireç stabilizasyonu ve ısı işlem gibi ön arıtma işlemleri yapılmaktadır. Ön arıtma işlemlerinden sonra arıtma çamurunun en ekonomik kullanım şekli bitki büyümesini teşvik etmek için tarım arazilerinde gübre olarak kullanılmasıdır (Şekil 3) (Okoffo ve ark., 2020).



Şekil 3 MP kirliliğine neden olan arıtma çamuru ve kaynakları



Atık su arıtma tesislerinde yapılan kapsamlı mikroplastik araştırması sonuçlarına göre, mikroplastiklerin yaklaşık %90'ının ön arıtma işlemlerinden sonra çamurda kaldığı bildirilmiştir (Carr ve ark., 2016; Mintenig ve ark., 2017). Avrupa ve Kuzey Amerika'da arıtma çamurunun yaklaşık %50'si tarımsal gübre olarak kullanılmaktadır. Avrupa ve Kuzey Amerika tarım topraklarına sırasıyla 6.3–43 ve 4.4–30 milyon ton aralığında MP girdisi olduğunu ve bu da deniz ve yüzey sularının da görülen MP kirliliğinden çok daha fazla olduğunu bildirmişlerdir (Nizzetto ve ark. (2016). Çin'de yapılan bir araştırmada, her yıl toprağa 23 ton/ha arıtma çamuru uygulaması yapılan bir tarım arazisinin MP konsantrasyonunun 7-43 partikül/g'a ulaştığı bildirilmiştir (Zhang ve Liu, 2018). Araştırmacılar, bu endişe verici rakamların arıtma çamurunun toprakları MP ile kirlüten en önemli girdilerden biri haline getirdiğini bildirmişlerdir (Nizzetto ve ark. (2016).

### **2.3. Atmosferik Taşınma**

Son yıllarda göz ardı edilmesine rağmen, atmosferik taşınım da karasal sistemlerdeki mikroplastik kirliliğinin potansiyel bir yoludur (Dris ve ark., 2016). Yapılan çalışmalar atmosferik taşınmanın da tarım topraklarında MP kirliliğinin bir kaynağı olabileceği bildirilmiştir (Mbachu ve ark., 2020). Dris ve ark. (2016), Paris yakınlarındaki bir yerleşim yerinde atmosferik MP'lerin günde 29-280 parça/m<sup>2</sup>/gün düzeyinde atmosferik serpintiye sahip olduğunu ve bu MP'lerin %90'ının lif olduğunu bildirmişlerdir. Kentsel alanlardaki nüfus yoğunluğu kırsal kesime göre daha yüksek mikroplastik kirliliğine (saçılımına) neden olmaktadır. Bu durum kırsal kesimde MP riskinin daha düşük olduğunu göstermektedir (Allen ve ark., 2019). Atmosferdeki birikimden kaynaklanan mikroplastik girdileri hava koşullarından etkilenmektedir. Yapılan araştırmalarda, yağış ve kar mikroplastiklerin atmosferden toprak sistemlerine serpilmesini etkileyen önemli faktörler arasında olduğu, rüzgâr/atmosferik sirkülasyonlar MP'lerin farklı bölgelere taşınmasına önemli ölçüde katkıda

bulunduğu bildirilmiştir (Allen ve ark., 2019).

Nitekim, atmosferde biriken bu MP'ler şehir yakınlarındaki tarım arazilerinin üst toprağına doğrudan girebileceğı ve tarımsal olmayan kaynak olarak toprakların MP kirliliğine neden olabileceğı yönünde büyük endişeler vardır. Bu bağlamda, atmosferik kaynaklı mikroplastik kirliliğı hakkında kapsamlı araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır (Li ve ark., 2020).

#### **2.4. Atıksu ile Sulama**

Atık su, tatlı su ortamlarında mikroplastik kontaminasyonun ana kaynağıdır. Atık su, birçok farklı kaynaktan plastik taşıma kapasitesine sahiptir. Horton ve ark. (2017), Birleşik Krallık'taki taşkın su kanallarının önemli miktarda sentetik elyaf taşıdığını bildirmiştir. Sentetik lifler kanalizasyondaki önemli bir mikroplastik kaynağı olup (Henry ve ark., 2019; Ziajahromi ve ark., 2017), çamaşır makinelerinden kaynaklanan tekstil malzemelerinden elde edilen lifler, kanalizasyon arıtımından sonra bile su ortamlarına ulaşma potansiyeline sahiptir (Hernandez ve ark., 2017; Napper ve Thompson, 2016). Sentetik liflerin yanında kişisel bakım ürünleri de kanalizasyona karışarak mikroplastik kirliliğine katkıda bulunmaktadır. Diş macunu, sabun ve yüz temizleme ürünleri gibi kişisel bakım ürünleri potansiyel olarak atık su arıtma tesislerinden su ortamlarına ulaşabilen mikroplastikler içermektedir (Napper ve ark., 2015). Kanalizasyon atıkları çok fazla MP içermekte ve bu atıklar kanalizasyon arıtma tesislerinde arıtıldıktan sonra atık su olarak deşarj edilmesine rağmen, tarım arazilerinin sulanması yoluyla toprak ortamına çok yüksek düzeyde MP girişi olmaktadır (Nizzetto ve ark., 2016). Çalışmalar, atık sulardan büyük miktarlarda mikro partiküllerin salındığını ve sulama yoluyla tarım alanlarına girdiğini göstermiştir (He ve ark., 2018).

Yapılan çalışmalarda, arıtılmış atık su m<sup>3</sup> başına 0 ila 125.000 öge plastik konsantrasyonuna sahip olabileceğı bildirilmiştir. Araştırmacılar atık su ile sulanması sonucu, büyüme mevsimi boyunca hektar başına lahana, mısır ve

pamuk alanlarından sırasıyla 275.000.000, 406.250.000 ve 625.000.000 plastik ögenin tarla toprağına giriş yapabileceğini bildirmişlerdir (Bläsing ve Amelung, 2018; Dris ve ark., 2015; Murphy ve ark., 2016; Talvitie ve ark., 2017). Tarla bitkilerinin yanı sıra, atık su ile sulama nedeniyle sebze yetiştirilen topraklarda da mikroplastik kirliliğinin olduğu bildirilmiştir (Zhang ve Liu, 2018).

### 3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Mikroplastik kirliliğı küresel bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Nitekim farklı disiplinlerde yapılan mevcut araştırmalar nispeten dağınıktır. Gelecekte konu ile ilgili daha fazla bilimsel araştırmaya ve konu üzerinde ciddiyetle durmaya ihtiyaç vardır. MP kirliliğinin tarımsal toprak ekosistemleri üzerindeki etkisi ile ilgili olarak, aşağıdaki konulara gelecekte özel olarak dikkat gösterilmesi gerekmektedir.

- (1) Taşınma ve kirlenme mekanizmalarının daha iyi anlaşılması için tarımsal toprak sistemlerindeki mikro plastiklerin tespit edilmesi, miktarının belirlenmesi ve karakterize edilmesi için standartlaştırılmış yöntemlerin geliştirilmesi,
- (2) Tarımsal kökenli atıklardan toprağına karışan mikroplastiklerin topraktaki fiziksel, kimyasal, biyolojik etkileri ile bitkilerdeki etkilerinin kapsamlı araştırılması,
- (3) Tarım alanlarında kirliliğıne neden olan MP'lerin insan sağığı ve gıda güvenliğı bakımından olası etkilerinin araştırılması gerekmektedir.

## KAYNAKÇA

- Anonim, 2023. <https://www.statista.com/statistics>
- Allen, S., Allen, D., Phoenix, V. R., Le Roux, G., Durántez Jiménez, P., Simonneau, A., Binet, S., Galop, D. (2019). Atmospheric transport and deposition of microplastics in a remote mountain catchment. *Nature Geoscience*, 12(5), 339-344.
- Andrady, A. (2011). Microplastics in the marine environment. *Mar Pollute Bull* 62 (8): 1596–1605. In.
- Anonymous. (2013). Agricultural films (LDPE, LLDPE, HDPE, EVA/EBA, reclaims and others) market for greenhouse, mulching and silage applications – global industry analysis, size, share, growth, trends and forecast. *Transparency Market Res:2013-2019*. In. *Transparency Market Res:2013-2019*.
- Arcadis. (2010). Assessment of the options to improve the management of bio-waste in the european union-final report.
- Bläsing, M., Amelung, W. (2018). Plastics in soil: Analytical methods and possible sources. *Science of the total environment*, 612, 422-435.
- Braun, M., Mail, M., Heyse, R., Amelung, W. (2021). Plastic in compost: Prevalence and potential input into agricultural and horticultural soils. *Science of the total environment*, 760, 143335.
- Brodhagen, M., Goldberger, J. R., Hayes, D. G., Inglis, D. A., Marsh, T. L., Miles, C. (2017). Policy considerations for limiting unintended residual plastic in agricultural soils. *Environmental Science and Policy*, 69, 81-84.
- Cai, L., Wang, J., Peng, J., Tan, Z., Zhan, Z., Tan, X., Chen, Q. (2017). Characteristic of microplastics in the atmospheric fallout from Dongguan city, China: preliminary research and first evidence. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(32), 24928-24935.

- Carr, S. A., Liu, J., Tesoro, A. G. (2016). Transport and fate of microplastic particles in wastewater treatment plants. *Water research*, 91, 174-182.
- Chen, Y., Leng, Y., Liu, X., Wang, J. (2020). Microplastic pollution in vegetable farmlands of suburb Wuhan, central China. *Environmental Pollution*, 257, 113449.
- Corradini, F., Meza, P., Eguiluz, R., Casado, F., Huerta-Lwanga, E., Geissen, V. (2019). Evidence of microplastic accumulation in agricultural soils from sewage sludge disposal. *Science of the total environment*, 671, 411-420.
- Dris, R., Gasperi, J., Mirande, C., Mandin, C., Guerrouache, M., Langlois, V., Tassin, B. (2017). A first overview of textile fibers, including microplastics, in indoor and outdoor environments. *Environmental Pollution*, 221, 453-458. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.12.013>
- Dris, R., Gasperi, J., Saad, M., Mirande, C., Tassin, B. (2016). Synthetic fibers in atmospheric fallout: a source of microplastics in the environment? *Marine pollution bulletin*, 104(1-2), 290-293.
- Dris, R., Imhof, H., Sanchez, W., Gasperi, J., Galgani, F., Tassin, B., Laforsch, C. (2015). Beyond the ocean: contamination of freshwater ecosystems with (micro-) plastic particles. *Environmental chemistry*, 12(5), 539-550.
- Duis, K., Coors, A. (2016). Microplastics in the aquatic and terrestrial environment: sources (with a specific focus on personal care products), fate and effects. *Environmental Sciences Europe*, 28(1), 1-25.
- Geyer, R., Jambeck, J. R., Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science advances*, 3(7), e1700782.
- Gündoğdu, S., Çevik, C., Güzel, E., Kilercioğlu, S. (2018). Microplastics in municipal wastewater treatment plants in Turkey: a comparison of the

- influent and secondary effluent concentrations. *Environmental Monitoring and Assessment*, 190 (11), 1-10.
- He, D., Luo, Y., Lu, S., Liu, M., Song, Y., Lei, L. (2018). Microplastics in soils: Analytical methods, pollution characteristics and ecological risks. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 109, 163-172.
- Henry, B., Laitala, K., Klepp, I. G. (2019). Microfibres from apparel and home textiles: Prospects for including microplastics in environmental sustainability assessment. *Science Of The Total Environment*, 652, 483-494.
- Hernandez, E., Nowack, B., Mitrano, D. M. (2017). Polyester textiles as a source of microplastics from households: a mechanistic study to understand microfiber release during washing. *Environmental Science and Technology*, 51(12), 7036-7046.
- Horton, A. A., Svendsen, C., Williams, R. J., Spurgeon, D. J., Lahive, E. (2017). Large microplastic particles in sediments of tributaries of the River Thames, UK—Abundance, sources and methods for effective quantification. *Marine Pollution Bulletin*, 114(1), 218-226.
- Huang, Y., Liu, Q., Jia, W., Yan, C., Wang, J. (2020). Agricultural plastic mulching as a source of microplastics in the terrestrial environment. *Environmental Pollution*, 260, 114096.
- Li, W., Luo, Y., Pan, X. (2020). Microplastics in agricultural soils. *Microplastics In Terrestrial Environments*, 63-76.
- Li, X., Chen, L., Mei, Q., Dong, B., Dai, X., Ding, G., Zeng, E. Y. (2018). Microplastics in sewage sludge from the wastewater treatment plants in China. *Water Research*, 142, 75-85.
- Liu, M., Lu, S., Song, Y., Lei, L., Hu, J., Lv, W., Zhou, W., Cao, C., Shi, H., Yang, X., He, D. (2018). Microplastic and mesoplastic pollution in farmland soils in suburbs of Shanghai, China. *Environmental Pollution*, 242, 855-862.

- Liu, Y., Shao, H., Liu, J., Cao, R., Shang, E., Liu, S., Li, Y. (2021). Transport and transformation of microplastics and nanoplastics in the soil environment: A critical review. *Soil Use and Management*, 37(2), 224-242.
- Mason, S. A., Garneau, D., Sutton, R., Chu, Y., Ehmann, K., Barnes, J., Fink, P., Papazissimos, D., Rogers, D. L. (2016). Microplastic pollution is widely detected in US municipal wastewater treatment plant effluent. *Environmental Pollution*, 218, 1045-1054.
- Mbachu, O., Jenkins, G., Pratt, C., Kaparaju, P. (2020). A new contaminant superhighway? A review of sources, measurement techniques and fate of atmospheric microplastics. *Water, Air and Soil Pollution*, 231(2), 1-27.
- Mendoza, L. M. R., Karapanagioti, H., Álvarez, N. R. (2018). Micro (nanoplastics) in the marine environment: current knowledge and gaps. *Current Opinion in Environmental Science and Health*, 1, 47-51.
- Mintenig, S. M., Int-Veen, I., Löder, M. G., Primpke, S., Gerdts, G. (2017). Identification of microplastic in effluents of waste water treatment plants using focal plane array-based micro-Fourier-transform infrared imaging. *Water research*, 108, 365-372.
- Murphy, F., Ewins, C., Carbonnier, F., Quinn, B. (2016). Wastewater treatment works (WwTW) as a source of microplastics in the aquatic environment. *Environmental Science And Technology*, 50(11), 5800-5808.
- Napper, I. E., Bakir, A., Rowland, S. J., Thompson, R. C. (2015). Characterisation, quantity and sorptive properties of microplastics extracted from cosmetics. *Marine Pollution Bulletin*, 99 (1-2), 178-185.
- Napper, I. E., Thompson, R. C. (2016). Release of synthetic microplastic plastic fibres from domestic washing machines: Effects of fabric type and washing conditions. *Marine Pollution Bulletin*, 112 (1-2), 39-45.
- Nizzetto, L., Futter, M., Langaas, S. (2016). Are agricultural soils dumps for microplastics of urban origin? In: ACS Publications.

- Okoffo, E. D., Tscharke, B. J., O'Brien, J. W., O'Brien, S., Ribeiro, F., Burrows, S. D., Choi, P. M., Wang, X., Mueller, J. F., Thomas, K. V. (2020). Release of plastics to Australian land from biosolids end-use. *Environmental Science and Technology*, 54(23), 15132-15141.
- Ritchie, H., Roser, M. (2018). Plastic pollution. *Our World in Data*.
- Scarascia-Mugnozza, G., Sica, C., Russo, G. (2011). Plastic materials in European agriculture: actual use and perspectives. *Journal of Agricultural Engineering*, 42(3), 15-28.
- Scheurer, M., Bigalke, M. (2018). Microplastics in Swiss Floodplain Soils. *Environmental Science and Technology*, 52(6), 3591-3598.
- Steinmetz, Z., Wollmann, C., Schaefer, M., Buchmann, C., David, J., Tröger, J., Muñoz, K., Frör, O., Schaumann, G. E. (2016). Plastic mulching in agriculture. Trading short-term agronomic benefits for long-term soil degradation? *Science Of The Total Environment*, 550, 690-705.
- Talvitie, J., Mikola, A., Setälä, O., Heinonen, M., Koistinen, A. (2017). How well is microlitter purified from wastewater?—A detailed study on the stepwise removal of microlitter in a tertiary level wastewater treatment plant. *Water Research*, 109, 164-172.
- USEPA. (1990). National sewage sludge survey: Availability of information and data, and anticipated impacts on proposed regulations. *Fed. Regist.*, 55, 47210-47283.
- Van Den Berg, P., Huerta-Lwanga, E., Corradini, F., Geissen, V. (2020). Sewage sludge application as a vehicle for microplastics in eastern Spanish agricultural soils. *Environmental Pollution*, 261, 114198.
- Wang, F., Yang, W., Cheng, P., Zhang, S., Zhang, S., Jiao, W., Sun, Y. (2019). Adsorption characteristics of cadmium onto microplastics from aqueous solutions. *Chemosphere*, 235, 1073-1080.



- Weithmann, N., Möller, J. N., Löder, M. G., Piehl, S., Laforsch, C., Freitag, R. (2018). Organic fertilizer as a vehicle for the entry of microplastic into the environment. *Science Advances*, 4(4), eaap8060.
- Wright, S. L., Ulke, J., Font, A., Chan, K. L. A., Kelly, F. J. (2020). Atmospheric microplastic deposition in an urban environment and an evaluation of transport. *Environment International*, 136, 105411.
- Yang, J., Li, R., Zhou, Q., Li, L., Li, Y., Tu, C., Zhao, X., Xiong, K., Christie, P., Luo, Y. (2021). Abundance and morphology of microplastics in an agricultural soil following long-term repeated application of pig manure. *Environmental Pollution*, 272, 116028.
- Yongming, L., Qian, Z., Haibo, Z., Xiangliang, P., Chen, T., Lianzhen, L., Jie, Y. (2018). Pay attention to research on microplastic pollution in soil for prevention of ecological and food chain risks. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences (Chinese Version)*, 33(10), 1021-1030.
- Zhang, B., Yang, X., Chen, L., Chao, J., Teng, J., Wang, Q. (2020). Microplastics in soils: a review of possible sources, analytical methods and ecological impacts. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 95(8), 2052-2068.
- Zhang, G., Liu, Y. (2018). The distribution of microplastics in soil aggregate fractions in southwestern China. *Science Of The Total Environment*, 642, 12-20.
- Ziajahromi, S., Neale, P. A., Rintoul, L., Leusch, F. D. (2017). Wastewater treatment plants as a pathway for microplastics: development of a new approach to sample wastewater-based microplastics. *Water Research*, 112, 93-99.
- Zubris, K. A. V., Richards, B. K. (2005). Synthetic fibers as an indicator of land application of sludge. *Environmental Pollution*, 138(2), 201-211.

## BÖLÜM 9

### TARIM AÇISINDAN VİRUS VEKTÖRÜ NEMATOD (NEMATODA)'LARIN ÖNEMİ

Prof. Dr. İlker KEPENEKÇİ<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü Tokat, Türkiye. kepenekci@gmail.com, Orcid ID: 0000-0002-0506-6645



## 1. GİRİŞ

Nematodlar, Eumetazoa altaleminden Pseudocoelemata (yalancı vücut boşluğu olan hayvanlar) altkümesinde yer alan yuvarlak solucanlardır. Bunlar, birçok habitatta yoğunluk açısından ilk sırada yer alır. Nematodlar pek çok yerde, bitki ve hayvanlar üzerinde parazit, toprakta ve mikroorganizmalar üzerinde serbest, olarak yaşayan türleri vardır. Birçok türü de bitkilerin çeşitli kısımlarında beslenir, zararlı olurlar ve ürün kayıplarına neden olurlar. Bu gibi nematodlara Bitki Paraziti Nematodlar (BPN) adı verilir. Nematodların özellikle bitkilerin kök sisteminde meydana getirdikleri zararlar sonucu verim ve ürün kalitesi büyük ölçüde düşmekte ve üretimi ekonomik olmaktan çıkarmaktadır. Nematolojik çalışmaların yoğunlaştığı önemli konulardan birisi de Virüs Vektörü Nematodlar (VVN)'dir. BPN'lerin önemli bir grubunu oluşturan söz konusu nematodların virüs vektörü olması bu grup nematodların önemini bir kat daha artırmaktadır. VVN'ler bitkilerde oluşturdukları doğrudan zararın yanında virüs hastalıklarını taşımaları yönüyle de son derece önemlidir.

Pratikte bütün BPN'ler, virüsle bulaşık bitkilerde beslenir ve virüs parçalarını vücutlarına alırlar. Ancak bu nematodlardan Dorylaimida takımının Longidoridae ve Trichodoridae familyalarına dahil olan özellikle *Xiphinema*, *Longidorus*, *Paratrichodorus* ve *Trichodorus* cinslerine ait olan bazı türler bitki virus hastalıklarını taşımaları nedeniyle önemlidir (Tablo 1.) ve VVN'ler olarak bilinir.

Longidorid ve Trichodorid nematodlarının her ikisi de, hem tek hem de çok yıllık bitkilerin köklerinde ektoparazit olarak yaşarlar ve virüs transferine ek olarak, üründe doğrudan zarara da neden olurlar (Weischer, 1993).

**Tablo 1.** *Xiphinema*, *Longidorus*, *Paratrichodorus* ve *Trichodorus* cinslerine ait VVN türlerinin taşıdıkları bitki virüs hastalıkları.

Nematod türü	Taşıdığı virüs
<i>Xiphinema americanum</i>	Cherry rasp leaf virus (CRLV) Peach rosette mosaic virus (PRMV) Peach yellow bud mosaic virus (PYBMV) Tobacco ringspot virus (TRSV) Tomato ringspot virus (ToRSV)
<i>X. bricolense</i>	Tobacco ringspot virus (TRSV) Tomato ringspot virus (ToRSV) Peach rosette mosaic virus (PRMV)
<i>X. californicum</i>	Cherry rasp leaf virus (CRLV) Tobacco ringspot virus (TRSV) Tomato ringspot virus (ToRSV)
<i>X. diversicaudatum</i>	Arabis mosaic virus (ArMV) Strawberry latent ringspot virus (SLRSV)
<i>X. inaequale</i>	Cherry rasp leaf virus (CRLV) Tobacco ringspot virus (TRSV) Tomato ringspot virus (ToRSV) Peach rosette mosaic virus (PRMV)
<i>X. incognitum</i>	Tobacco ringspot virus (TRSV)
<i>X. index</i>	Grapevine fanleaf virus (GFLV)
<i>X. intermedium</i>	Tobacco ringspot virus (TRSV) Tomato ringspot virus (ToRSV)
<i>X. pachtaicum</i>	Tobacco ringspot virus (TRSV) Tomato ringspot virus (ToRSV)
<i>X. rivesi</i>	Cherry rasp leaf virus (CRLV) Tobacco ringspot virus (TRSV) Tomato ringspot virus (ToRSV)
<i>X. tarjanense</i>	Tobacco ringspot virus (TRSV) Tomato ringspot virus (ToRSV)
<i>X. italiae</i>	Grapevine fanleaf virus (GFLV)
<i>Longidorus arthensis</i>	Cherry rosette virus (CRV)
<i>L. apulus</i>	Artichoke italian latent virus (AILV)
<i>L. attenuatus</i>	Tomato black ring virus (TBRV)
<i>L. diadecturus</i>	Cherry rasp leaf virus (CRLV) Grape yellow vein virus (GYVV) Peach rosette mosaic virus (PRMV)
<i>L. elongatus</i>	Beet ringspot virus (BRSV) Raspberry ringspot virus (RRSV) Tomato black ring virus (TBRV)
<i>L. fasciatus</i>	Artichoke italian latent virus (AILV)
<i>L. macrosoma</i>	Raspberry ringspot virus (RRSV)
<i>L. martini</i>	Mulberry ringspot virus (MRSV)
<i>L. breviannulatus</i>	Peach rosette mosaic virus (PRMV)

**Tablo 1 (Devam).** *Xiphinema*, *Longidorus*, *Paratrichodorus* ve *Trichodorus* cinslerine ait VVN türlerinin taşıdıkları bitki virüs hastalıkları.

Nematod türü	Taşıdığı virüs
<i>Paratrichodorus pachydermus</i>	Pea early browning virus (PEBV) Tobacco rattle virus (TRV)
<i>P. allius</i>	Tobacco rattle virus (TRV)
<i>P. anemones</i>	Pea early browning virus (PEBV) Tobacco rattle virus (TRV)
<i>P. hispanus</i>	Tobacco rattle virus (TRV)
<i>P. minor</i>	Pepper ringspot virus (PepRSV) Tobacco rattle virus (TRV)
<i>P. teres</i>	Pea early browning virus (PEBV) Tobacco rattle virus (TRV)
<i>P. tunisiensis</i>	Tobacco rattle virus (TRV) Pea early browning virus (PEBV)
<i>P. nanus</i>	Tobacco rattle virus (TRV)
<i>Trichodorus christiei</i>	Tobacco rattle virus (TRV)
<i>T. cylindricus</i>	Pea early browning virus (PEBV) Tobacco rattle virus (TRV)
<i>T. pachydermus</i>	Tobacco rattle virus (TRV)
<i>T. primitivus</i>	Pea early browning virus (PEBV) Tobacco rattle virus (TRV)
<i>T. similis</i>	Tobacco rattle virus (TRV)
<i>T. viruliferus</i>	Pea early browning virus (PEBV) Tobacco rattle virus (TRV)

Kaynak: (Singh ve ark., 2020).

*Xiphinema* cinsine ait 172 türden 7'si ve *Longidorus* cinsine ait 83 türden 7'si virüs vektörü olarak bilinmektedir. Aynı şekilde, *Paratrichodorus* ve *Trichodorus* cinslerine ait 50 türden 13'ünün virüs vektörü olduğu tespit edilmiştir. Bu sayı her geçen gün artmakta ve ileride virus nakil teknikleri ile taksonomideki ilerlemelerin devam etmesiyle daha da artacağı düşünülmektedir.

Uzun yıllar yapılan tartışmalardan sonra, BPN'ler yoluyla virüslerin taşındığına dair ilk güvenilir kanıt, Asma kısa boğum virüsü (GFLV=Grapevine fanleaf virus)'nün *X. index* ile taşındığının ortaya konulmasıdır (Hewitt ve ark., 1958). Bu keşif diğer toprak kökenli virüsler ile vektör nematodların araştırılmasını

yoğun şekilde teşvik etmiş ve her ikisinin de taksonomisinin, biyolojisinin ve ekolojisinin birçok açıdan araştırılmasını başlatmıştır (Lamberti ve ark., 1975). Nematodlarla taşınan virüsler iki farklı gruba ayrılır: *Nepovirüsler* ve *Tobravirüsler*. *Nepovirüsler* polihedral (küresel), *Tobravirüsler* çubuk şeklinde partikül yapısına sahiptirler. *Nepovirüs* ve *Tobravirüs* partikülleri VVN'lerin larva ve ergin dönemleri tarafından taşınıp nakledilebilmektedir. Nematodlar virüsleri semi-persistent olarak taşımaktadır. Nematodlar ve taşıdıkları virüsler arasında özelleşme olup her nematod, her virüsü taşımamaktadır. Normalde bir nepovirüs bir nematod cinsine özelleşmişken, bazı durumlarda nematodlar vektörü oldukları virüsle akraba olmayan virüsleri de taşıyabilirler. *X. diversicaudatum*, Arabis mozaik virüsü (ArMV=Arabis mosaic virus)'ü ve serolojik ilişkisinin olmadığı Çilek latent halkalı leke virüsü (SLRSV=Strawberry latent ringspot virus)'nü taşıyabilir. Hatta, serolojik açıdan bazı virüslerin uzak ırkları farklı vektörlerle taşınmaktadır. Domates siyah halka virüsü (TBRV=Tomato black ring virus)'ün İskoç ırkı ve akrabası olmayan Ahududu halkalı leke virüsü (RRSV=Raspberry ringspot virus)'ün her ikisi de *L. elongatus* tarafından taşınmaktadır, oysa bu virüslerin İngiliz serotipi *L. attenuatus* ve *L. macrosoma* tarafından taşındığı görülmektedir. Vektör olmayan popülasyonların bireyleri tipik bölgelerde çok az virüs partikülü içerirler veya hiç virüs partikülü içermezler (Martelli ve Taylor, 1989).

Virüs, nematodların yumurtalarına geçmez ve deri değiştirmeye aktarılmaz. Nematodlarla taşınan virüslerin bazıları polenle [Kiraz törpü yaprak virüsü (CRLV=Cherry leaf roll virüs)] veya tohumla [Şeftali rozet mozaik virüsü (PRMV=Peach rosette mosaic virüs)] taşınabildikleri gibi mekanik yöntemlerle de hastalıklı bitkilerden sağlam bitkilere kolaylıkla taşınabilirler. Bu virüsler (CRLV ve PRMV) konukçu bitkiler üzerinde değişik belirtiler oluştururlar. Bu belirtiler vektörlerle taşınan virüslerin belirtilerine çok az benzer. Ancak aralarında; kaynaktan kenarlara doğru yayılmalar ve toprak işlense dahi hastalık kaynağının uzun süre arazide kalması gibi bazı farklar vardır.

Türkiye’de VVN’ye ait ilk tespit, Ege Bölgesi bağlarında yapılan sürvey sonucunda virüs hastalıklarının verimi etkilediğinin ve GFLV’ün *X. index* ve *Longidorus* ile taşındığının ortaya konmasıyla başlamıştır (Kaşkaloğlu ve Türkmenoğlu, 1965; Kaşkaloğlu, 1965). Diğer bir araştırma da, Yüksel ve Ertürk’ün birlikte İzmir ve Manisa bağlarında 1964 yılında yaptıkları gezide, asma kökleri civarından toprak örnekleri alınmış ve laboratuvarında yapılan analizler sonucu çalışma kapsamına giren bağ alanlarında genel olarak *X. index* ve *X. americanum* türlerinin hakim olduğu rapor edilmiştir (Yüksel, 1966). Türkiye’de VVN’ler üzerine yapılan ilk ayrıntılı çalışma, Arınç (1982) tarafından yürütülen “Ege Bölgesi bağ alanlarında zararlı olan *Xiphinema* türleri (Nematoda: Longidoridae), yayılışı konukçuları ve zararları üzerinde araştırmalar” isimli araştırmadır. Söz konusu araştırmada, çalışma kapsamına giren bağ alanlarında mevcut *Xiphinema* cinsine bağlı nematod türlerini saptamak amacıyla 1971-1974 yılları arasında çalışmalar yürütülmüştür. Türkiye’de *Xiphinema* cinsine ait çalışmalar bulunmakla birlikte, *Longidorus*, *Paratrichodorus* ve *Trichodorus* cinslerine ait nematolojik çalışmalar çok azdır (Kepenekci, 2012; Kepenekci, 2014; Kepenekci ve ark., 2014b). Bu grup nematodlar da virus hastalıklarını taşıyabildikleri için üzerinde durulması gereken VVN’lerdir (Tablo 1.). Ülkemizde bu grup nematodların tür düzeyinde teşhisine yönelik üç çalışma bulunmaktadır: Öztürk ve Enneli (1994) Orta Anadolu Bölgesi’nde yonca ekiliş alanlarında *L. elongatus*, *L. attenuatus*, *L. goodeyi* ve *L. leptcephalus*’u; Kepenekci ve ark. (2006; 2014a) da Nevşehir, Karaman, Konya, Isparta ve Burdur illeri bağ alanlarında *L. elongatus*, *L. attenuatus* ve *T. similis*’i tespit etmişlerdir. Son olarak, Öztürk ve ark. (2018) Kuzeybatı Marmara bölgesinde farklı konukçu bitkilerden aldıkları örneklerde *L. elongatus*, *L. attenuates* ve *T. similis*’i ortaya koymuşlardır. Türkiye’de bu güne kadar yapılan çalışmalar sonucu *Xiphinema* cinsine ait on, *Longidorus* cinsine ait dört ve *Trichodorus* cinsine ait bir olmak üzere 15 VVN türü tespit edilmiştir (Kepenekci, 2014).



## 2. VİRUS VEKTÖRÜ NEMATODLARIN GENEL ÖZELLİKLERİ

Nematolojik çalışmalar içerisinde, son yıllarda üzerinde durulması gereken önemli konulardan birisi de Virüs Vektörü Nematodlar (VVN)'dir. Bitki Paraziti Nematod (BPN)'ların önemli bir grubunu oluşturan söz konusu nematodların virüs vektörü olması bu grup nematodların önemini bir kat daha artırmaktadır. VVN'ler bitkilerde oluşturdukları doğrudan zararın yanında virüs hastalıklarını taşımaları yönüyle de son derece önemlidir.

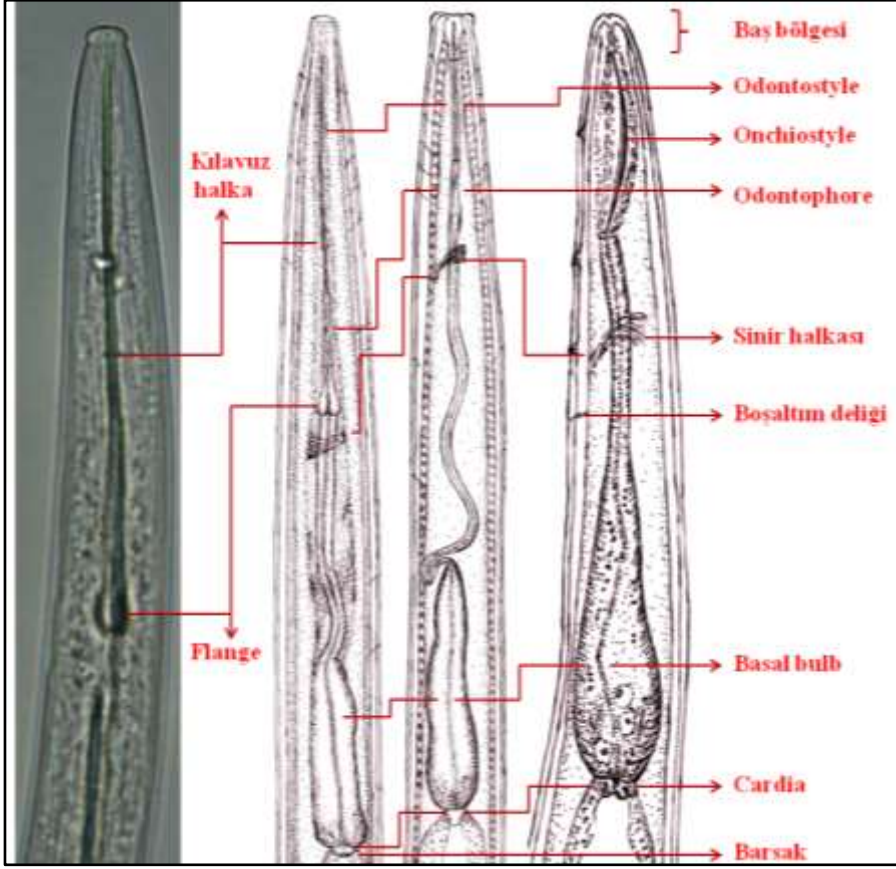
Nematodlar genellikle renksiz ve saydamdırlar. Fakat, aldıkları besinlere göre farklı renklerde görülebilirler. VVN türlerinin görünüşü iplik şeklinde olmasına rağmen, bazı BPN türlerinin dişilerinde vücut şekli değişiklik göstermektedir. Bu türlerin ergin dişilerinin vücutları torba, armut, küre veya limon şeklindedir. Ergin erkekler ise solucan benzeri ince uzun ve silindir şeklindedir. Nematodların ergin öncesi dönemlerine böceklerde olduğu gibi larva ismi verilir. Larvalar genellikle dört gömlek değiştirdikten sonra ergin olurlar. Bazı BPN türleri kuraklık ve besinsizlik gibi uygun olmayan koşullarda farklı dönemlerde uyusuk halde canlılıklarını yıllarca sürdürebilirler. Eğer koşullar uygunsuzsa bütün yıl devamlı çoğalarak zararlarına devam ederler.

Toprağın yapısı ve nem durumunun nematodlar üzerinde etkisi fazladır. Toprak yüzeyi kuru olduğu zaman aşağıya ve yüzeydeki nem uygun şartlara döndüğü zaman tekrar yukarıya doğru hareket ederler. Konukçu bitkilerin kök sisteminin derinliğine bağlı olarak 3-6 m'ye indikleri görülebilse de, nematodların en yoğun oldukları toprak derinliği 10-30 cm'dir. Fakat VVN'lerin büyük bir bölümü (*Xiphinema*, *Longidorus*, *Paratrichodorus* ve *Trichodorus* cinslerine ait nematodlar) toprağın 30 cm'nin altındaki kısmında bulunur. Nematodlar alüvyonlu ve kumlu toprakları çok severler. Toprağın nemli olması nematodların faaliyetini artırmaktadır. Bu nedenle, toprak neminin çok değiştiği toprak yüzeyinden itibaren 5 cm'e kadar olan derinliklerde

nematodlara çok az rastlanır veya hiç rastlanmaz. Nematodlar toprakta çok ağır hareket ederler. Bazı BPN türleri uygun koşullarda yılda çok sayıda generasyon vermelerine rağmen buldukları yerde kendi hareketleri ile yayılmaları çok kısa mesafelerde olur. Nematodların büyük bir çoğunluğu kendi hareketleri ile toprakta yılda azami 1 m yol alırlar. Bu nedenle BPN'ler ile bulaşık yerler arazide yer yer (ocaklar halinde lokal bölgelerde) belirtiler şeklinde kendini belli eder.

BPN'ler, özel bir beslenme organı olan stilete sahiptir. Bu organ aracılığıyla cins ve hatta tür düzeyinde değişiklik gösteren beslenme şekillerine (ekdoparazit, endoparazit, yarı-ekdoparazit ve yarı-endoparazit) göre bitki dokularında beslenir. VVN'leri içeren gruplarda beslenme organı stilet (*Xiphinema* ve *Longidorus* cinslerine ait türlerde Odontostyle; *Trichodorus* cinslerine ait türlerde Onchiostyle) oldukça uzundur ve genellikle 90-200 µm kadardır (Şekil 1). Bazı türlerde söz konusu olan beslenme organının boyu 200 µm'yi geçmektedir. *Xiphinema* ve *Longidorus* cinslerine ait VVN'lerde stilet iki kısımdan oluşmaktadır (Odontostyle ve Odontophore). Ön kısım uzunca ve ince, arka kısım tabana doğru gittikçe kalınlaşan bir yapıdadır ve iki parçalı bir yaka (flange) ile son bulur. Styletin ön kısmının sonunda etrafını çeviren sertleşmiş halka şeklinde bir yapı (kılavuz halka, guiding ring) mevcuttur. *Trichodorus* cinslerine ait türlerde stilet yay şeklinde olup Onchiostyle olarak isimlendirilmektedir (Şekil 1).

Pratikte bütün BPN'ler virüsle bulaşık bitkilerde beslenir ve virüs parçalarını vücutlarına alırlar. Ancak bu nematodlardan, Dorylaimida takımının Longidoridae ve Trichodoridae familyalarına dahil nematodlar ki VVN'ler olarak isimlendirilir beslendikleri ve virüsle bulaşık bitkileden aldıkları bitki virus hastalıklarını başka bitkilere bulaştırırlar.



**Şekil 1.** Virus Vektörü Nematodların baş ve özofagus bölgesinin yapısı [fotoğraf (*Xiphinema*); çizim *Xiphinema* (sol), *Longidorus* (orta) ve *Trichodorus* (sağ)] (Fotoğraf ve Çizimler İ. KEPENEKÇİ).

Longidorid ve Trichodorid nematodlarının her ikisi de, hem tek hem de çok yıllık bitkilerin köklerinde ektoparazit [Ektoparazit: Nematod toprakta kalır ve bitki dokularına girmez. Nematod 2. larva döneminde (L2) yumurtadan çıkıp toprakta bitki köklerine yönelir ve bitki köklerinde beslenmeye başlar. Bitki hücrelerini delmek için stiletini kullanarak beslenir. Stileti ne kadar uzun olursa o kadar derinden beslenebilir. VVN'lerin (örn. *Xiphinema* ve *Longidorus* cinslerine ait türler) beslenmeleri bu şekildedir (gezici ektoparazit). Ektoparazitik türlerin çoğunluğu kendiliğinden hareket etmeye devam ederken, bazıları bitki dokusuna derin biçimde gömülen stileti sayesinde köke kalıcı

olarak bağlı kalır (kalıcı ektoparazit) (örn. Tylenchida takımı, Paratylenchidae familyasına bağlı BPN türlerinden *Cacopaurus* cinsine ait nematodlar.)) olarak yaşarlar ve virüs transferine ek olarak, üründe doğrudan zarara da neden olurlar (Weischer, 1993).

Nematodlar (BPN ve VVN)'ın elde edilmesinde söz konusu alanda yapılacak örnekleme önemlidir. Nematodlar genellikle, toprağın 5-30 cm arasındaki bölümünde yoğun olarak bulunur. Bu da bitki köklerinin büyük bir bölümünün bulunduğu veya toprağın sürülme derinliğidir. Bu nedenle üretim alanlarındaki örnekleme derinliği toprak sürüm derinliği dikkate alınarak yapılır. Çok yıllık bitkilerde (örn. ağaçlar) bu örnekleme daha derin yapılmalıdır. Tek yıllık bitkilerde toprak örneği 10-30 cm derinlikten alınmalıdır. Yapılan örneklemede bitkilerin kılcal kök sistemi de ayrıca alınmalıdır. Çok yıllık bitkilerde ise bitkinin tam kök boğazından değil bitki tacının iz düşümü dikkate alınarak kılcal köklerin de inebileceği derinlikten (20-60 cm) örnek alınmalıdır. Bağ alanlarında yapılacak örneklemelelerde daha derine inmek gerekebilir. Yapılan bir çalışmada VVN'lerden *X. index*'in 90-120 cm derinlikte tespit edildiği bildirilmektedir.

### **3. ÖNEMLİ VİRÜS VEKTÖRÜ NEMATOD GRUPLARI, ÖNEMLİ TÜRLER VE BİYOLOJİLERİ**

#### ***Xiphinema*, *Longidorus* ve *Paralongidorus* (Dorylaimina: Longidoridae).**

Çok çeşitli konukçulara sahip uzun ömürlü, gezici ektoparazit nematodlardır. Bitkide en uygun beslenmeye başlama noktası kök ucu veya çevresidir. Beslenmesi sonucu bitkilerdeki tipik belirtileri, kök uçlarının kancalanması ve/veya yaraların oluşmasıdır. Zarara maruz kalan kök sistemleri bodur kalır, yan köklerde gelişme olmaz ve beslenme alanlarında nekroz şeklinde belirtiler görülür. *Xiphinema* cinsine ait türler çok yıllık ve odunsu yapıya sahip konukçularda daha iyi gelişme özelliğindedirler. *Longidorus* ve *Paralongidorus* cinslerine ait türler ise tek yıllık ve odunsu yapıda olmayan

bitkilerde; özellikle çim/çimen ve tahıllarda daha yaygındır. Bu nematodların büyük bir bölümü toprağın 30 cm'nin altındaki kısmında bulunur. Genelde kumlu toprakları daha ağır topraklara göre tercih ederler. Bazı türlerin virüs taşıyıcı/vektörü olduğu kanıtlanmıştır. Bu da bu nematodların, bitki paraziti olmalarının yanında virüs vektörü olmalarından dolayı önemlerini artırmaktadır. Üreme amfimiktik (dişi ve erkek bireyleri olan, eşeyli-seksüel-üreme) (Seksüel üreme: Dişi ve erkek bireylerin bulunması halinde dişinin erkek tarafından döllenmesidir) ve partenogenetiktir (Partenogenetik üreme: Yumurtada döllenme olmaksızın, bireylerin meydana gelişidir. Bu tip üremede de erkek fert sayısı ya çok azdır veya hiç yoktur). Önemli türler *Xiphinema americanum* group, *X. bricolense*, *X. californicum*, *X. elongatum*, *X. index*, *X. rivesi*, *Longidorus africanus*, *L. laevicapitatus* ve *Paralongidorus australis*'dir. *Xiphinema* ve *Longidorus* cinslerine ait VVN'ların biyolojileri genel olarak nematodların biyolojilerine benzemektedir. Bu nematodlarda üreme oldukça yavaştır. *X. index* sera şartlarında bir generasyonu 22-27 günde tamamladığı halde, diğer *Xiphinema* türlerinde bu süre 1-3 yıldır.

**Kamalı nematodlar (*Xiphinema*);** boyları oldukça uzun (6 mm kadar olabilir), erkek ve dişisi iplik formunda olan nematodlardır. Baş bölgesinde 200 µm'ye kadar varan uzunlukta ağız iğneleri (stilet) vardır (Odontostyle) (Şekil 1). Köklerin özsuyunu emerek beslenen larvalar (ektoparazit), olgunlaştıktan sonra çiftleşerek çevresindeki toprağa yumurta bırakırlar ve yumurtadan ergin hale gelinceye kadar dört larva dönemi geçirirler. Bu nematodlarda üreme oldukça yavaştır. Kamalı nematodlar genellikle orta ve hafif yapıda ve pH'si 6.5-7.5 olan toprakları tercih ederler. Gelişmeleri için optimum sıcaklık 16-28°C'dir. Bu nematodların köklerde beslenmelerinden dolayı, kök ucunda şişkinlikler, kıvrılma, kısılma, kök hacminin azalması ve çürüme gibi belirtiler görülür.

**İğne nematodları (*Longidorus*);** boyları oldukça uzun (2-11 mm), erkek ve dişisi iplik formunda olan nematodlardır. Baş bölgesinde 44-180 µm arası

değişen uzunlukta stilet vardır (Odontostyle). Morfolojik olarak kamalı nematodlara benzemekle beraber stilet yapıları açısından farklılık vardır. *Xiphinema* cinsinde stiletin arka kısmında 2 parçalı yaka şeklinde bir kısım bulunurken *Longidorus* cinsinde stilet düz ve daha incedir (Şekil 1). *Longidorus* ve *Xiphinema* cinslerine ait nematodların beslenme sistemleri birbirlerine çok benzemektedir. Ergin ve larvaları köklerin özsuynunu emerek beslenmektedirler. Dört larva dönemi geçirmektedirler. Yumurtalarını konukçunun kılcal köklerine bırakırlar.

Ektoparazit olan iğne nematodları, konukçularının kök uçlarında veya yakınlarında beslenirler.

***Trichodorus* ve *Paratrichodorus* (Diphtherophorina: Trichodoridae).**- Çok yıllık ve odunsu bitkilerin köklerinde yaşayan ektoparazit nematod türleridir. Bu nematodların bitkide beslenmeye başlama noktası kök ucunun hemen arkasıdır. Nematodun beslenmesi sonucu kök gelişemez ve uzaması kısıtlanır. Nematod sonra kök ucuna ve yan kök başlangıcına saldırır; dolayısıyla bu nematodlara bitki köklerinde neden oldukları tipik belirtilerden dolayı “kısa kök nematodları” veya “küt kök nematodları” ismi verilmektedir. Her iki grupta hafif ve kumlu topraklarda daha yaygındır. Bazı türlerin virüs taşıyıcı olduğu bilinmektedir. Bu da önemlerini bir kat daha artırmaktadır. Önemli türler olarak *Trichodorus primitivus*, *T. similis*, *T. viruliferus*, *Paratrichodorus minor* ve *P. pachydermus*'u sayabiliriz.

#### 4. BİTKİLERDE GÖRÜLEN BELİRTİLER

Nematodlarla nakledilen virüslerin geniş bir konukçu dağılımı vardır. Odunsu ve otsu tek veya çok yıllık bitkiler bu virüs hastalıklarına karşı duyarlıdır. Nematod ile taşınan virüslerin bazıları polen veya tohumla da taşınırlar (Cadman, 1963). Bunlar mekanik yöntemlerle, genel olarak hastalıklı bitkilerden sağlam bitkilere de kolaylıkla geçebilmektedirler.

Söz konusu virüsler, konukçuları olan bitkiler üzerinde değişik simptomlar oluştururlar. Bu simptomlar diğer vektörlerle geçen virüslerin oluşturduğu simptomlara az çok benzerler. Ancak aralarında bazı farklar vardır (Yılmaz ve Kansu, 1977):

- Nematodla nakledilen virüs hastalıkları arazide düzenli bitki örtüsünün oluşmasını engellerler ve söz konusu alanda yer yer boşluklar meydana gelir.
- Arazide enfeksiyon ilk başladığı yerden kenarlara doğru yayılır.
- İnokulum kaynağı arazi sürülse bile uzun zaman kalabilir.

Virüs hastalıklarının belirtilerinin yanında VVN'lerin konukçularında oluşturduğu, özellikle köklerin uç kısımlarında açılmamış bezelye çiçeğine benzer şişkinlikler gibi belirtiler tipiktir. Nematod zararı sonucu bitkide gelişme yavaşlar ve durur. Bitki kuruyabilir. İğne nematodlar (*Longidorus* cinsi)'i konukçularının kök uçlarında veya yakınlarında beslenirler.

## 5. NEMATODLARLA TAŞINAN VİRÜSLER

Uzun yıllar yapılan tartışmalardan sonra, BPN'ler yoluyla virüslerin taşındığına dair ilk güvenilir kanıt, Grapevine fanleaf nepovirüs'ün (GFLV) *X. index* ile taşındığının ortaya konmasıdır (Hewitt ve ark., 1958). Bu keşif diğer toprak kökenli virüsler ile vektörü nematodların araştırılmasını yoğun şekilde teşvik etmiş ve her ikisinin de taksonomisinin, biyolojisinin ve ekolojisinin birçok açıdan araştırılmasını başlatmıştır (Lamberti ve ark., 1975).

Nematodlarla taşınan virüsler iki farklı gruba ayrılır: *Nepovirüsler* ve *Tobravirüsler*. *Nepovirüsler* polihedral (küresel), *Tobravirüsler* çubuk şeklinde partikül yapısına sahiptirler.

Partikülleri çok düzlemli olan *Nepovirüsler*, Cadman (1963) tarafından **N**ematode transmission and **P**olyhedral particle shape'den isimlendirilmiştir. 1971 yılında da çubuk şeklinde partikülleri olan ve nematodlar tarafından

taşınabilen *Tobravirusler*, **TOB**acco **RAT**tle virüsün ilk harfleri alınarak oluşturulmuştur (Harrison ve ark., 1971).

Deneysel olarak, diğer virüsler de nematodlar vasıtasıyla taşınabilmektedir. Fakat yapılan biyolojik araştırmalar sonucu *Nepovirüslerin* sadece Longidoridae familyası tarafından, *Tobraviruslerin* ise sadece Trichodoridae familyası tarafından taşındığı ortaya konmuştur.

Günümüzde nematolojik ve virolojik açıdan teşhis çalışmaları hala devam etmektedir. Bu çalışmalar sonucu tanımlanan *Nepovirüs* sayısı 8'den 36'ya, *Tobravirus* sayısı ise 2'den 3'e çıkmıştır. Bununla beraber bilinen 36 *Nepovirüsten* şimdiye kadar sadece 12'sinin vektörü olan nematod türleri tespit edilebilmiştir. Taksonomik ve virüs-vektör ilişkilerinin incelendiği çalışmaların artması ve kullanılan yöntemlerin gelişmesiyle, bu rakamların da değişmesi beklenmektedir.

*Nepovirüs* ve *Tobravirus* partikülleri VVN'lerin larva ve ergin dönemleri tarafından taşınıp nakledilebilmektedir. Nematodlar virüsleri semi-persistent olarak taşımaktadır. Nematodlar ve taşıdıkları virüsler arasında özelleşme olup her nematod, her virüsü taşımamaktadır. Virüs, nematodların yumurtalarına geçmez ve deri değiştirmeye aktarılmaz. Virüsler, vektörlerinde tutulurken çoğalamazlar ve vektör metabolizmasında herhangi bir rol almazlar. Nematodlarla taşınan virüslerin bazıları polenle (Cherry leaf roll virus) veya tohumla (Peach rosette mosaic virus) taşınabildikleri gibi mekanik yöntemlerle de hastalıklı bitkilerden sağlam bitkilere kolaylıkla taşınabilirler ve bu virüsler konukçu bitkiler üzerinde değişik belirtiler oluştururlar. Bu belirtiler vektörlerle taşınan virüslerin belirtilerine çok az benzerler. Ancak aralarında; kaynaktan kenarlara doğru yayılmalar ve toprak işlenince dahi hastalık kaynağının uzun süre arazide kalması gibi bazı farklar vardır.

Bütün *Nepovirüslerin* partikülleri izometrik, diğer bir deyişle, çok düzenlidir. *Nepovirüsler* 30 nm çaplı izometrik partiküllerin içinde yer alan iki parçalı, tek



sarmallı RNA içerirler (Brown ve ark., 1993). İki bölümlü genomları iki fonksiyonel ribonükleik asitle (RNA-1 ve RNA-2) ayrı ayrı kılıflanmıştır (Weischer, 1993). Daha büyük olan RNA-1, konukçu dizisi belirleyicilerini, simptomlarını, simptomların belirli özelliklerini ve tohumla taşınma özelliklerini tayin eden kısımdır. Daha küçük olan RNA-2 ise, protein kılıfını, serolojik olayları ve vektör nematodlarla özelleşmeyi belirler (Murant, 1981).

Bu grubun biyolojik özelliği, konukçuya yanıt vermelerinin yanı sıra, tohum veya polenle taşınabilmeleridir. Bazı fizyokimyasal özellikleri ve hücre içindeki davranış şekilleri de bu grubun tipik özelliğidir (Martelli, 1975; Martelli ve Taylor, 1989). Bununla birlikte, bu grubun üyeleri arasında fizyokimyasal karakterler ve hidrodinamik davranışlar açısından farklılıklar vardır. Ayrıca bu *Nepovirüslerin* coğrafik dağılımları, vektörleri, doğal taşıyıcıları ve serolojik özellikleri de farklıdır (Weischer, 1993).

*Nepovirüsler* kullanılan kriterlere (serolojik, fiziksel özellikler ve RNA analizi) bağlı olarak 2, 3 veya 4 gruba ayrılabilirler. Çünkü bazı *Nepovirüsler*, hala tam olarak sınıflandırılmamıştır (Martelli ve Taylor, 1989).

## 7. VVN'LERLE TAŞINAN TÜRKİYE AÇISINDAN DA ÖNEMLİ BITKİ VİRÜS HASTALIKLARI

**Asma kısa boğum virüsü (GFLV=Grapevine fanleaf virus).**- Virüsün neden olduğu belirti sonucu durum “kısa boğum” ve “bulaşık soysuzlaşma” olarak da bilinmektedir. Virüsün asma dışında odunsu konukçusu bilinmemektedir.

**Belirtileri:** GFLV'nin belirtileri olarak yelpaze yaprak (bulaşık soysuzlaşma-fanleaf), sarılık ve damar bantlaşmasını sayabiliriz.

GFLV ile bulaşık asmalar zayıf gelişir. Yapraklarda çeşitli şekil bozuklukları görülür bunlar arasında; yaprak simetrisinin bozulması, yaprak ayasının çukurlaşması ve kırışık bir hal alması ile yaprak diş sayısının artmasını sayabiliriz. Sarı mozaik, asmalarda ilkbaharda erken dönemde gelişmekte ve asmanın bütün vejetatif organlarını etkilemektedir. Sürgünler anormal bir

şekilde dallanır ve çift boğum, kısa boğum araları ve yassılaştırmanın yanında zigzag şeklinde gelişmeler de görülür. Salkımlar küçülür ve sayıları azalır. Meyve tutumunda azalma ve düzensiz olgunlaşma görülür. **Taşınması, vektörü ve yayılışı:** Tüm dünyada bağ yetiştirilen alanlarda yaygın bir virüstür. Özellikle amerikan asma anaçlarının kullanıldığı bölgelerde sorun olmaktadır. Virus hem doğada hem laboratuvarında aşı ile taşınır. Nadiren *V. vinifera*'da tohumla taşınır ancak embriyoya virüsün bulaşması çoğunlukla gerçekleşmez. Bitkiler arasında temas ile bulaşma olmaz. Virüs bulaşık kalemler ve anaçlar ile taşınır. Ayrıca vektörü olan kamalı nematodlardan *X. index* ve *X. italiae* isimli nematodlarla taşınır.

**Arabis mozaik virüsü (ArMV=Arabis mosaic virus).**- Ana konukçuları arasında çilek, şerbetçiotu, *Vitis* ve *Arabis* (kazteresi) türleri ile bazı kabakgiller, gül, lale, glayöl, asma, ahududu, *Sambucus nigra* (mürver), birçok yabancı otlar bulunmaktadır. Virüs ayrıca şeker pancarı, kereviz, turp ve marul bitkilerinde de tespit edilmiştir. **Belirtileri:** ArMV'nün yaygın simptomları; beneklenme, bodurluk, klorotik halkalı leke, nekroz ve yaprak deformasyonlarıdır. Simptomların şiddeti mevsim, yıl ve etmenin virülentliğine göre değişiklik gösterir. **Taşınması, vektörü ve yayılışı:** Hastalık etmeni nematod vektörlerinden *X. diversicaudatum* tarafından taşınmaktadır. Nematodlar, virüsü konukçu olmaksızın toprakta 15 ay enfektif halde saklayabilirler. Virüsün kısa mesafede taşınması nematod vektörler ile olmaktadır. Virüs aşılama ve mekanik inokulasyonla da taşınabilmektedir.

**Şeftali rozet mozaik virüsü (PRMV=Peach rosette mosaic virus).**- Ana konukçusu, amerikan asma türü *Vitis labrusca* (kokulu siyah üzüm)'dir. *V. vinifera*, bazı amerikan ve fransız asma türleri ile melezleri de bu hastalığa duyarlıdır. *Rumex crispus* (labada) ve *Taraxacum officinale* (karahindiba) gibi yabancı otlar önemli konukçuları arasındadır. **Belirtileri:** Asma boğum aralarında kısılma ve sürgünlerde çarpık büyüme gözlenir. Yaprak

deformasyonlarına neden olur. Şeftali’de boğum araları kısalmır, yapraklarda rozet ve mozaik belirtileri ortaya çıkar. **Taşınması, vektörü ve yayılışı:** Nadiren *L. breviannulatus* ve *L. elongatus* tarafından taşındığı da bilinse de genellikle *X. americanum* tarafından taşınmaktadır. Bulaşık tohumlar da etmenin yayılmasında etkili olmaktadır. *Taraxacum officinale* (karahindiba) gibi bazı yabancı ot türleri ve enfekteli asma fideleri ile taşınabilir.

**Tütün halkalı leke virüsü (TRSV=Tobacco ringspot virus).**- Otsu ve odunsu bitkileri içeren geniş bir konukçu yelpazesine sahiptir. Tütün, soya fasulyesi, elma, patlıcan, böğürtlen, kiraz, üzüm, glayöl, petunya, nergis bunlardan bazılarıdır. Konukçularından bazılarında belirti göstermeyebilir. Meyve bitkilerinde önemi daha azdır. **Belirtileri:** Bitkilerde tomurcuk yanıklığı oluşur, tomurcuklarda kahverengi nekrotik alanlar meydana gelir ve tomurcuk yapısı kırılmalıdır. Dallar, sap ve yaprak damarları üzerinde kahverengi çizgiler görülebilir. Bitki gelişimi düzensiz olur. Asma’da sürgünlerin boğum araları kısalmır, yapraklar düzensiz gelişir ve küçük kalır. Bitkide bodurluk görülür. Zayıf ve seyrek meyve tutumu gözlenir. **Taşınması, vektörü ve yayılışı:** TRSV, *X. americanum* ve *X. riversi* tarafından taşınmakta ve bitkiye aktarılmaktadır. Virüs, nematod bünyesine 24 saatlik bir beslenme sonucu alınır. *X. americanum*’un vücudunda 11 ay taşınabilmektedir.

**Domates halkalı leke virüsü (ToRSV=Tomato ringspot virus).**- Üzüm, şeftali, kiraz, çilek, ortanca, glayöl, *Fraxirus americana* (amerikan dişbudağı) ve *T. officinale* ana konukçuları arasındadır. Otsu ve odunsu geniş bir konukçu listesine sahiptir. **Belirtileri:** Erken dönem teşhisin yapılmadığı durumlarda üzümde sürgünler zayıf gelişir. Büyüme yavaşlar ve tomurcuklar ölür. Asma gelişmeye başladıktan 9 hafta sonra sürgün ve yaprak belirtileri dikkat çekmeye başlar. Yapraklarda beneklenme, gelişme geriliği ve rozetleşme görülür. Meyve kümeleri küçük kalır. Hastalıklı üzüm sapsalarında çok sayıda nekrotik çukurlar görülür. Floem dokusu süngerleşir. **Taşınması, vektörü ve yayılışı:** Vektör

nematod olan *X. diversicaudatum* tarafından taşınır. ToRSV'nin domates, tütün, soya fasulyesi, üzüm ve çilek tohumları ile taşındığı da gözlenmiştir.

**Domates siyah halka virüsü (TBRV=Tomato black ring virus).**- Asma, şeker pancarı, patates, *Lactuca* (marul), *Brassica* (hardal), *Phaseolus* (fasulye) türleri ve süs bitkileri olmak üzere geniş konukçu listesine sahiptir. **Belirtileri:** Enfeksiyon hiç belirti göstermez veya belirtiler çok az olabilir. Bitki büyümesi geri kalır. Bitki türüne bağlı olarak (*Rubus*, *Fragaria*) yapraklarda klorotik benekler oluşturabilir. Patates yapraklarında siyah nekrotik lekeler görülebilir. **Taşınması, vektörü ve yayılışı:** Doğal vektörü olan *L. attenuatus* ve *L. elongatus* tarafından taşınmaktadır. Bölgesel olarak farklı nematod türleri ile taşınabilir. Büyük ölçüde *L. attenuatus* tarafından taşınmada en etkili taşınma *L. elongatus* tarafından yapılmaktadır. Virüs enfekteli tohum ve vejetatif bitki aksamaları ile de taşınabilir.

**Çilek latent halkalı leke virüsü (SLRSV=Strawberry latent ringspot virus).**- SLRSV geniş bir konukçu yelpazesine sahiptir. Böğürtlen, üzüm, kiraz, erik, şeftali, kereviz, glayöl, gül ve nergis konukçuları arasındadır. **Belirtileri:** Çilek ve diğer meyvelerde genellikle belirti göstermez fakat bazı çilek çeşitlerinde benekler görülebilir. Bazı bitkilerde solgunluk gözlenebilir. **Taşınması, vektörü ve yayılışı:** Vektör nematod olan *X. diversicaudatum* tarafından taşınır. Enfekteli üretim materyalleri ile de taşınabilmektedir. Virüs nematod bünyesinde 84 gün enfektivitesini koruyabilir.

**Ahududu halkalı leke virüsü (RRSV=Raspberry ringspot virus).**- Ispanak, domates, çilek, kiraz ve üzüm konukçuları arasında bulunmaktadır. **Belirtileri:** Etmen ahududu sürgünlerinin kısa kalmasına ve kırılmaşmasına neden olur. Çok duyarlı çeşitlerde ölüm gözlenebilir. Belirtiler ilkbaharda yeni sürgünlerin yapraklarında görülür. Genç yapraklarda klorotik lekeler, damar boyu kloroz ve meşe yaprağı deseninde lekeler görülür. Belirtilerde mevsimsel dalgalanmalar olabilir. **Taşınması, vektörü ve yayılışı:** Polen ile taşınmaz.

Mekanik yollarla ve tohum üzerinden bulaşabilir. Yabancı otlar arazide sürekli virüs inokulumunun bulunmasına neden olur. Enfekteli tohumlar rüzgar veya hayvanlar ile uzak mesafelere taşınabilirler. Vektör nematodlardan *L. macrosoma* ve *L. elongatus* tarafından taşınır. *L. elongatus*, bünyesine aldığı virüsü 9 hafta enfektif halde saklayabilir.

## 8. VEKTÖR NEMATODLARIN BESLENMESİ SONUCU VİRÜSLERİN ALINMASI, TUTULMASI, TAŞINMASI VE AKTARILMASI

Virüslerin vektörlerle **taşınması** üç şekilde olmaktadır;

- Non persistent virüsler,
- Semi persistent virüsler,
- Persistent virüsler.

Non persistent virüsler: Sokucu delici ağız parçasına ait vektörler virüsleri stiletleri üzerinde taşırlar. Bu tür virüslere non persistent veya “stylet borne virüs” adı verilir. Bu yolla taşınan virüsler genellikle bitkinin epidermis hücrelerinde bulunmaktadır. Bu grup virüsler sokucu-emici ve çiğneyici ağız yapısına sahip vektörlerle nakledilebilirler. Virüs çok kısa bir beslenme periyodu ile alınıp bulaştırılmakta ve virüs vektör bünyesine geçmemektedir. Vektör bünyesinde birkaç saatten fazla kalmaz. Bu nedenle virüsün bulunduğu yerde (stilet, ağız parçaları vb.) inaktif hale geçmesi söz konusu olmaktadır.

Semi persistent virüsler: Semipersistent taşınmada virüsler vektör bünyesinde birkaç dakika, saat ve birkaç gün arasında kalabilir. Bu yolla taşınan virüsler floem veya floemin etrafındaki hücrelerde bulunmaktadırlar. Latent periyot mevcut olmasına karşın virüs vektör bünyesinde sirkülatif olmamaktadır.

Persistent virüsler: Vektör virüsü vücutlarında çoğalttıktan sonra yeniden ağız parçaları ile virüsü nakleder. Vücut içinde hemoselde dolanmasından ve

çoğalmasından dolayı bu bitki virüslere “sirkülatif propagatif virüsler”de denir. Bazıları vektör yumurtasına da geçer. Bazı vektörler taşımadan önce virüsü bünyelerine alabilmeleri için bir ve birkaç günlük beslenme periyoduna ihtiyaç duyar. Ancak bir kez virüsü bünyelerine aldıktan sonra yaşamları boyunca taşır. Vektör vücudunda çoğalabilen persistent virüslere “propagatif virüsler”de denir.

Nematodların beslenmesi sırasında bitki hücrelerinin içeriği, stilet yardımıyla ve özofagal kasların kasılmasıyla alınır. Ayrıca burada salgı bezleri de mevcut olup beslenmenin durduğu anda dorsal bezlerin içerdiği salgı konukçunun içine enjekte edilir (Wyss, 1977; Trudgill ve ark., 1991). Bu salgılar bitki hücrelerinde farklılaşmaya (gal, ur vb.) neden olur. *Xiphinema index* ve *X. diversicaudatum* gal oluştururlar (Griffiths ve ark., 1983). Fakat *X. americanum* grubuna ait nematodlar gal meydana getirmezler.

Longidorid nematodlar, kök yüzeyinde uygun noktayı bulduktan sonra stiletlerini hızlıca iki veya üç hücre kalınlığında köke sokup çıkartırlar. Hücre içeriği sindirilmeden önce özofagustaki bezlerin salgısı stiletten hücre içine boşaltılır. Beslenme sırasında beslendikleri bölgede salgılarını arka arkaya boşaltmaya ve sindirimlerine saatlerce devam edebilirler (Weischer ve Wyss, 1976). Virüsü başarıyla vücuda almak için kısa bir süre yeterlidir. *X. index*, GFLV’yi beş dakikadan daha kısa sürede vücuduna aldığı ortaya konmuştur (Alfaro ve Goheen, 1974).

**Virüslerin tutulması ve taşınması** konularında araştırmacılar tarafından nematod-virüs ilişkileri detaylı olarak çalışılmış ve *Nepovirüslerle* taşındığı nematod türleri arasında yüksek oranda özelleşme ve ilişki olduğu bulunmuştur (Trudgill ve ark., 1983). GFLV sadece *X. index* tarafından taşınırken, TBRV’nin İskoç serotipi sadece *L. elongatus* tarafından taşınmaktadır. Özelleşmenin bu örneği Avrupa’daki virüsler ve onların vektörleri için hala geçerlidir. Fakat bu durum Kuzey Amerika’da aynı değildir ve çok daha az

özelleşme söz konusudur. Virüs örtü proteininin genetik özellikleri RNA-2 tarafından kodlandığı için, iki parçalı genomun bu kısmı, konukçuya özelleşmeyi ve taşınabilirliği belirler.

Normalde bir *Nepovirüs* bir nematod cinsine özelleşmişken, bazı durumlarda nematodlar vektörü oldukları virüsle akraba olmayan virüsleri de taşıyabilirler. *X. diversicaudatum*, ArMV'yi ve serolojik ilişkisinin olmadığı SLRSV'yi taşır. Hatta, serolojik açıdan bazı virüslerin uzak ırkları farklı vektörlerle taşınmaktadır. TBRV'nin İskoç ırkı ve akrabası olmayan RpRSV'nin her ikisi de *L. elongatus* tarafından taşınmaktadır, oysa bu virüslerin İngiliz serotipinin *L. attenuatus* ve *L. macrosoma* tarafından taşındığı görülmektedir. Vektör olmayan popülasyonların bireyleri tipik bölgelerde çok az virüs partikülü içerirler veya hiç virüs partikülü içermezler (Martelli ve Taylor, 1989).

Virüsün vektör nematod tarafından **tutulmasından** sonra, başarılı bir şekilde taşınması için virüs parçalarının tutuldukları alandan ayrılmaması gerekir. Bu olay beslenme sırasında stilet bitki hücresi duvarına girince ve özofagus aracılığıyla basal bulb'in anteriyöründen nematodun sindirim sıvısı aktığı zaman meydana gelir. Bu mekanizmanın detayları henüz tam olarak bilinmemesine rağmen, bu sıvının lümen içindeki pH'yi değiştirerek, virüs partikülünün tutunmasını sağladığı tahmin edilmektedir (Martelli ve Taylor, 1989).

Beslenme sırasında virüs partiküllerinin sindirilmesinden sonra, vektör nematodlar aldıkları virüsü bir süre için vücutlarında tutarlar. *L. macrosoma* vektörü olduğu RpRSV İngiliz ırkını 60 ay sonra konukçusuna aktarmıştır (Buser, 1990). Yapılan bir araştırmada konukçunun olmadığı toprakta bekletilen *X. rivesi*, ToRSV'yi iki yıl sonra konukçu bitkiye aktarmıştır (Bitterlin, 1986; Weischer, 1993). Trichodorid nematodların ise, TRV'yi iki yıla kadar taşıdığı tespit edilmiştir (Van Hoof, 1970).

Uzun tutunma periyotları, tutunma bölgesindeki tüm partiküllerin aynı anda, (örn. tek beslenme hareketinde) dışarı atılmadığını göstermiştir. Bazı durumlarda virüsün nematoddan ayrılma mekanizması da bu özelleşmeyi belirler. *L. macrosoma*, RpRSV'nin İngiliz ırkını etkin olarak taşıırken, İskoç ırkını nadiren taşır. Fakat her iki ırkın partikülleri de tipik bölgelere tutunmasına rağmen, İskoç ırkında ayrılmazken İngiliz ırkında ayrılır (Taylor ve Robertson, 1973).

Ayrıca, virüslerin saklanma süresi sıcaklığa bağlı olarak değişmektedir. *L. martini* vektörü olduğu MRSV'yi, konukçusuz toprakta 0-9°C'de 18 aydan fazla, oda sıcaklığında 13 ay, 20-24°C'de ise 3 ay taşıdığı ortaya konmuştur (Yagita, 1977).

Nematodlar, beslenmeleri sırasında çıkardıkları salgılarla bazı virüsleri kaybederler. *Nepovirüsler* ve *Tobravirüsler* uygun vektörlerinin vücutlarının farklı yerlerinde tutulurlar. *Longidorus* cinsine ait nematodlar, virüsleri odontostyle lümeninin iç yüzeyinde ve "guiding sheath" olarak isimlendirilen bölümde taşırlar. *Xiphinema* cinsine ait nematodlar, özofagusun ve odontostyle'nin lümenindeki epidermada absorbe ederler. *Paratrichodorus* ve *Trichodorus* cinslerine ait nematodlar ise virüsü özofagusun epidermasında taşırlar, odontostyle bölgesinde virüslere rastlanmaz (Brown ve Robertson, 1990).

Virüslerin tutulması için uygun yüzeylerin tamamı deri değiştirme sırasında dıştaki epiderma ile kaybedilir. Türlerin büyük bir kısmı dört kez deri değiştirmesine karşın, *X. americanum* grubundaki türlerin çoğu üç kez deri değiştirmektedir (Halbrendt ve Brown, 1992). Bu sebeple, tutulan virüs parçaları kaybedilir, transfer edilemez ve bir sonraki gelişme dönemine geçemez.

**Virüslerin aktarılması,** virüs partiküllerinin, beslenme sırasında bitki hücresinin içine akmasıyla olur.



Bitkilerde nematodlar tarafından taşınan virüslerin başarılı bir enfeksiyon oluşturabilmeleri için üç ana faktör önemlidir (Weischer ve Wyss, 1976):

- Virüs partiküllerinin inokulasyonu için yeterli zamanın olması,
- Virüs partikülleri canlılıklarını sürdürebilecek durumda olmalı,
- Bitki hücresi nematodlar tarafından çok fazla zarara uğratılmamış olması gerekir. Aksi takdirde, virüs çoğalamaz ve komşu hücrelere geçemez.

Longidorid nematodlarda beslenme periyodu trichodoridlerden daha uzundur. Bir beslenme alanında saatlerce hatta günlerce kaldıkları gözlenebilir.

## 9. TÜRKİYE'DE VVN'LERİN DURUMU

Türkiye'de VVN ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde bu gruba dâhil nematodlardan *Xiphinema* cinsine ait on, *Longidorus* cinsine ait dört ve *Trichodorus* cinsine ait bir olmak üzere toplam 15 nematod türü tespit edilmiştir (Kepenekci, 2014). Türkiye'de varlığı bilinen bu VVN'lerin taşıdıkları bitki virus hastalıklarının ülkemizde bu VVN'lerle mi taşındığı, yayılmalarında nematodların rolü ve virus-nematod ilişkileriyle ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır. Türkiye'de *Xiphinema* cinsine ait çalışmalar bulunmakla birlikte, *Longidorus*, *Paratrichodorus* ve *Trichodorus* cinslerine ait nematolojik çalışmalar çok azdır (Kepenekci, 2012; Kepenekci, 2014; Kepenekci ve ark., 2014b). Bu grup nematodlar da virus hastalıklarını taşıyabildikleri için üzerinde durulması gereken VVN'lerdir. Ülkemizde bu grup nematodların tür düzeyinde teşhisine yönelik üç çalışmanın dışında herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmalarda ilk olarak, Öztürk ve Enneli (1994) Orta Anadolu Bölgesi'nde yonca ekiliş alanlarında *L. elongatus*, *L. attenuatus*, *L. goodeyi* ve *L. leptocephalus*'u ortaya koymuşlardır. Daha sonra Kepenekci ve ark. (2006; 2014a) Nevşehir, Karaman, Konya, Isparta ve Burdur illeri bağ alanlarında *L. elongatus*, *L. attenuatus* ve *T. similis*'i tespit etmişlerdir. Son olarak, Öztürk ve ark. (2018) Kuzeybatı Marmara bölgesinde farklı

konukçu bitkilerden aldıkları örneklerde *L. elongatus*, *L. attenuates* ve *T. similis*'i teşhis etmişlerdir. DiVito ve arkadaşları (1994) Türkiye'de baklagillerde bulunan nematodları belirlemek için yaptıkları çalışmada, *Longidorus* ve *Trichodorus* cinslerine ait nematodların varlığından söz etmektedirler. Nogay ve arkadaşları (1995) ise Marmara Bölgesi'nde yapmış oldukları çalışmalar sonucu, bağ topraklarının *Longidorus* spp. ile bulaşık olduğunu bildirmişler ve tür düzeyinde herhangi bir bilgi vermemişlerdir. Bu çalışmalar dışında bu grup (*Longidorus*, *Paratrichodorus* ve *Trichodorus* cinslerine ait) VVN'ler ile ilgili nematolojik çalışmaya rastlanmamıştır.

Türkiye'de VVN'ye ait ilk tespit, Ege Bölgesi bağlarında yapılan sürveyler sonucunda virüs hastalıklarının verimi etkilediğinin ve *Asma kısa boğum virüsü*'nun *X. index* ve *Longidorus* ile taşındığının ortaya konmasıyla başlamıştır (Kaşkaloğlu ve Türkmenoğlu, 1965, Kaşkaloğlu, 1965). Diğer bir araştırma da, Yüksel ve Ertürk'ün birlikte İzmir ve Manisa bağlarında 1964 yılı Mayıs ayında yaptıkları gezide, asma kökleri civarından toprak örnekleri alınmış ve laboratuvarında yapılan analizler sonucu çalışma kapsamına giren bağ alanlarında genel olarak *X. index* ve *X. americanum* türlerinin hakim olduğu rapor edilmiştir (Yüksel 1966). *X. mediterraneum* ülkemizde ilk defa Arınc (1982)'ın Ege Bölgesi bağ alanlarında yaptığı çalışmayla ortaya konmuştur. Araştırmacının bildirdiğine göre; Tarjan (1969), *X. americanum*'un çeşitli popülasyonları ile yaptığı bir çalışmada Avrupa ve bu arada Türkiye'den Adapazarı, Söke, Amasya ve Gaziantep illerinden götürdüğü popülasyonlar üzerinde çalışmalar yapmıştır. Yine bazı araştırmacılar, Türkiye'nin de içinde bulunduğu bazı Akdeniz ülkelerinde görülen ve bazı araştırmacılar tarafından *X. americanum* olarak tanımlanan söz konusu türün ayrı bir tür olması gerektiği üzerinde durmuşlardır (Dalmaso ve Younes, 1970; Coomans ve Loof, 1969). Lamberti ve Martelli (1971) bu türün isminin *X. mediterraneum* olması gerektiğini ileri sürmüşlerdir. Bu durum Ege ve Marmara Bölgesi bağlarında daha önce yapılan sürveylerde görülen *X. americanum* olarak kaba tanımı

yapılan türün büyük bir olasılıkla *X. mediterraneum* olduğunu göstermektedir (Arınç, 1982). Türkiye’de ve Avrupa’da hala varlığı bilinmeyen *X. americanum*’a ait kaydın aynı nematod grubuna ait farklı ve benzer bir nematodla karıştırıldığı ortaya konmuştur. Söz konusu nematod türünün ülkemizde varlığı bilinmemektedir.

Türkiye’de VVN’ler üzerine yapılan ilk ayrıntılı çalışma, Arınç (1982) tarafından yürütülen “Ege Bölgesi bağ alanlarında zararlı olan *Xiphinema* türleri (Nematoda: Longidoridae), yayılışı konukçuları ve zararları üzerinde araştırmalar”dır. Söz konusu araştırmada, *Xiphinema* cinsine bağlı nematod türlerini saptamak amacıyla 1971-1974 yılları arasında araştırma kapsamına giren alanlarda çalışmalar yürütülmüş ve *X. turcicum*, *X. mediterraneum*, *X. index*, *X. italiae*, *X. brevicolle*, *X. ingens*, *X. pyrenaicum* olmak üzere 7 VVN türü ortaya konmuştur. Tespit edilen bu türlerin ayrıntılı özellikleri verilmiştir. Son yıllarda yapılan ayrıntılı bir çalışmada; Öztürk ve ark. (2018) tarafından Kuzeybatı Marmara bölgesinde 5 yıl boyunca yapılan çalışmalarda; farklı konukçularda *Xiphinema* cinsine bağlı 7 tür (*X. index*, *X. pachtaicum*, *X. turcicum*, *X. ingens*, *X. pyrenaicum*, *X. opisthohysterum*, *X. diversicaudatum*) *Longidorus* cinsine bağlı iki (*L. elongatus*, *L. attenuates*) ve *Trichodorus* cinsine bağlı bir tür (*T. similis*) olmak üzere toplam 10 VVN türü ortaya konmuştur.

## 10. VVN’LERİN SİSTEMATİKTEKİ YERİ VE TÜRKİYE’DEN ÖRNEKLER

**Dorylaimida takımı VVN’leri içerdiği için önemlidir.** Dorylaimida takımı genel olarak böcek paraziti ve serbest yaşayan nematod gruplarını içerir. VVN’ler da bu takım içinde yer almaktadır. VVN’ler olarak *Xiphinema*, *Longidorus*, *Paratrichodorus* ve *Trichodorus* cinsleri bitki virus hastalıklarını taşımaları nedeniyle önemlidir. Bu nedenle söz konusu cinslere ait üst kategoriler (üstfamilya, familya, altfamilya ve cins) ve Türkiye’de tespit

edilmiş cins (*Xiphinema*, *Longidorus* ve *Trichodorus*)’lere ait tanımlar Hunt (1993)’a göre verilmiştir. Sistematikteki yerleri ve tanımları verilen cins’lere ait Türkiye’de tespit edilmiş VVN’lere ait türlerden verilen örnekler Kepenekci (2012; 2014)’den alınmıştır.

Takım: Dorylaimida Pearse

Alttakım: Dorylaimina Pearse

Üstfamilya: Dorylaimoidea deMan (Thorne)

Familya: Longidoridae Thorne (Meyl)

Altfamilya: Longidorinae Thorne

Cins: *Longidorus* Micoletzky (Filipjev)

**Tanımı:** Vücut uzundan çok uzuna kadar değişmektedir (3-10 mm) ve silindirik yapıdadır. Isı ile öldürülenler (teşhis amaçlı, fiksasyon sonucu) az çok doğrudan “C” şekline kadar değişik şekiller alır. Lateral kirişler (chord) geniştir ve bir veya iki sıra lateral vücut gözeneğine sahiptir. Baş bölgesi yuvarlaktır. Vücudun dış hatlarıyla devam etmiş veya vücutla boğum oluşturarak birleşmiştir. Dudaklar kaynaşmıştır ve genellikle 6+10 papillae düzenlemesine sahiptir. Amfidial açıklıklar iyi gelişmiş torbacığa benzer amphid çukuruna uzanan küçük, fark edilmeyen gözenekler şeklindedir. Odontostyle uzundur ve iğneye benzer. Aşırı derecede sertleşmiş değildir. Basit bir halkası olan kılavuz halka genellikle anteriyör ucun birkaç baş genişliği gerisinde bulunur fakat nadir olarak daha posteriyör’de, odontostyle uzunluğunun %40’ına kadar olan mesafede bulunabilir. Odontostyle ve odontophore’un birleşme yeri basittir. Odontophore odontostyle’in hemen hemen üçte ikisi uzunluğundadır, kısmen sertleşmiştir, posteriyör bölgede hafifçe kalınlaşmıştır fakat tabanda çıkıntılar bulunmamaktadır. Odontostylet protractor kaslar odontophore’un tabanına bitişiktir ve cephalic bölgeye paralel uzanmaktadır. Özofagus odontostyle retrakte pozisyonda (tamamen içe çekilmişken) iken kendi üzerine geri kıvrılan

dar, silindirik bir anteriyör bölümden ve kapakçık plakaların neredeyse boyun tamamında uzandığı kassal bir yapıda olan ve bezlerden oluşan posteriyör bir genişlemeden oluşmuştur. Üç bez bulunmaktadır; dorsal ve iki ventrosublateral. Dorsal bezin çekirdeği biraz mesafeyle açıklığın posteriyör'ünde yerleşiktir ve ventrosublateral çekirdeklerden daha küçüktür. Sinir halkası özofagusun dar olan anteriyör bölgesi etrafında yer almıştır; bazı türlerde daha arkada yer alan ikinci bir sinir halkası bulunmaktadır. Hemizonid belirgindir. Barsak basittir. Prerektum iyi gelişmiştir ve birkaç anal vücut genişliği uzunluğundadır. Anüs çapraz bir yarık şeklindedir. Vulva çapraz bir yarık şeklinde ve vücudun ortasında yer almaktadır. Vajina iyi gelişmiş, kassal, vücut eksenine göre açı oluşturmuştur. Önemli bir ovejector (substantial ovejector)'e uzanmaktadır. Üreme sistemi amphididelphic'tir ve kıvrılmıştır. Kuyruk kısa, dorsal olarak dışbükey-konikten belirgin biçimde yuvarlak olan bir uca kadar değişmekte veya geniş bir biçimde yuvarlaktır. Birkaç caudal gözenek çifti mevcuttur. Erkek üreme sistemi diorchic'tir ve karşılıklı yerleşmiştir. Arka testis kıvrılmıştır. Her iki testis cloaca'nın anteriyöründe ortak bir vas deferens'te birleşmiştir. Spicule dorylaimoid tiptedir. Eşli ve iridir. Ventrale doğru kıvrıktır. Distal olarak yerleşik kısa aksesuar kılavuz (accessory guiding) parçalara sahiptir. Eğik çiftleşme kasları çıkıktır ve birkaç vücut genişliğinde olacak şekilde cloaca'nın anteriyörüne uzanmaktadır. Çiftleşme ekleri adanal bir çift (bazı türler iki veya üç çifte sahiptir) ve sonrasında adanal çift ve seriler arasında hiatus olmaksızın anteriyör'e uzanan 20'ye kadar ventromedyan serilerden oluşmaktadır. Bazı türlerde vücut ortasında ventralde, kısmen, çift ve çakışmayan bir sıra oluşturabilir. Kuyruk şekil olarak dışıninkine benzemektedir.

Türkiye'de tespit edilmiş *Longidorus* cinsine ait türler; *Longidorus attenuatus* (Hooper), *L. goodeyi* Hooper, *L. leptcephalus* Hooper, *L. elongatus* (deMan) Micoletzky (Kepenekci, 2014).

Tür: *L. elongatus* (Şekil 2.).- **Tanımı:** Dişi; vücut uzun ve açık "C" şeklindedir. Vücudun posteriyör bölümü ventrale doğru kıvrıktır. Baş bölgesi düz ve vücudun devamı görünümündedir. Kılavuz halka anteriyör uçdan 29.6 (24-32) µm geride yer almıştır. Odontostyle, odontophore'un yaklaşık iki katı uzunluktadır. Özefagus 436 (410-444) µm uzunlukta ve bu bölgede 4-6 ventral vücut deliği belirgindir. Kuyruk ventrale doğru hafif kıvrık, konik ve anal vücut genişliğinin 1.14 (1.0-1.2) katı uzunluktadır. Çift ovarili, ovarilerin anteriyör ve posteriyör kollarında kıvrılma vardır. Vulva yarık şeklinde ve vücudun ortasına yakın bir konumdadır [%V=50.8 (50-52)] *Erkek*; genel olarak dişiye benzemektedir, spicule 57.8 (52-66) µm uzunluktadır. Kuyruk bölgesinde 2-3 lateral delik belirgindir. 7-10 adet supplementary papillae vardır.

Tür: *L. attenuatus* (Şekil 2.).-**Tanımı:** Dişi; vücut ince uzun ve açık "C" şeklindedir. Vücudun posteriyör bölümü ventrale doğru kıvrıktır. Baş bölgesi düz ve vücutla hafif boğum oluşturarak birleşmiştir. Odontostyle, odontophore'un yaklaşık iki katı uzunluktadır. Özefagus 426 (380-460) µm uzunlukta ve bu bölgede 5-8 ventral vücut deliği belirgindir. Kuyruk ventrale doğru hafif kıvrık, konik ve anal vücut genişliğinin 1.66 (1.4-1.8) katı uzunluktadır. Çift ovarili, ovarilerin anteriyör ve posteriyör kollarında kıvrılma vardır. Vulva yarık şeklinde ve vücudun ortasına yakın bir konumdadır [%V=48.8 (48-50)] *Erkek*; nadir olarak bulunur, spicule 46.6 (41-48) µm uzunluktadır.

Cins: *Longidoroides* Khan, Chawla & Saha

Cins: *Paralongidorus* Siddiqi, Hooper & Khan

Altçins: *P. (Paralongidorus)* Siddiqi, Hooper & Khan

Altçins: *P. (Siddiqia)* Khan, Chawla & Saha

Altfamilya: Xiphidorinae Khan, Chawla & Saha (Jairajpuri & Ahmad)

Cins: *Xiphidorus* Monteiro

Türkiye’de tespit edilmiş *Longidoroides*, *Paralongidorus* ve *Xiphidorus* cinslerine ait nematod türlerinin bulunduğu dair bir kayda rastlanmamıştır (Kepenekci, 2012; Kepenekci, 2014; Kepenekci ve ark., 2014b).

Altfamilya: Xiphinematinae Dalmasso

Cins: *Xiphinema* Cobb

**Tanımı:** Vücut 1.5-6.0 mm arasında, uzundan çok uzuna kadar değişir ve oldukça büyüktür. Fiksasyon sonucu vücut düz, ventrale doğru kıvrılmış, “C” şeklinde veya açık bir spiral şekil alır. Kütikula düzdür. Lateral kirişler (chord) geniştir ve bir iki sıra lateral vücut gözeneğine sahiptir. Dorsal ve ventral vücut gözeneği serileri, özellikle özofagusa ait bölgede bulunabilir. Baş bölgesi yuvarlaktır ve vücudun devamı görünümünde veya vücutla boğum oluşturarak birleşmiştir. Dudaklar genellikle 6+10 papillae tacıyla kaynaşmıştır. Amphidial açıklıklar geniş yarıklar şeklindedir ve neredeyse tüm dudak genişliği kadar uzamaktadır. Amphid çukuru üzengi veya huni şeklindedir. Odontostyle uzundur ve iğneye benzer bir şekildedir. Aşırı derecede sertleşmiştir. Kılavuz aparat tübülerdir. Fazlasıyla sertleşmiş bir posteriyör halkaya ve görünürde hafifçe sertleşmiş bir anteriyör halkaya sahiptir (kılavuz kılıfta sadece bir kıvrım şeklinde). Kılavuz halka tamdır ve odontostyle/odontophore birleşim yerine yakın bir yerde posteriyör’de yer almıştır. Odontostyle’in proksimal ucu, protractor kasların bitişik olduğu üç iri posteriyör çıkıntısı olan fazlasıyla gelişmiş odontophore ile birleşme yerinde çatallaşmış gibi görünmektedir. Özofagus, bezleri içeren genişlemiş bir silindirik yapıda olup genişlemeye doğru uzanan normalde kendi üzerine geri kıvrılmış dar silindirik bir anteriyör bölgeden oluşmuştur. Dorsal bez çekirdeği açıklık ile aynı seviyede yer almış ve ventrosublateral çekirdeklerden daha gelişmiştir. Sinir halkası özofagusun anterör bölümünün etrafındadır. Hemizonid belirgindir. Barsak basittir, prerektum iyi gelişmiştir ve birkaç anal vücut genişliği uzunluğundadır. Anüs çapraz bir yarık şeklindedir. Vulva anteriyör’den vücut ortasının gerisinde yer

almış çapraz bir yarık şeklindedir. Vajina iyi gelişmiş ve kaslıdır. Vücut eksenine göre açılı oluşturmaktadır. Anteriyör vulvası olan bazı formlarda aksel veya posteriyör olarak yer almıştır. Ovejektor çıkıktır. Üreme sistemi değişikdir; genellikle amphididelpic'tir ve kıvrılma gösterir fakat vulva anteriyör bölgeye yaklaştıkça anteriyör bölüm gittikçe küçülür, önce işlemez bir hale gelir, sonra kalıntı şekline dönüşür ve nihayet tamamen yok olur (=mono-opistho-delphic). Bazı türlerin uterusunda sertleşmiş yapılar görülmektedir. Bu sertleşmeler nadiren kalın duvarları olan ve her iki uca bir sphincter tarafından kasılan dairesel kaslı özel bir yapı olan bir "Z" organında bulunur. Sertleşmeler daha yaygın biçimde omurga veya uterusunda bulunan çeşitli şekillerdeki yapıların şeklini alır. Kuyruk çok değişken biçimlerde (örn. kısa bir yarı küreye benzer şekilde, parmaklı bir çıkıntısı olan veya olmayan; ortadan uzuna kadar konik biçimde; başlangıçta konik ve sonra ince uzun bir uç bölüme doğru incelen bir şekilde). Erkek üreme sistemi diorchic'tir ve karşılıklı yerleşmiştir. Spicule eşli ve iridir. Dorylaimoid tiptedir. Distal aksesuar kılavuz parçalara (distal accessory guiding pieces) sahiptir. Eğik çiftleşme kasları çıkıktır ve cloaca'dan anteriyöre doğru uzanmaktadır. Çiftleşme ekleri (copulatory supplements) yarık ve sonrasında yedi adet papillae'lik bir ventromedyan serisi tarafından takip edilen bir adanal çiftten oluşmaktadır. Kuyruk dişininkine benzer bir şekildedir.

Türkiye'de tespit edilmiş *Xiphinema* cinsine ait türler; *Xiphinema brevicolle* Lordello & Da Costa, *X. index* Thorne & Allen, *X. ingens* Luc & Dalmaso, *X. italiae* Meyl, *X. macrogastrum* Lamberti, Castillo, Gomez-Barcina & Agostinelli, *X. opisthohysterum* Siddiqi, *X. pachtaicum* (Tulaganov) Kirjanova, *X. pyrenaicum* Dalmaso, *X. turcicum* Luc & Dalmaso, *X. diversicaudatum* (Micoletzky) Thome (Kepenekci, 2014).

Tür: *X. diversicaudatum* (Şekil 3).- **Tanımı:** Dişi; iri nematodlardan olup, ortalama vücut boyu 5.1 (4.8-5.2) mm arasında değişmektedir. Vücut kıvrık,



baş bölgesi düşük, düz ve yuvarlaktır. Baş bölgesi vücutla boğumsuz olarak birleşmiştir. Kütikula düz ve vücudun orta kısmında 3.4-3.8 µm kalınlıktadır. Vücut boyunca yer alan deliklerin 4-6 tanesi baş bölgesinde yer almıştır. 54-58 vücut deliği (lateral body pores) ventralde yer almıştır. Kuyruk kısmında üç çift delik vardır. Bu kısımdaki kütikülada enine çizgiler bulunur. Özofagus ince tüp şeklinde başlar. Özofagusun posteriyör kısmı daha geniştir. Özefagus ile barsağın birleştiği yerde bulunan cardia belirgindir. Sinir halkası stiletin tabanına yakın bir konumdadır. Stiletin toplam uzunluğu 225 (224-228) µm'dir. Stilet düz ve son kısmında 16.4 (14-18) µm genişlikte topuz şeklinde bir çıkıntı vardır. Klavuz halka anteriyör uca 142 (138-144) µm mesafede yer almıştır. Çift ovarili, ovarilerin anteriyör ve posteriyör kollarında kıvrılma vardır. Vulva yarık şeklinde olup, vücut genişliğinin yarısından biraz fazladır ve vücudun anteriyör [%V= 42 (41-44)]'ünde yer almıştır. "Z" organı belirgindir. Kuyruk memesi bir çıkıntı ile son bulmuştur. *Erkek*; genel olarak dişiye benzemektedir. Vücut kıvrık, baş bölgesi düşük, düz ve yuvarlaktır. Baş bölgesi vücutla boğumsuz olarak birleşmiştir. Kütikula düz ve vücudun orta kısmında 3.2-3.6 µm kalınlıktadır. Vücut boyunca yer alan deliklerin 22 tanesi özofagus bölgesinde yer almıştır. 150'den fazla vücut deliği vardır.

Takım: Triplonchida Cobb

Altakım: Diphtherophorina Coomans & Loof

Üstfamilya: Trichodoroidea Thorne (Siddiqi)

Familya: Trichodoridae Thorne (Siddiqi)

Altfamilya: Trichodorinae Thorne

Cins: *Paratrichodorus* Siddiqi

Türkiye'de tespit edilmiş *Paratrichodorus* cinsine ait nematod türünün bulunduğu dair bir kayda rastlanmamıştır (Kepenekci, 2012; Kepenekci, 2014; Kepenekci ve ark., 2014b).

Cins: *Trichodorus* Cobb

**Tanımı:** Vücut tıknazdır ve yuvarlak uçları olan silindirik bir şekildedir. Isı ile öldürülen (teşhis amacıyla fiksasyona tabi tutulan) dişiler ventrale doğru kıvrık bir şekil alır. Erkekler “J” şeklindedir ve kuyruk kısmı daha keskin bir şekilde ventrale doğru kıvrıktır. Kütiküla fiksasyon esnasında kuvvetli bir şekilde şişmemektedir. Genellikle 1-4 adet lateral vücut gözeneği çifti mevcuttur. Bir çift lateral vücut gözeneği (yani her iki tarafta bir gözenek) bir vücut genişliğinde olan vulvanın içinde bulunmaktadır (cinse ait iki türde bulunmadığı bildirilmiştir) ve genellikle posteriyör’de yer alır. Onchiostyle dorsal olarak dışbükeydir. Basit bir anteriyör kılavuz halkaya sahiptir. Özofagus spathulate bulb’ı oluşturmak üzere arkaya doğru genişleyen dar bir anteriyör bölümden oluşmaktadır. Bulb genellikle üst üste gelmez fakat bazı türlerde ventral olarak üst üste binmiş bir durumdadır. Posteriyör ventrosublateral çekirdekler özofagus ile barsağın birleşme yerinin anteriyör’ünde yer almıştır. Dorsal çekirdek genellikle aynı seviyededir. Vulva vücut ortasında bulunan bir gözenektir. Bazı türlerde çapraz veya uzunlamasına bir yarıklı şeklindedir. Vajina, vulval vücut genişliğinin yaklaşık yarısı kadar uzunluğunda vücudun içine doğru uzanmaktadır. Vajinal kas yapısı iyi gelişmiştir ve çıkıktır. Genellikle kuvvetli bir sertleşme görülmektedir. Üreme sistemi amphidelphic’tir ve kıvrılmıştır. Spermateka bulunmaktadır, fakat birkaç türde zayıf bir şekilde gelişmiştir. Anüs subterminaldir ve kuyruk yuvarlaktır. Caudal gözenekler çifttir. Erkekler genellikle 1-3 ventromedyan cervical papillae’ye sahiptir. Nadir olarak bulunmazlar veya dört adette olabilir. Lateral cervical gözenekler genellikle mevcuttur. Her iki tarafta bir gözenek şeklindeki çift, onchiostyle tabanı ile sinir halkası arasındadır. Erkek üreme sistemi monochic’tir ve düz uzamıştır. Sperm büyüktür ve subcylindroid tiptedir. Büyük sosis şeklinde veya nadiren yuvarlak bir çekirdeğe sahiptir. Spicule az çok ventrale doğru kıvrıktır. Hiçbir zaman düz değildir. Yumuşaktır ya da çeşitli süslemelere, tüylere, vb sahiptir. Eponymous *T. velatus*’ta ventral

bir çıkıntı, veya velum, mevcuttur. Gubernaculum mevcuttur. Spicul suspensor kası, spicule etrafında çıkık oval bir kapsül oluşturmaktadır. Bursa bulunmamaktadır (fakat *T. cylindricus*'da çok küçük de olsa var olduğu bildirilmiştir). Üç, bazen dört, ventromedyan çiftleşme eki (copulatory supplements) bulunmaktadır. İlki, retrakte spicul aralığı içinde olacak şekildedir. Eğik çiftleşme kasları retrakte spicul'un anteriyör'üne doğru birkaç vücut genişliğinde uzanmaktadır. Kuyruk kısa ve yuvarlaktır. Bir çift ventrosublateral papillae ve bir çift caudal gözeneğe sahiptir.

Türkiye'de tespit edilmiş *Trichodorus* cinsine ait türler; *T. similis* (Seinhorst) (Kepenekci, 2014).

Tür: *T. similis* (Şekil 4).- **Tanımı:** *Dişi*; vücut hafif kıvrıktır. Onchiostyle 40.6 (40-41) µm'dir. Boşaltım deliği onchiostyle'in tabanının 41.2 (40-42) µm gerisinde (yaklaşık onchiostyle boyu mesafesinde) yer almıştır. Sinir halkası anteriyör uca 58.8 (55-62) µm mesafededir. Basal bulb ile barsağın birleşme yerinde cardia belirgindir. Çift ovarili, ovarilerin anteriyör ve posteriyör kollarında kıvrılma vardır. Spermateka'da sperm bulunmaktadır. Vulva vücut ortasına yakın bir konumdadır [%V=55 (52-56)]. Anüs kuyruk ucuna yakın yer almıştır. Kuyruk yuvarlak ve iki vücut deliğine (caudal pores) sahiptir. *Erkek*; genel olarak dişiye benzemektedir. Vücutun posteriyör bölümü ventrale doğru kıvrıktır. Onchiostyle 38.4 (38-39) µm uzunlukta ve ağız açıklığının yaklaşık 20 µm gerisinde yer almıştır [20.5 (18-21)]. Boşaltım deliği sinir halkasının vücut genişliği kadar gerisindedir. Boşaltım deliğinin anteriyör'ünde 3 tane cervical papilla vardır. Testis tek ve düz uzanmıştır.

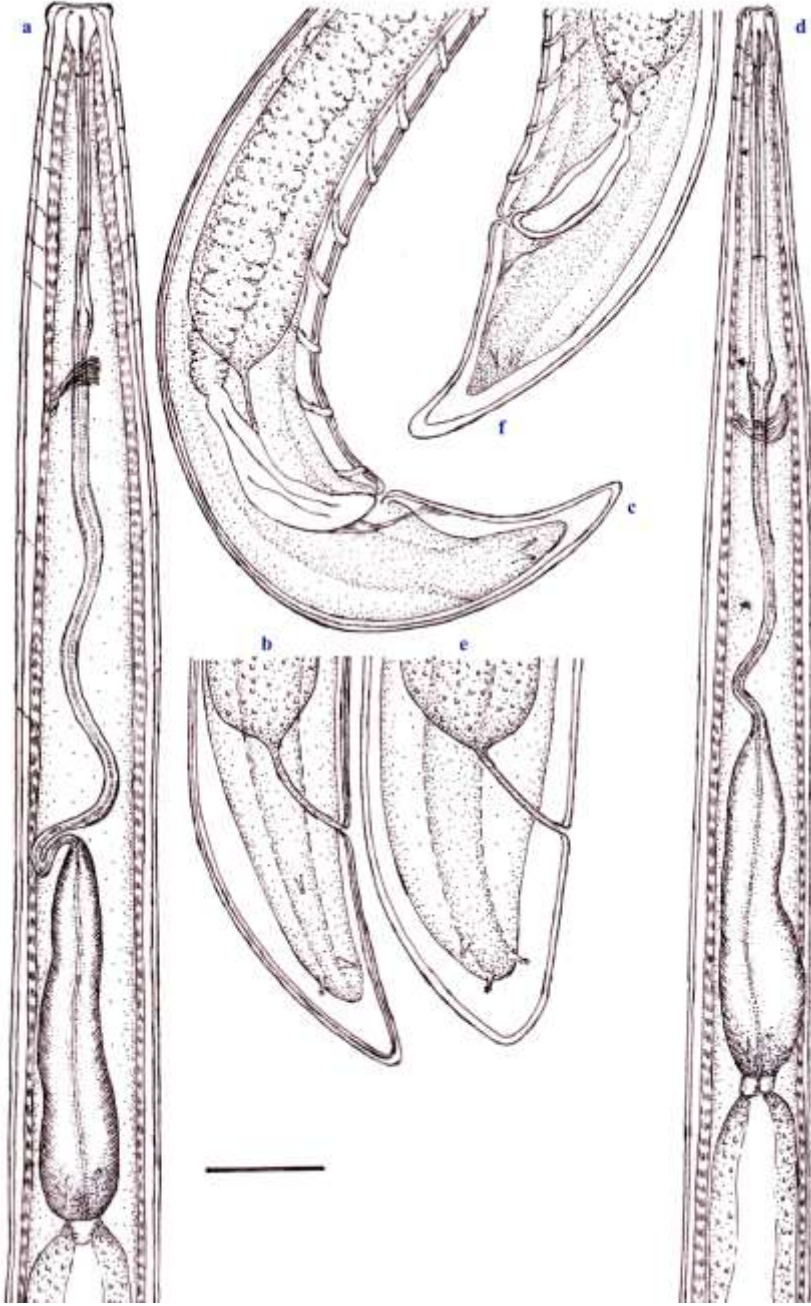
## 11. SONUÇ

Toprak gibi mikrobiyolojisi karışık bir ortamda yetişen bitkilerin doğal koşullarda tek bir organizma grubu tarafından zarar gördüğünü kabul etmek olanaksızdır. Türkiye'de yaygın olarak bulunan, ekonomik düzeyde verim kayıplarına neden olan BPN ve VVN türlerinin konukçuları ve bölgelere göre

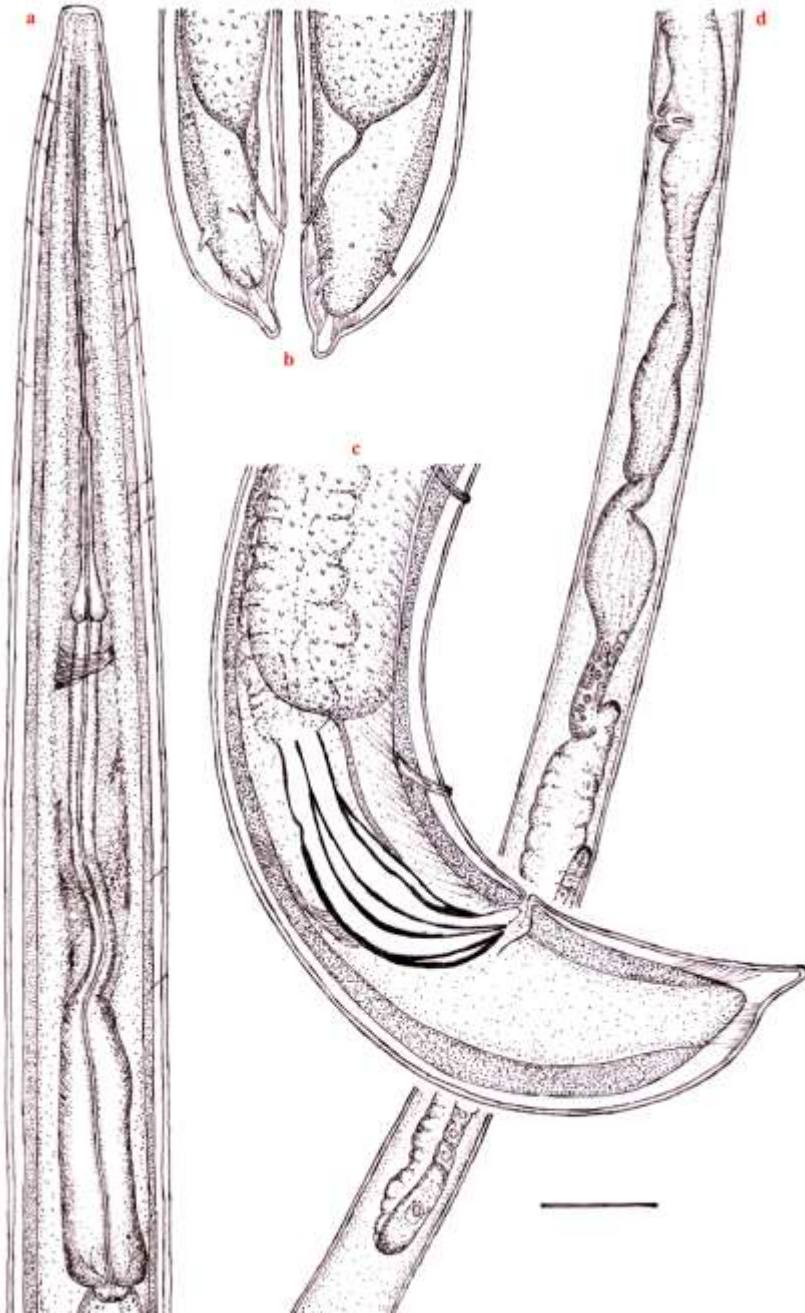
zarar oranları veya ürün kayıpları ile vektör nematodların taşıdıkları viruslar ortaya konulmalı ve özellikle VVN'leri içeren nematoloji konularında yapılacak araştırmalara destek verilmelidir.

Her organizma grubunda olduğu gibi nematoloji konusunda da tür teşhisinin yapılması çok önemlidir. Nematodların küçük mikroskobik canlılar olmasından ve türlerinin birbirlerine çok benzemesinden dolayı tür teşhisi, nematoloji laboratuvarına sahip yetkili kuruluşlarda bu konuda uzmanlaşmış kişilerce kesin olarak yapılmalı ve son karar verilerek gerekirse mücadele stratejisi ortaya konulmalıdır.

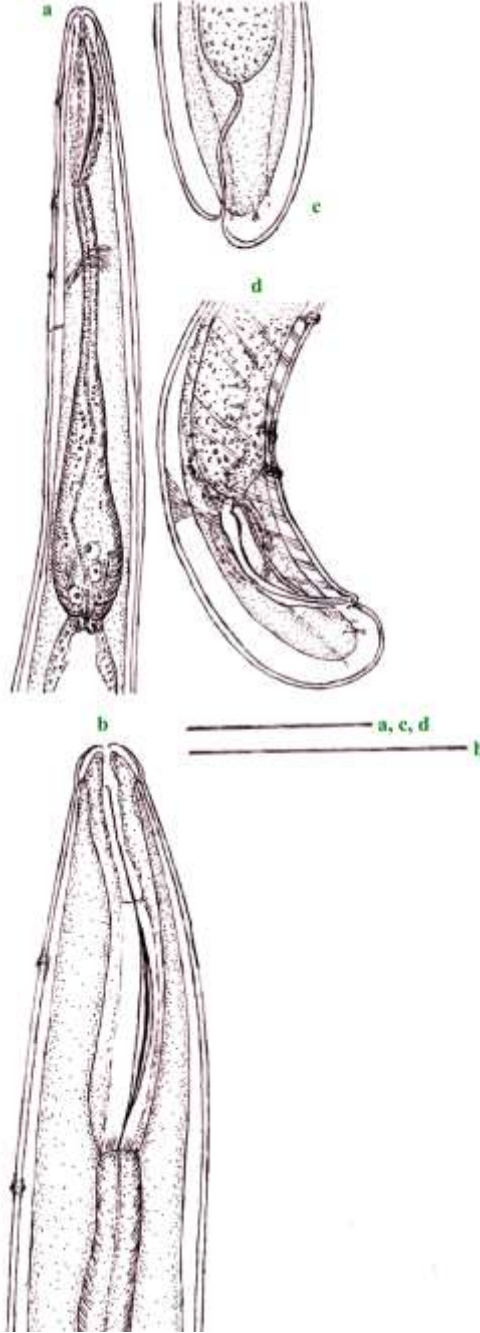
Nematodların bitkilerde meydana getirdikleri belirtiler, diğer zararlı organizmalardan ileri gelen belirtilere çok benzediği için mikroskop altında nematodu görmeden ve teşhisini yapmadan kesin kaniya gidilmemelidir. Ayrıca Viroloji açısından da söz konusu olan bitkiler değerlendirilmelidir. Bu nematodların ve taşıdıkları virusların doğru tanımlanması büyük önem arz etmektedir. Nematologlar ve Virologlar birlikte çalışmalıdırlar. Bu bağlamda taksonomik nematoloji konusunda özellikle VVN'lerin teşhisinde yetişmiş nematologlara ihtiyaç vardır. Özellikle tür teşhisi yapabilen nematologlar yetiştirilmelidir. Türkiye'de varlığı bilinen VVN'lerin taşıdıkları bitki virus hastalıklarının ülkemizde bu VVN'lerle mi taşındığı, yayılmalarında nematodların rolü ve virus-nematod ilişkileriyle ilgili çalışmalar yapılmalıdır. VVN'lerin bazı türleri karantina zararlısı tür olarak nitelendirilmektedir. Söz konusu türler ekonomik önemde zarar meydana getirmelerinin yanında üretim materyalleri (fide, fidan, tohum vb.) ile taşınmalarından dolayı da son derece önemlidir.



**Şekil 2.** *Longidorus elongatus* (d-f) ve *L. attenuatus* (a-c); dişi (a, b, d, e) ve erkek (e, f); baş ve özofagus bölgesi (a, d) ve kuyruk bölgesi (b, c, e, f) [bar 25µm (a, c, d) ve 50µm (b, e, f)] (Çizimler İ. KEPENEKÇİ).



**Şekil 3.** *Xiphinema diversicaudatum* (a-d); dişi (a, b, d) ve erkek (c); baş ve özofagus bölgesi (a), üreme sistemi (d) ve kuyruk bölgesi (b, c) [bar 25µm (c); 50µm (a, b) ve 100µm (d)] (Çizimler İ. KEPENEKÇİ).



**Şekil 4.** *Trichodorus similis* (a-d); dişi (a-c) ve erkek (d); baş ve özofagus bölgesi (a), baş bölgesi (b) ve kuyruk bölgesi (c, d) (barlar 50 $\mu$ m ) (Çizimler İ. KEPENEKÇİ).

Ülkeler karantina listelerini hazırlarken son derece titiz davranmaktadır. Bu karantina zararlısı olan nematod türleriyle mücadele çok zordur. Söz konusu karantina zararlıları bir ülkeye veya bölgeye bulaştığı zaman konukçusu olan kültür bitkilerinde çok büyük zararlara ve ürün kayıplarına neden olabilmektedirler. Özellikle VVN'lerin taşıdıkları bitki virus hastalıklarının mücadelelerinin olmaması konunun önemini kat kat arttırmaktadır. Bu nedenle, Türkiye'ye bulaşık üretim materyallerinin girmemesi ve bulaşık materyallerin temiz bölgelere taşınarak bulaşmanın önlenmesi öncelikli olarak düşünülmelidir. Bulaşık olduğu şüphe edilen alanlardan örnek alma talimatına uygun olarak toprak ve kök örnekleri alınmalı ve bu örnekler nematoloji laboratuvarının bulunduğu ilgili kuruluşlara gönderilmelidir. Nematod ve nematodlar tarafından taşınan bitki virus hastalıklarından korunmak için uygulanabilecek en ekonomik ve etkili yol, temiz alanlara bulaşık materyallerin girişinin önlenmesidir. Bu yüzden nematolojik ve virolojik analizler özel bir önem taşımaktadır.

Türkiye'de VVN'lerden *Xiphinema* cinsine ait çalışmalar bulunmakla birlikte henüz arzu edilen düzeyde değildir. *Longidorus*, *Paratrichodorus* ve *Trichodorus* cinslerine ait nematolojik çalışmalar ise çok azdır. Bitki virüs hastalıklarını taşıyabildikleri için, bu grup nematodların da üzerinde çalışmaların yapılması gerekmektedir.



**KAYNAKÇA**

- Alfaro, A., Goheen, A.C. (1974). Transmission of strains of grapevine fanleaf virus by *Xiphinema index*. Plant disease reporter 58: 549-552.
- Arınç, Y. (1982). Research on occurrence, distribution and host range of *Xiphinema* spp. associated with grapevines in Aegean Region. İzmir Directorate of Agriculture Quarantine Research Series 41: 83 pp.
- Bitterlin, M.W. (1986). Tomato ringspot virus: interactions with its nematode vector *Xiphinema rivesi*, studies on virus transmission to and detection in fruit trees, serological characterization, and implications for cross protection. Ph.D. Thesis, Cornell University. Pp.139.
- Brown, D.J.F., Dalmasso, A., Trudgill, D.L. (1993). Nematode pests of soft fruits and vines, In: Evans, K., Trudgill, D.L., Webster, J.M. (Eds.). Plant parasitic nematodes in temperate agriculture. Cambridge University Press, Wallingford. Pp. 427-462.
- Brown, D.J.F., Robertson, W.M. (1990). Factors involved in the acquisition, retention and release of viruses by virus vector nematodes. Nematologica 39: 336.
- Buser, A. (1990). Untersuchungen über die Pfeffingerkrankheit der Süsskirsche und deren Vektor *Longidorus macrosoma*. Eidgenössische Technische Hochschule 9194 (dissertation no), Zürich.
- Cadman, C.H. (1963). Biology of soil-borne viruses. Annual Review of Phytopathology 1: 143-172.
- Coomans, A., Loof, P.A.A. (1969). Nomenclatorial note upon *Xiphinema mediterraneum*. Nematologica 15: 293-294.
- Dalmasso, A., Younes, T. (1970). Etude De La Gametogenese Chez *Xiphinema mediterraneum*. Nematologica 16: 51-54.

- DiVito, I. M., Greco, N., Singh, K.B., Saxena, M.C., Küsmenoğlu, I. (1994). Plant parasitic nematodes of legumes in Turkey. Proceedings of 9th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union. Pp. 413-414.
- Griffiths, B.S., Robertson, W.M., Trudgill, D.L. (1983). Nuclear changes induced by the nematode *Xiphinema diversicaudatum* and *Longidorus elongatus* in root tips of perennial ryegrass *Lolium perenne*. Histochemical Journal 14: 719-730.
- Halbrendt, J.M., Brown, D.J.F. (1992). Morphometric evidence for three juvenile stages in some species of *Xiphinema americanum sensu lato*. Journal of Nematology 24: 305-309
- Harrison, B.D., Finch, J.T., Gibbs, A.J., Hollings, M., Shepherd, R. J., Valenta, V., Wetter, C. (1971). Sixteen groups of plant virüs. Virology 45: 356-363.
- Hewitt, W.B., Raski, D.J., Goheen, A.C. (1958). Nematode vector of soil-borne fan leaf virüs of grapevines. Phytopathology 48: 586-595.
- Hunt, D.J. (1993). *Aphelenchida*, *Longidoridae* and *Trichodoridae*: Their Systematics and Bionomics. International Institute of Parasitology, CAB International, Wallingford, Oxon, UK. Pp. 352.
- Kaşkaloğlu, N. (1965). Bağlarda Kısa Boğum Hastalığı ve Teshis Metodları. Zirai Mücadele Haberler Bülteni Yıl: 4, Sayı: 81.
- Kaşkaloğlu, N., Türkmenoğlu, H. (1965). Bağ hastalık ve zararlıları. Tarım Bakanlığı, İzmir, Bornova Zirai Mücadele Enstitüsü Yayını.
- Kepenekci, İ, Toktay, H., Evlice, E. (2006). Plant parasitic nematodes associated with Vineyards (*Vitis vinifera* L.) in the Central anatolia region of Turkey. 28th European Society of Nematologist Congress. Pensoft Publishers, Sofia, Bulgaria. Abstract, 156 p.
- Kepenekci, İ. (2012). Nematoloji (Bitki Paraziti ve Entomopatojen Nematodlar) [Genel Nematoloji (Cilt-I), Taksonomik Nematoloji (Cilt-II)] [*Nematology* (Plant parasitic and Entomopathogenic nematodes)]

- (General Nematology, Volume-I) (Taxonomic Nematology, Volume-II) pp.1155.] Eğitim, Yayım ve Yayınlar Dairesi Başkanlığı, Tarım Bilim Serisi, Yayın No: 3 (2012/3), LIV+1155 sayfa.
- Kepenekci, İ. (2014). A new genus *Trichodorus* Cobb (stubby root nematode) (Triplonchida: Trichodoridae) and a preliminary list of virus vector nematodes associated in Turkey. *Munis Entomology & Zoology* 9: 227-244.
- Kepenekci, İ., Toktay, H., Evlice, E. (2014). Plant Parasitic and Virus Vector Nematodes Associated with Vineyards in The Central Anatolia Region of Turkey. *Pakistan Journal of Zoology* 46: 866-870.
- Kepenekci, İ., Tülek, A., Erdoğan, D., Evlice, E., Toktay, H., Devran, Z., Hazır, S. (2014b). Türkiye Ayrıntılı Nematoloji Bibliyografyası (1934-2014), Nematoloji'de 80 yıl. Siyasal Kitabevi, 444 sayfa.
- Lamberti, F., Taylor, C.E., Seinhorst, J.W. (1975). Nematode vectors of plant virüs. Plenum press, New York, 460 pp.
- Lamberti, F., Martelli, G. (1971). Notes on *Xiphinema mediterraneum* (Nematoda: Longidoridae). *Nematologica* 17: 75-81.
- Murant, A.F. (1981). Handbook of plant virüs infections and comparative diagnosis. In: Kurstak, E. (Ed.). Biomedical Press, Amsterdam. Pp. 197-238.
- Nogay, A., Ağdacı, M., Gürsoy, Y.Z. (1995). Marmara Bölgesinde Bağlarda ve Amerikan Asma Anaçlıklarında Görülen Virüs Hastalıklarının ve Vektörlerinin Saptanması Üzerine Arastırmalar. VII Türkiye Fitopatoloji Kongresi, 247-251.
- Öztürk, G., Enneli, S. (1994). Distribution of plant parasitic nematodes in alfalfa-growing areas in Central Anatolia Region of Turkey. *Proceedings of 9th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union*. Pp. 537-538.

- Öztürk, L., Behmand, T., Öcal, A., Avcı G.G., Elekcioglu, I.H. (2018). Studies on nematodes from Longidoridae and Trichodoridae in Northwestern Marmara region of Turkey. 33th Symposium of the European Society of Nematologists Ghent, Abstract, 288 p.
- Singh, S., Awasthi, L.P., Jangre, A., Nirmalkar, V.K. (2020). Transmission of plant viruses through soil-inhabiting nematode vectors. Pp. 291-300. In: Awasthi, L.P (Ed.) Applied Plant Virology. Advances, Detection and Antiviral Strategies, Academic Press. An imprint of Elsevier.
- Tarjan, A.C. (1969). Variation within the *Xiphinema americanum* group (Nematoda: Longidoridae). Nematologica 15: 241-252.
- Taylor, C.E., Robertson, W.M. (1973). Nematology-Electronmicroscopy. Report of the Scottish Horticultural Research Institute 19: 77.
- Trudgill, D.L., McNamara, D.G., Brown, D.J.F. (1983). Methods and criteria for assessing the transmission of plant viruses by longidorid nematodes. Revue de Nematologie 6: 133-141.
- Trudgill, D.L., Robertson, W.M., Wyss, U. (1991). Feeding behaviour of *Xiphinema diversicaudatum*. Revue de Nematologie 14: 107-112.
- Van Hoof, H.A. (1970). Some observations on retention of tobacco rattle virus in nematodes. Netherlands Journal of Plant Pathology 76: 329-330.
- Weischer, B. (1993). Nematode-virus interactions. Pp. 217-231. In: Khan, M.W. (Ed.). Nematode interactions. Chapman and Hall publication, London.
- Weischer, B., Wyss, U. (1976). Feeding behaviour and pathogenicity of *Xiphinema index* on grapevine roots. Nematologica 22: 319-325.
- Wyss, U. (1977). Feeding processes of virus transmitting nematodes. Proceedings of the American Phytopathological Society 4: 30-41.
- Yagita, H. (1977). The life history and biology of needle nematode, *Longidorus martini* Merny III. Studies on the host range of mulberry ringspot virus

and mode of transmission by *L. martini*. Japanese Journal of Nematology 7: 15-20.

Yılmaz, M.A., Kansu, İ.A. (1977). Bitki virüs hastalıklarının nematodlarla taşınması. Fitapotoloji Derneği Yayınları 2: 39-52.

Yüksel, H.Ş. (1966). İzmir ve Manisa Bağlarında Kısa Boğum Hastalığının Vektörü *Xiphinema index* (Longidoridae) Durumu Üzerinde Araştırma. Bitki Koruma Bülteni 6: 31-34.

## **BÖLÜM 10**

### **TARIM ALANLARINDA ZARARLI (BİTKİ PARAZİTİ VE VİRUS VEKTÖRÜ) NEMATODLARLA MÜCADELE**

Prof. Dr. İlker KEPENEKÇİ<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Tokat Gaziosmanpaşa.Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü Tokat, Türkiye. kepenekci@gmail.com, Orcid ID: 0000-0002-0506-6645



## 1. GİRİŞ

Nematodlar, Eumetazoa altaleminden Pseudocoelemata (yalancı vücut boşluğu olan hayvanlar) altkümesinde yer alan yuvarlak solucanlar. Bunlar, birçok habitatta yoğunluk açısından ilk sırada yer alır. Nematodlar pek çok yerde, bitki ve hayvanlar üzerinde parazit, toprakta ve mikroorganizmalar üzerinde serbest, olarak yaşayan türleri vardır. Birçok türleri de bitkilerin çeşitli kısımlarında beslenir, zararlı olurlar ve ürün kayıplarına neden olurlar. Bu gibi nematodlara Bitki Paraziti Nematodlar (BPN) adı verilir. Nematodların özellikle bitkilerin kök sisteminde meydana getirdikleri zararlar sonucu verim ve ürün kalitesi büyük ölçüde düşmekte ve üretimi ekonomik olmaktan çıkarmaktadır. Nematolojik çalışmaların yoğunlaştığı önemli konulardan birisi de Virüs Vektörü Nematodlar (VVN)'dir. BPN'lerin önemli bir grubunu oluşturan söz konusu nematodların virüs vektörü olması bu grup nematodların önemini bir kat daha artırmaktadır. VVN'ler bitkilerde oluşturdukları doğrudan zararın yanında virüs hastalıklarını taşımaları yönüyle de son derece önemlidir.

Türkiye'de BPN'lere ait ilk kayıt Ekrem Oktar ve Nihat İyriboz tarafından 1934 yılında Samsun'da bir tetkik gezisi sonucu şeker pancarında kök-ur nematodlarını tespit etmeleri ile başlamış fakat sonradan önemi üzerinde gereken araştırmalar yapılmamış ve 1948 yılına kadar unutulup gitmiştir (Diker, 1952). Türkiye'de 1999 yılı ortalarına kadar yapılan nematolojik çalışmaların derlendiği araştırmada 49 bölge ve 59 farklı konukçuda 172 BPN türün literatür kayıtlarına geçtiği bildirilmektedir (Ökten ve ark., 2000). Bu çalışma Türkiye'de BPN sayısının ortaya konduğu ilk çalışma niteliğindedir. Bu sayı her yıl artmakta olup 2014 yılında yapılan bir çalışmada sayının 240 türe ulaştığı bildirilmektedir (Kepenekci, 2014b). Nematolojik açıdan Türkiye'de 1999 yılından itibaren yapılan çalışmalarda birçok kültür bitkisinde (anason, ayçiçeği, bürülce, çilek, bağ, ceviz, çay, elma, erik, fasulye, fındık, haşhaş, kayısı, kestane, kivi, mercimek, nohut, sebze, susam, şeftali, tütün, yerfıstığı ve zeytin) ilk kez BPN türlerinin tespit edildiği ifade edilmektedir.



Saptanan türlerin büyük bir kısmının Türkiye faunası için ilk kayıt olduğu ifade edilmektedir (Kepenekci, 2012; Kepenekci ve ark., 2014b). Türkiye’de BPN’ler konusunda yapılan birçok çalışma mevcut olmasına rağmen hala yeterli düzeyde değildir. Türkiye’de BPN’lere ait türlerin büyük bir bölümü; 1999-2014 yılları arasında farklı kültür bitkilerinde, BPN’lerin büyük bir kısmını içeren Tylenchida (Nematoda) takımına ait türlerin tespit ve teşhisine yönelik yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur (Kepenekci, 2014b; Kepenekci ve ark., 2014b). Son yıllarda BPN’lerin tespitine yönelik “Taksonomik Nematoloji” konusundaki çalışmalar yok denecek kadar azdır.

Pratikte bütün BPN’ler, virüsle bulaşık bitkilerde beslenir ve virüs parçalarını vücutlarına alırlar. Ancak bu nematodlardan Dorylaimida takımının Longidoridae ve Trichodoridae familyalarına dahil olan özellikle *Xiphinema*, *Longidorus*, *Paratrachodoros* ve *Trichodoros* cinslerine ait olan bazı türler bitki virus hastlıklarını taşımaları nedeniyle önemlidir ve VVN’ler olarak bilinir.

Türkiye’de VVN’ye ait ilk tespit, Ege Bölgesi bağlarında yapılan sürvey sonucunda virüs hastalıklarının verimi etkilediğinin ve Asma kısa boğum virüsü (GFLV=Grapevine fanleaf virus)’nün *X. index* ve *Longidorus* ile taşındığının ortaya konmasıyla başlamıştır (Kaşkaloğlu ve Türkmenoğlu, 1965; Kaşkaloğlu, 1965). Diğer bir araştırma da, Yüksel ve Ertürk’ün birlikte İzmir ve Manisa bağlarında 1964 yılında yaptıkları gezide, asma kökleri civarından toprak örnekleri alınmış ve laboratuvarında yapılan analizler sonucu çalışma kapsamına giren bağ alanlarında genel olarak *X. index* ve *X. americanum* türlerinin hakim olduğu rapor edilmiştir (Yüksel, 1966). Türkiye’de VVN’ler üzerine yapılan ilk ayrıntılı çalışma, Arınç (1982) tarafından yürütülen “Ege Bölgesi bağ alanlarında zararlı olan *Xiphinema* türleri (Nematoda: Longidoridae), yayılışı konukçuları ve zararları üzerinde araştırmalar” isimli araştırmadır. Söz konusu araştırmada, Ege Bölgesi’ne bağlı İzmir, Manisa, Balıkesir, Çanakkale, Aydın, Denizli, Muğla ve Uşak illeri bağ alanlarında mevcut *Xiphinema* cinsine bağlı nematod türlerini saptamak amacıyla 1971-

1974 yılları arasında çalışmalar yürütülmüştür. Türkiye’de *Xiphinema* cinsine ait çalışmalar bulunmakla birlikte, *Longidorus*, *Paratrichodorus* ve *Trichodorus* cinslerine ait nematolojik çalışmalar çok azdır (Kepenekci, 2012; Kepenekci, 2014a; Kepenekci ve ark., 2014b). Bu grup nematodlar da virus hastalıklarını taşıyabildikleri için üzerinde durulması gereken VVN'lerdir. Ülkemizde bu grup nematodların tür düzeyinde teşhisine yönelik üç çalışma bulunmaktadır: Öztürk ve Enneli (1994) Orta Anadolu Bölgesi'nde yonca ekiliş alanlarında *L. elongatus*, *L. attenuatus*, *L. goodeyi* ve *L. leptcephalus*'u; Kepenekci ve ark. (2006; 2014a) da Nevşehir, Karaman, Konya, Isparta ve Burdur illeri bağ alanlarında *L. elongatus*, *L. attenuatus* ve *T. similis*'i tespit etmişlerdir. Son olarak, Öztürk ve ark. (2018) Kuzeybatı Marmara bölgesinde farklı konukçu bitkilerden aldıkları örneklerde *L. elongatus*, *L. attenuates* ve *T. similis*'i ortaya koymuşlardır. Türkiye’de bu güne kadar yapılan çalışmalar sonucu *Xiphinema* cinsine ait on, *Longidorus* cinsine ait dört ve *Trichodorus* cinsine ait bir olmak üzere 15 VVN türü tespit edilmiştir (Kepenekci, 2014a). Türkiye’de BPN ve VVN'lerin önemli derecede zarar oluşturduğu kültür bitkileri içinde patates, çeltik, meyveler, bağ ve sebzeler önemli bir konumdadır. Bu bitkiler; karantinaya tabi, tohum fidan sertifikasyonu açısından önem taşıyan nematodlara konukçuluk yapmaktadır. Bu nematodlar, mücadelelerinin zor olması ve üretim materyalleri ile taşınması gibi sebeplerden dolayı önemlidir.

Nematodlarla mücadele yöntemleri içerisinde geçen Türkiye açısından önemli BPN ve VVN türlerine ait bilimsel ve türkçe isimler burada verilmiştir [Türkiye’de ürün kayıplarına neden olabilen önemli nematod türleri (alfabetik sıraya göre verilmiştir) (Anonymous 2008)]:

- Buğday gal nematodu (*Anguina tritici*)
- Çeltik beyaz uç nematodu (*Aphelenchoides besseyi*)
- Çilek nematodu (*Aphelenchoides fragariae*)

- İğne nematodları (*Longidorus* spp.)
- İncir nematodu (*Heterodera ficī*)
- Kamalı nematodlar (*Xiphinema* spp.)
- Kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.)
- Muz spiral nematodu (*Helicotylenchus multicinctus*)
- Patates çürüklük nematodu (*Ditylenchus destructor*)
- Patates kist nematodları (*Globodera rostochiensis* ve *G. pallida*)
- Soğan-sak nematodu (*Ditylenchus dipsaci*)
- Şeker pancarı kist nematodu (*Heterodera schachtii*)
- Tahıl kist nematodları (*Heterodera avenae*)
- Turunçgil nematodu (*Tylenchulus semipenetrans*)

Bu BPN türleri içinde ülkemizde yaygın olarak bulunan, ekonomik düzeyde verim kayıplarına neden olan, uygulanan mücadele yöntemleriyle baskı altına alınmaya ve yayılmalarının önlenmesine çalışılan önemli türler olarak (önem sırasına göre) *G. rostochiensis*, *G. pallida*, *A. besseyi*, *Meloidogyne* spp, *H. multicinctus*, *D. dipsaci*, *D. destructor*, *H. schachtii* ve *T. semipenetrans*'ı verebiliriz (Kepenekci, 2012).

## 2. KÜLTÜREL ÖNLEMLER

Kimyasal mücadele yapılmadan basit ve çoğu üretici tarafından sıklıkla uygulanan çeşitli kültürel önlemlerin birbirini tamamlayacak şekilde kullanılmasıyla nematodların bazı kültür bitkilerinde meydana getirdikleri zarar önlenebilir.

**Nematodlarla mücadelede önerilen ve yaygın olarak kullanılan mücadele yöntemlerini başlıklar şeklinde verip kısaca açıklamak gerekirse;**

**Sulama suyunun nematodla bulaşık olmamasına dikkat edilmelidir.** Soğan ve soğanlı bitki köklerinin topraklarından arındırılması akarsularda

yapılmamalıdır. Bitki artıkları akarsulara dökülmemelidir (örn. Çeltik beyaz uç nematodu, *Aphelenchoides besseyi* ile mücadelede çeltik kavuzları akarsulara dökülmemelidir). **Toprak işleme nematod sayısını düşürmekte ve zararı azaltmaktadır.** Ekim veya dikime hazırlık amacıyla yapılan toprak işlemlerinin sıcak ve kurak mevsimde toprağın birkaç defa alt üst edilecek şekilde yapılması, seralarda ise sıcak aylarda ve seranın boş olduğu zamanlarda 15 gün ara ile 30-40 cm derinlikte toprağın en az iki kere alt üst edilerek işlenmesi nematod sayısını azaltmaktadır. **Bulaşık alanlarda kullanılan toprak işleme alet ve makineleri temizlenmeden kullanılmamalıdır.** Sera girişlerinde sönmemiş kireç kullanılarak hijyene dikkat edilmelidir. **Yumrular uygun depolanmalıdır.** Özellikle yumrularda zarar oluşturan nematodlar için, yumruların serin ve kuru şartlarda depolanması ile yumru içinde nematodun üremesi ve diğer yumrulara yayılarak bulaşması önlenebilir. **Tohumlar uygun eleklerden geçirilmelidir.** Buğday gal nematodu (*Anguina tritici*)'na karşı, triyör ve selektörlerin sağlam ve galli daneleri ayırabilecek sıklıktaki eleklerden geçirilen tohumluk buğdayların içindeki galli daneler %100'e yakın bir oranda temizlenebilmektedir. **Yabancı otlarla mücadele yapılmalıdır. Bulaşık bitki artıkları tarlada bırakılmamalı.** Hasat zamanı bitki artıklarının (özellikle yumru ve kök artıklarının) toprakta bırakılmayıp sökülerek bir yerde toplanıp yakılması veya güneşin ve rüzgarın etkisinde kurutulması özellikle kök-ur nematod (*Meloidogyne*)'ları ve çeltik beyaz uç nematodu'na karşı mücadelede önemli bir yer tutmaktadır. **Nematoddan ari ekim/dikim materyali kullanılması ve sağlıklı dikim materyalinin üretimi** nematod mücadelesindeki en önemli unsurdur. Çünkü nematodlar birçok bitkinin tohum, yumru, soğan, fidan ve fidelerinde bulunmaktadır. Nematoddan ari tohum/dikim materyalinin temiz alanlarda kullanılmasıyla nematodların yayılması tamamen engellenebilir veya sınırlanabilir. Bu amaçla mümkün olduğunca sertifikalı ekim dikim materyali kullanılmalıdır. Tohumla/yumruyla taşınan nematodlar için, bu etmenlerle bulaşık olmayan arazide sertifikalı

tohumun kullanılması gerekmektedir. **Toprağa organik maddeler (çiftlik gübresi, yeşil gübre vb.) karıştırılarak toprağın biyolojik aktivitesi artırılmalıdır.** Organik materyal toprağa taze bitki kalıntısı olarak karıştırılır ve tarlada ara, yüzey, tuzak, antogonistik veya yeşil gübre bitkisi olarak yetiştirilir. Organik değişikliklerin birçoğu toprağa eklendiklerinde *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Helicotylenchus*, *Rotylenchus*, *Tylenchorhynchus*, *Scutellonema* türleri gibi çok sayıdaki nematoda karşı son derece etkili olmaktadır. Verim ise kısmen nematod popülasyonunun düşmesinden kısmen de gübresel etkisinden kaynaklı olarak artmaktadır. **Su altında bırakma.** Toprağın uzun süreli su altında bırakıldığı durumlarda nematod yoğunluğu belirgin şekilde azalmaktadır. Hollanda'da dokuz hafta boyunca su altında bırakılarak *Ditylenchus dipsaci*, *R. similis* ve bazı *Meloidogyne* türlerine karşı yapılan mücadelelerde başarılı sonuçlar alınmıştır (Whitehead, 1998). **Toprağı sürme.** Toprağın sürülmesi, pratik ve ekonomik bir mücadele yöntemidir. Toprağın sıcak ve kurak dönemlerde ürünler arasında 30 gün boyunca düzenli olarak sürülmesiyle toprağın üst kısmının kurumasına bağlı olarak kök-ur nematodu yoğunluğu belirgin şekilde azalmaktadır.

**Nematodlarla mücadelede önemli bir yere sahip olan mücadele yöntemlerini örnekler vererek ayrıntılı bir şekilde açıklamak gerekirse;**

- **Nadas sistemi uygulanmalı.** Nadas, toprak erozyonuna neden olması ve kısa sezon ürün üreticiliğinin daha ekonomik olmasından dolayı çok nadir uygulanmaktadır. Nadasa bırakılan alanlarda uzunca bir süre üretim yapılamaması nedeniyle ciddi bir ekonomik kayıp oluşmaktadır. Ayrıca nadasa bırakmak yabancı otlarla toprağın sürülerek veya herbisit kullanılarak mücadelesini gerektirmektedir ve her iki uygulamada ekstra masrafa neden olmaktadır.

Nadas uygulaması ile bazı nematodlar hızla ölürken bazılarına karşı etkisiz kalmaktadır. *Pratylenchus penetrans*, *Rotylenchulus reniformis*, *R. similis*'in bu yolla mücadelesinde başarılı olduğunu gösteren çalışmalar bulunmaktadır. *R. citrophilus*'la bulaşık olan alanlarda iki yıllık nadas uygulamasını takiben yapılan fümigasyonla nematod kontrol altına alınmıştır (Whitehead, 1998). Nadasa bırakma özellikle sıcak ve kurak yaz aylarında çok etkili olmaktadır. Bu tür nadas uygulamalarında nematod yoğunluğunun düşmesi tarladaki yabancı ot mücadelesinin yapılmasıyla ilişkilidir. Ancak birçok ülkede nadasa bırakma, toprakta oluşabilen olumsuzluklardan dolayı sınırlandırılmaktadır. Nadasta yabancı otlarla genellikle mücadele edilmemekte ve otlar normal gelişimine bırakılmaktadır ki bu topraktaki biyomas üretimini artırmaktadır. Bununla birlikte, eğer mevcut yabancı ot türleri söz konusu olan BPN türü için iyi birer konukçu durumundaysa veya yetiştirilecek olan hassas üründen önce yeterli miktarda konukçu bitki mevcutsa nematod popülasyonu nadas süresinde belirgin biçimde artabilir. Bu nedenle hedef alanımızdaki mevcut nematod türü ile yabancı otlar arasındaki konukçuluk düzeyinin belirlenmesi önemlidir. Ürünün dikiminden önce alandaki yabancı otların malçlanması toprağın antagonistik potansiyelini artırır ve nematodların inokulum oranını düşürür. Bu tip nadas uygulaması tropik iklimlerde yağmurlu dönemler boyunca ana ürünler arasında yaygın olarak kullanılmaktadır.

- **Bitki nöbeti uygulanmalı.** Bulaşık olarak tespit edilen alanlarda söz konusu olan BPN türünün konukçusu olmayan bitkilerle münavebeye gidilmesi önerilen kültürel önlemlerin başında gelmektedir. Buğday gal nematoduna karşı nematoda dayanıklı bitkiler nöbete sokulmalıdır. Baklagillerden yonca, tırfıl, korunga, nohut, fasulye, mercimek, şeker pancarı, patates, ayçiçeği, soğan, sarmısak, bostan çeşitleri, mısır ve yağlı bitkiler ile bir yıllık bitki nöbeti uygulanarak toprak temizlenebilir. Patates kist nematodları için bulaşık alanlarda patates, domates ve patlıcan (özellikle Solanaceae bitkileri) üretimi en az 8 yıl süre ile yapılmamalıdır. Şeker pancarı kist nematodu, *Heterodera*

*schachtii* için, pancar ekim alanlarında veya konukçusu olan diğer bitkilerde bu nematod saptanırsa 8-10 yıl süreyle bitki münavebesi uygulanmalıdır. Münavebe süresince bu nematodun konukçusu olmayan buğday, arpa, mısır, sorgum ve yonca gibi bitkiler yetiştirilmelidir. Tahıl kist nematodları (*H. avenae*)'na karşı ise konukçu bitkilerin mevcut olmaması durumunda nematod popülasyonu önemli ölçüde düştüğü için ekim nöbeti uygulanabilir bir mücadele yöntemidir. Graminae dışındaki bitkilerle (örn. yemlik ve yemelik baklagillerle) 2-3 yıllık bir ekim nöbeti popülasyon yoğunluğunu önemli ölçüde düşürmektedir. Soğan-sak nematodu (*Ditylenchus dipsaci*)'na karşı konukçusu olmayan bitkilerle (havuç, ıspanak, marul vb.) 2-4 yıllık bir münavebe sisteminin uygulanması önerilmektedir. Patates çürüklük nematodu (*D. destructor*)'na karşı konukçusu olmayan bitkilerle (fasulye, mısır vb.) 3-4 yıllık münavebe popülasyonun azalmasında etkilidir. Çeltik beyaz uç nematoduna karşı 2 yıllık bir münavebe etkili olmaktadır. Kök-ur nematodlarına karşı konukçusu olmayan bitkilerle 3-4 yıllık münavebe önerilebilir. Konukçu sayısı fazla olan nematod türlerine karşı önerilecek münavebe bitkisi seçimi ile münavebe süresince yabancı otlarla mücadele yapılması önemlidir.

**Konukçu olmayan bitkiler.** Konukçu olmayan bitkiler; toprağı koruma, hayvan yemi veya doğrudan nematod mücadelesi için kullanılan örtücü bitkilerin aksi olarak yetiştirilen bitkiler olarak tanımlanmaktadır. Konukçu olmayan bitkilerin kullanımıyla yapılan münavebe uygulamaları, tüm dünyada kök-ur nematodları mücadelesinde kullanılan en önemli yöntemdir. Bu konuda yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, karışık popülasyon olan alanlarda bir türün mücadelesi için kullanılabilen olan konukçu olmayan bitkinin mücadelesini hedeflemediğimiz diğer bir nematod türü için iyi bir konukçu olabileceğidir. Konukçu hassasiyeti türün popülasyonları arasında değişebileceğinden hedef türe karşı konukçu olmayan bitki önerilmeden önce kesinlikle patajonite testi yapılmalıdır. Konukçu olmayan bitkiler ile yapılan rotasyon zararlı türün popülasyonunun doğal olarak

azalmasını etkiler ve böylece hassas bitkiler arasında nematod inokulum oranı azalır. Şeker pancarında yapılan rotasyonda konukçu olmayan bitki olarak arpa kullanıldığında buğday kullanılmasına göre *H. schachtii* popülasyonu daha fazla azalmaktadır. Konukçu bitkinin mevcut olmadığı durumlarda nematodun canlılığını sürdürebildiği süre rotasyon düzeninin planlanması açısından son derece önemlidir. Bazı BPN ve VVN türleri konukçu olmadığı durumlarda uzun süre canlılığını korurken (örn. *Heterodera*, *Globodera*, *Xiphinema*), diğer türlerin popülasyonu konukçusu olmadığı durumlarda çok hızlı olarak düşmektedir. Orta derecede hassas veya tolerant bitkilerin çok hassas sebzelerle rotasyonu kök-ur nematodlarının kontrolünde kullanılabilir. Kök-ur nematodlarına karşı tolerant veya orta derecede hassas olarak kabul edilen sebzelere lahana, soğan, pırasa, brokoli ve amaranthus örnek olarak verilebilir. Bir bölgede kök-ur nematodu türlerinden birinin hassas konukçusu durumundaki bitkiler türün bütün popülasyonlarının konukçusu olduğu anlamına gelmez. Kök-ur nematodunun türleri arasındaki geniş konukçu varyasyonu nedeniyle rotasyonda kullanılacak bütün bitkiler, tarlada/bahçede uygulanacak olan rotasyon planlanmadan önce lokal popülasyonlara karşı patojenisite testleri yapılarak konukçu durumları belirlenmelidir.

Önemli nematod türlerine karşı rotasyon uygulamalarında seçilebilecek bitkilere ait bazı örnekler; *M. incognita*'ya karşı yerbıstığı, bazı hububatlar; *M. graminicola*, baklagiller, soya fasulyesi, hint keneviri, ayçiçeği, tatlı patates, susam, bamya; *M. chitwoodi*, yonca; *M. javanica*, pamuk, yer fıstığı; *M. arenaria*, pamuk, mısır, sorgum; *M. hapla*, soğan, marul, turp; *M. artiellia*, pamuk, patates, yulaf, mısır, mercimek, domates, kavun; *Heterodera glycines*, hububatlar, baklagillerin birçoğu; *H. schachtii*, *H. cajani*, *H. ciceri*, hububatlar; *H. avenae*, *H. oryzae* baklagiller; *Globodera rostochiensis*, *G. pallida*, hububatlar, baklagiller; *Hirschmanniella*, baklagiller, hububatlar, pamuk, tütün, tatlı patates; *Ditylenchus dipsaci*, hububatlar; *D. angustus*, baklagiller; *Rotylenchulus reniformis*, sorgum, mısır, şeker kamışı; *Radopholus similis*,



bazı hububatlar; *Punctodera chalconensis*, hububat, çayır bitkileri; *Scutellonema bradys*, yer fıstığı, kırmızıbiber, tütün, pamuk, mısır, sorgum (Sikora ve ark., 2005).

**Çoklu bitki yetiştirme**; ailenin tüketim ihtiyacının ve bunun yanında en fazla arta kalan bir kısım ürünün pazarlanabilmesi amacıyla yapılan “geçimlik tarım”da yaygın olarak kullanılmaktadır. Birçok farklı ürünün eş zamanlı olarak üretimi, zararlı organizmaların bulunması veya ciddi kuraklık gibi çevresel sorunlardan etkilenilse bile ürün alınmasını sağlar (Sikora ve ark., 2005). Kullanılan çoklu bitki yetiştirme sistemleri, hassas bitkiler arasındaki boşluk kısa olduğundan nematod zararının azaltılmasında etkili değildir (Noe ve Sikora, 1990). Diğer yandan, sıra aralarına ya da çit kenarına azot bağlayan bitkilerin dikilmesi 1 yıl içinde çoklu bitki yetiştirme sisteminde kullanılan bitkiler üzerinde oluşabilecek nematod zararını azaltabilir. Bu işlem dayanıklı ve hassas sebze çeşitlerinin her ikisinde de nematod yoğunluğunu azaltmada kullanılabilecek alternatif bir yaklaşımdır (Sikora ve ark., 2005).

Bazı nematodların konukçu olan bitkiler olmaksızın hayatta kalma süreleri; *Anguina tritici*, oda koşullarındaki tohum içinde 28 yıl; *Aphelenchoides besseyi*, kuru çeltik danesinin içinde 1-3 yıl; *Criconemoides xenoplax*, su basmış toprakta 2 yıl; *Ditylenchus angustus*, su basmış toprakta 4 ay; *D. dipsaci*, kuru tohumda yıllarca; *Globodera rostochiensis*, *G. pallida*, bulaşık toprakta 10-15 yıl; *Heterodera glycines*, bulaşık toprakta 84 ay; *Meloidogyne*, 1-12 ay; *Pratylenchus coffeae*, boş tarlada 6 ay; *Radopholus similis*, boş tarlada 6 ay; *Rotylenchulus reniformis*, boş tarlada 2 yıl, kuru toprakta 18 ay; *Xiphinema americanum*, 10°C’deki toprakta 49 ay (Norton, 1978).

- **Geç ekim erken hasat yapılması veya erkenci çeşitlerin kullanılması** nematod popülasyonunu kısmen düşürmekte ve zararı azaltmaktadır. Nematodların aktif olmayan dönemleri göz önüne alınarak bitkilerin **dikim**

**zamanının** düzenlenmesiyle, bitkinin erken gelişim dönemindeki nematod zararı azaltılabilir. *M. incognita*'nın L2'lerinin köklerde gelişimi için gerekli olan en düşük sıcaklığın 18°C olması, kök-ur nematodlarına karşı mücadelede ekim zamanının ayarlanmasında kullanılmıştır (Sikora ve ark., 2005). Normal dikim zamanının değiştirerek toprak sıcaklığının düşük olduğu zamanda yapılan dikim havuçlarda nematodlara karşı önemli bir mücadele yöntemidir (Roberts, 1987). Çeltiğin yılın soğuk dönemlerine denk gelecek şekilde yapılan erken dikimi ABD'de *A. besseyi*'yi azaltmakta etkili olmakta ve aynı şekilde mısırın erken dikimi de *Punctodera chalconensis*'ten kaynaklanan zararı azaltmaktadır (Sikora ve ark., 2005). Filipinlerde patatesin birbiri ardına yetiştirildiği alanlarda *G. rostochiensis* zararından korunmak için popülasyonun hala diapozda olduğu ve yumurtaların açılmayacağı dönemde erken dikim uygulaması yapılmaktadır (Sikora, 1984). Pamuğun geç dikimi kök-ur nematodu zararının azaltmanın yanı sıra aynı zamanda fungal solgunluk etmenlerini de engellemektedir (Jeffers ve Roberts, 1993).

Yaşam çemberinin tamamlanması için gerekli olan gün, derece veya sıcaklık toplamı, nematodun biyolojik dönemlerinin belirlenerek **hasat zamanının** hesaplanması için kullanılabilir ve böylece nematod yoğunluğu düşürülebilir. Bu uygulama patates kist nematodu *G. rostochiensis* ve şeker pancarı kist nematodu *H. schachtii* gibi yaşam çemberi uzun süren kist nematodlarında kanıtlanmıştır. Soya fasulyesi gibi olgunlaşma süresi kısa olan ürün gruplarında kullanımı ayrıca popülasyonun artışını sınırlandırmaktadır (Koenning ve ark., 1993). Sikora (1984) patatesten çift ürün alınan alanlarda *G. rostochiensis*'in yakalanması için erkenci patates çeşitlerinin kullanılmasını önermektedir. İkinci ürün ayrıca diyapoz halinde olan ve ikinci ürünün yetiştirilmesi sırasında ortaya çıkan larvaların yakalanmasında kullanılabilir (Sikora ve ark., 2005).

• **Nematodlara dayanıklı çeşit veya tolerant aşılı fide/fidanlar kullanılmalıdır.** Aşılı fideler güçlü kök yapısına sahip olmaları nedeniyle

nematod zararlarını tolere edebilmektedirler. Son yıllarda aşılı fide kullanımı artmıştır. Dayanıklı çeşitler de yaygın olarak kullanılmaktadır.

**Konukçu dayanıklılığı**, yüksek ürün veren çeşitlerde bulunuyorsa, diğer mücadele yöntemlerinden çok bunun üzerinde durulmalıdır. Bazı konukçular nematodların saldırmasına izin vermezler, genellikle ilk nematod saldırısını engeller ve böylece hem nematodun gelişmesini ve üremesini hem de nematodlardan kaynaklı zarar görmelerini önlerler. Royal Blenheim kayısı anacının kökleri, kök-ur nematodlarını tamamen engellemesi nedeniyle bu nematodun zararına dayanıklılık göstermektedir (Roberts, 2002).

Dayanıklılık bitki gelişimi ve ürün üzerinde nematod parazitizminin etkilerinin uzak tutulmasıdır. Bu yeteneğin kademeleri düşük, orta (kısmen veya orta düzeyde) ve yüksek dayanıklılık olarak değişmektedir. Yüksek dayanıklı bitkiler nematod üremesine izin vermezler. Kısmen veya orta dereceli dayanıklı bitkiler orta seviyede üremeye izin verirler. Hassaslık ise dayanıklılığın tersi olarak kullanılmaktadır ve hassas bitkiler nematodun normal gelişimine izin verirler. Nematod popülasyonlarına ait gelişim düzeyleri bu ana kategoriler çerçevesinde tanımlanmıştır (Roberts, 2002).

**Tolerant ve tolerant olmama** ise bitkilerin nematodlara verdiği yanıtı tanımlamak amacıyla çok sık kullanılan terimlerdir. Tolerans ve bunun karşıtı tolerant olmama bitkinin nematod enfeksiyonuna karşı koyma gücünü tanımlamak için kullanılmaktadır. Tolerant olmayan bitkiler nematod zararında iyi gelişemezler hatta ölebilirler. Dayanıklılık ve tolerans arasındaki ilişki birçok dayanıklılık genotipi açısından açıklanamamıştır. Ancak çok az sayıdaki örnekte tolerans dayanıklılıktan bağımsız olarak kalıtımsaldır. Bazı dayanıklı bitki genotiplerinin nematod parazitizmine karşı kısmen tolerant olmadığı bilinmektedir (Johnson ve ark., 1989). Düşükten orta seviyeye kadar olan dayanıklılık, genellikle tolerans olarak tanımlanmaktadır. Toleranslı olmama

durumu benzer şekilde tanımlanmaktadır. Bitkinin dayanıklı veya toleranslı olduğuna karar vermek son derece önemlidir ve bu durum aynı türün farklı genotiplerinin performansı ile ilişkili olarak değerlendirilebilir. Bu kavramlar arasındaki farklılıkların tam olarak anlaşılabilmesi için, yapılacak çalışmalarla nematod-konukçu arasındaki etkileşimin (interaksiyonun) iyi bilinmesi ve ürün verimliliğinin artırılabilmesi için de bu ilişkilerdeki çeşitliliğin (varyasyonların) ortaya konması gereklidir (Sikora ve ark., 2005).

Çoğu nematod tek yıllık ürünlerde birden fazla generasyon verdiği tropik ve subtropik bölgelerde, dayanıklı bitkiler ister toleranslı ister toleranssız olsun nematod popülasyonunun düşüşüne bağlı olarak toplamda bitkiye verdiği zararda oluşan azalma sonucu verim artışı görülür. Bu nedenle toleranssız dayanıklılık genotipi büyük ihtimalle tolerans olarak görünebilir. Çok yıllık bitkilerde nematod popülasyonunun azaltılmasının uzun dönemdeki sonuçları tek yıllık bitkilere nazaran daha belirgin olur (Sikora ve ark., 2005).

Dayanıklılığın bitkinin kalıtsal verim potansiyelini korumasından dolayı nematod popülasyonu bulaşıklığın zarar eşiğinin üzerinde olduğu alanlarda dahi verimin artmasını sağlar. Bu verim artışı dayanıklı çeşitlerin kullanılmasıyla elde edilen en önemli kazançtır. Bu kazanç dayanıklı çeşitlerin üreticiler tarafından kullanılmasını sağlayan en önemli unsurdur. Bununla birlikte verim artışından kaynaklanan kar görecelidir. Nematod yoğunluğu zarar eşiğinin altında olduğu bazı durumlarda dayanıklı çeşitler yüksek verim potansiyeline sahip hassas çeşitlerden daha az verim potansiyeline sahip olabilir. Bu nedenle dayanıklı çeşitlerin verim potansiyeliyle ilgili olarak bölgesel denemeler kurularak söz konusu bitkinin diğer çeşitlerle verim yönünden kıyaslanması yapılmalıdır.

Dayanıklılığın avantajı nematodlardan kaynaklanan enfeksiyonun orta derecenin üzerinde olduğu alanlarda yapılacak denemelerle kolaylıkla ortaya

konulabilir. Dayanıklı çeşitlerin avantajlarını göstermek için en iyi yaklaşım nematodla çok yoğun bulaşık olan alanda kurulacak denemede diğer standart mücadele yöntemlerinin (nematisit ve rotasyon gibi) uygulanmadığı dayanıklı çeşidin verimi ile standart mücadele yöntemlerinin uygulandığı verimli ama hassas çeşidin verimini karşılaştırmaktır (Sikora ve ark., 2005).

Dayanıklılığın verim potansiyeli üzerinde görünen negatif etkileri çoğunlukla linkage (bağlantı) etkisinden kaynaklanır ve verim potansiyeli üzerinde negatif etkisi olan genler dayanıklılık lokusuyla ilişkilidir. Bununla beraber dayanıklılık geninin azalan verim potansiyeli üzerinde direkt etkisini gösteren herhangi bir veri bulunmamaktadır. Aslında dayanıklılıkla ilgili ıslah çalışmaları devam ettikçe dayanıklılık genotipinin verim potansiyeli genellikle artmaktadır. Günümüzde kullanılan bütün modern buğday çeşitleri virüs ve funguslara karşı dayanıklılık için çoklu gen içermektedir ve bu çoklu genle idare edilen dayanıklılığın verim üzerinde negatif etkisi bulunmamaktadır. Dayanıklılıkla ilgili verim azalması görüldüğü zaman verimli hassas çeşitlerle aynı verim potansiyeline ulaşabilmeyi yapılacak ek ıslah çalışmaları mümkün kılmaktadır (Sikora ve ark., 2005).

Nematod popülasyon yoğunluğu üzerinde tolerans ve dayanıklılığın etkilerinin farklı olması nedeniyle üretim sistemlerinin verimliliğine etkileri dayanıklılığın seviyesine ve toleransın gücüne bağlı olarak değişmektedir. Dayanıklılık çok spesifik olduğundan genel bir çözüm değildir. Sadece tek bir türe karşı etkilidir hatta bazı dayanıklılıklar bir türün sadece bir ırkına karşı etkilidir ve alandaki diğer potansiyel zararlı nematodları kontrol etmezler. Bu durum dayanıklılığın kullanımını sınırlayan en önemli faktördür. Ancak bu durum sadece tek bir nematod türü ile bulaşık olan alanlarda veya sadece tek bir önemli nematod türüne konukçu olan bitkilerde kullanımını sınırlamamaktadır. Genetik tolerans dayanıklılığa göre daha az spesifik olabilir ve birçok nematod türüne karşı etkili olabilir ancak bu varsayım henüz tam olarak kanıtlanmamıştır. Bir veya daha

fazla nematod türüne karşı kısmen dayanıklı olan bitkilerde yüksek popülasyon olan alanlarda verim kaybı beklenir. Bu nedenle böyle durumlarda arzu edilen en yüksek verimi alabilmek için dayanıklılığın diğer mücadele yöntemleriyle birlikte kullanılması gerekmektedir.

Dayanıklılığın sürekliliği olmayabilir. Çünkü tek dayanıklılık geninin sürekli kullanılması sıklıkla nematod popülasyonundaki virülant karakterdekilerin ortaya çıkmasına neden olur ve böyle durumlarda spesifik dayanıklılık geni daha fazla kullanılamaz. Bu durum *Globodera* türleri açısından patatest, *Heterodera* türleri açısından soya fasulyesinde görülmüştür (Turner, 1990; Young ve Hartwig, 1992). Domateslerde de *Mi* genine virulent olan *M. incognita* ve *M. javanica* açısından aynı durum tespit edilmiştir (Kaloshian ve ark., 1996; Omat ve ark., 2001). Bununla birlikte bazı durumlarda verilen dayanıklılık geninin tekrarlı kullanımıyla virülensinde seleksiyon olmayabilir. Bu durum *G. rostochiensis*'e dayanıklı *H1* geni için bazı alanlarda görülür (Trudgill ve Parrott, 1972). Ayrıca dayanıklılığın sürekli kullanılması alandaki baskın türün değişmesine neden olabilir. Bunun sonucu olarak da kullandığımız dayanıklı çeşidin yeni baskın türe karşı etkili olmaması durumuyla karşı karşıya kalabiliriz. Bu durum tütünde gözlenmiştir, *M. incognita*'ya karşı dayanıklı çeşit kullanımının artması yine tütünde zararlı olan diğer bir tür *M. javanica*'nın artmasına neden olmuş ve bunun sonucu olarak dayanıklılık etkisiz hale gelmiştir. Aynı şekilde *G. rostochiensis*'e dayanıklı çeşitlerin kullanıldığı alanlarda *G. pallida*'nın popülasyonu artmıştır (Trudgill, 1991). Son olarak da başta domatest kök-ur nematodlarına karşı kullanılan *Mi* geni olmak üzere çok az dayanıklılık geni sıcaklığa karşı hassastır. Bu durum böyle hassasiyeti bulunan dayanıklılıkların sıcak alanlarda kullanımını sınırlayabilir (Sikora ve ark., 2005).

Kist nematodlarına olan dayanıklılık patates için Avrupa'da, soya fasulyesi için ise Amerika'da yaygın olarak kullanılmaktadır. Kaliforniya'da domates

yetiştiriciliğinde kök-ur nematodları için dayanıklılık ticari anlamda yaygın olarak kullanılmakla beraber sıcaklığın dayanıklılığı kırdığı alanlarda pek kullanılmamaktadır. *Mi* geninin 28°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda etkili olmamasına rağmen daha soğuk aylarda birçok subtropikal ve tropikal bölgelerde kullanılmaktadır. *Mi* geni yüksek sıcaklığın etkinliğini azaltmasından önce sadece gelişim döneminin ilk birkaç haftasında etkili olsa bile bu dönemde dayanıklılığın kullanımı, diğer mücadele yöntemleriyle birlikte çok daha etkili olmaktadır. Hububat kist nemaodu, *H. avenae* için dayanıklılığın kullanımı Avustralya'da ve bazı Avrupa ülkelerinde çok yaygındır. Son dönemde Hindistan'ın kuzey taraflarında da kullanılmaya başlanmıştır. Yer fıstığındaki dayanıklılık hassas çeşitlerin çok üzerinde belirgin bir verim artışı sağlamaktadır. *M. arenaria* ve *M. javanica*'ya karşı geliştirilmiş dayanıklı yer fıstığı çeşitleri Afrika, Hindistan ve Kuzey Doğu Asya'da kullanılmaktadır. Ancak bu çeşitlerin çok yeni olmaları nedeniyle o bölgelerde yaygın olarak kullanılabilmesi için zaman gerekmektedir. Turunçgil ve şeftali gibi çok yıllık bitkilerde dayanıklı anaçlar uzun zamandır kullanılmaktadır. Son yıllarda, tek yıllık bitkilerde kök-ur nematodu mücadelesinde hassas çeşitlerin dayanıklı anaçlar üzerine aşılansarak kullanılması yaygınlaşmıştır. Salatalık, kavun, biber ve patlıcan bitkilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Birçok durumda dayanıklılık çok nadiren kullanılmaktadır. Pamuk, börülce ve fasulye dayanıklılık kullanımının gelişmeye başladığı bitkilere örnek olmakla beraber birçok ülkede çok nadiren kullanılmaktadır. Protein kaynağı oluşu ve *M. incognita*'ya hassaslığı ve toleranssızlığı olan fasulye ve börülcenin önemi dikkate alındığında dayanıklılığın yaygın olarak kullanılmaması şaşırtıcıdır. Bu nedenlerden dolayı bu kaynaklara ihtiyacı olan üreticiler için dayanıklı çeşitlerin elde edilmesi en önemli gelişme olarak görünmektedir (Sikora ve ark., 2005).

Dayanıklı çeşitler nematodların üremesini sınırlayarak kontrol etmektedirler. Bundan dolayı dayanıklı çeşitler, solarizasyon, ürün rotasyonu gibi diğer kontrol önlemleri ile kombine edilerek entegre mücadele yapılmaktadır (Tzortzakakis ve ark., 2000). Sebzelerde (özellikle domates ve biber çeşitlerinde) nematodlara karşı dayanımı sağlayan farklı genlere karşı moleküler markırlar geliştirilmiştir (Djian-Caporalino ve ark., 2001; 2007; Fazari ve ark., 2012; Gisbert ve ark., 2013). Fakat bu markırların güvenilirliği değişmekte ve klasik testleme kadar güvenli sonuç vermemektedir. Özellikle yerel sebze çeşitleri için yapılacak klasik testlemeler ile dayanıklılık durumlarının ortaya konması önem arz etmektedir. Türkiye’de de üreticiler tarafından yaygın olarak kullanılan yerel genotiplerin nematodlara karşı dayanıklılık durumlarının klasik testleme ile belirlenmesi çalışmaları yapılmaktadır (Kepenekci ve ark., 2019; Tülek ve ark., 2021).

**Aşılama.** Nematod mücadelesinde son dönemde kullanılmaya başlayan en etkili yöntemlerden birisi nematod ve hastalıklara dayanıklı olan anaçların üzerine ticari olarak değerli olan çeşitlerin aşılansmasıdır. Son yıllarda hastalık ve nematodlar açısından bitkilerin korunması amacıyla aşılamanın kullanılmasına önem verilmiştir. Japonya’da örtü altı yetiştiriciliğinde kullanılan salatalık, domates, patlıcan, kavun ve karpuzların %59’u çeşitli dayanıklı anaçlar üzerine aşılansmaktadır. Anaca bağlı olarak aşılama bitkinin hastalık ve nematodlara karşı dayanıklı veya tolerant olmasını ve bitkinin direncinin artmasını sağlamaktadır. Bu yöntem kök-ur nematodlarının mücadelesinde etkin şekilde kullanılabilen ancak genellikle kök-ur nematodlarına karşı dayanıklılık ıslahı için uzun zaman gerektiğinden dolayı tüm ticari çeşitlere uygulanamamaktadır. Üretimin değerine bağlı olarak sebze yetiştiriciliğinde aşılama yapılması hem tarlada hem de örtü altında çok etkili olabilmektedir. Patates çeşitleri, *M. incognita* ve *M. arenaria*’ya karşı yüksek seviyede dayanıklılık göstermelerine karşın bu çeşitler *M. javanica*’nın zayıf konukçularıdır ve anaç olarak başarıyla kullanılabilir. Solanum’un 7 yabancı



çeşidi testlenmiş ve bunlardan 3 tanesinin (*S. sisymbriifolium*, *S. torvum* ve *S. toxicarium*) *M. incognita*'ya karşı dayanıklı olduğu ve bakteriyel solgunluğu azalttığı tespit edilmiştir (Mian ve ark., 1995).

- **Tuzak bitkiler.** Tuzak bitkiler genellikle biyolojik dönemlerinin çoğu hareketsiz olan nematodlarla mücadelede kullanılmaktadır. Hedef nematodun, hızlı ve iyi kök gelişimine sahip olan hassas konukçusu kısa bir dönem için dikilir. Tuzak bitkinin dikim ve hasat zamanı, nematod popülasyonunun yüksek ve başlangıç gelişimi sonucu nematodun hareketsiz gelişim döneminde olduğundan emin olunan (bu genellikle nematodların köke giriş yapmasından birkaç gün sonraya denk gelmektedir) zamanda yapılmalıdır. Kök dokusu içindeki hareketsiz nematod larvaları, konukçu bitkinin herbisit veya fiziksel uygulamalarla imha edilmesiyle öldürülür. Kuzey Avrupa'da sıcak ve nemli sonbahar aylarında tuzak bitki olarak yağlık turp ve beyaz hardal kullanılmasıyla *H. schachtii* popülasyonu önemli ölçüde düşürülmüştür. İngiltere'de ise bahar aylarında patates kist nematoduyla yoğun olarak bulaşık olan alanlarda 6 hafta süreyle hassas patates çeşidi yetiştirilerek nematod popülasyonu düşürülebilmektedir. Yapılan çalışmalarda birçok yeşil gübrenin *Hirschmanniella oryzae* yoğunluğunu azalttığı bildirilmektedir (Whitehead, 1998). Tuzak bitkiler yumurta açılımını ve penetrasyonu teşvik eder. Bu nedenle tuzak bitkilerle nematodun yakalanmasının yanında dayanıklı bitki kullanımı nematod popülasyonunu azaltır. Ayrıca tuzak bitkiler toprağa biyomas katılımıyla antagonistik potansiyeli artırmaktadır. Tuzak bitki uygulamalarında bazı kriterlerin üzerinde durulması önemlidir. Eğer tuzak bitkinin herbisit kullanılarak imhası veya uzaklaştırılması nematodun yumurta bırakma dönemine çok yakın bir zaman diliminde yapılırsa geride kalan kök veya ölmüş kök dokuları üzerinde canlılığını koruyan dişiler yumurta bırakabilir. Böylece mücadelenin etkinliği azalır. Bu nedenle toprağın birçok kez işlenmesiyle veya sistemik bir herbisit kullanımıyla köklerin ve kök dokularının öldürülmesi tuzak bitki kullanımının etkin sonuç vermesi için

gereklidir. Tuzak bitki kullanımının ekstra işgücü ve masraf oluşturması gibi dezavantajları bulunmakla beraber birçok nematod türünün yoğunluğunu düşürmede ve etkili bir fumigantla yapılan fümigasyon işlemi kadar başarılı olduğu unutulmamalıdır.

Nematodlarla mücadelede tuzak bitki olarak kullanılacak bitkiler; *Heterodera schachtii*'ye karşı tuzak bitkiler *Sinapis alba*, *Raphanus sativus* spp. *oleifera*; *Meloidogyne incognita*, *Lactuca sativa*, *Raphanus sativus*; *Globodera pallida*, *Solanum sisymbriifolium*; *G. rostochiensis*, *S. tuberosum*, *S. sisymbriifolium*; *Heterodera avenae*, *Avena sativa* (Sikora ve ark., 2005).

• **Örtücü bitkiler.** Örtücü bitkiler, ana ürün döngüsü arasında toprağı erozyondan korumak ve toprağın su tutma kapasitesi, organik madde miktarı, azot miktarı gibi özelliklerini geliştirmek amacıyla yetiştirilen kışlık çavdar, yonca gibi bitkilerdir. Örtücü bitkilerin ana hedefi toprağı erozyondan korumak veya yapılan ana bitkisel üretimler arasında yabancı ot gelişimini engellemektir. Bunların yanında örtücü bitkiler bazı nematodların mücadelesinde de kullanılmaktadır. Ayrıca hayvan yemi veya yeşil gübre olarak kullanılabilirler. Örtücü bitkiler konukçusu olmadıkları takdirde birçok nematodun popülasyonunu düşürmektedir. Bu işlevlerinin yanı sıra örtücü bitkiler toprağı karıştırılmaları durumunda toprağın antagonistik karakterini belirgin şekilde artırmaktadır. Buna ilaveten organik bileşiklerin mikrobiyal parçalanması nematisit etkileri olan metabolitlerin üretimine ve biofumigant etki oluşumuna neden olmaktadır.

Nematodlarla mücadelede kullanılan en önemli örtücü bitkiler; *Heterodera schachtii*'ye karşı *Fagopyrum esculentum* ve *Phacelia tanacetifolia*; *Meloidogyne*, *Aeschynomene americana*, *Chloris gayana*, *Crotalaria juncea*, *C. spectabilis*, *C. intermedia*, *Desmodium unicatatum*, *Digitaria decumbens*, *Eragrostis curvula*, *Festuca pratensis*, *Mucuna pruriens*, *M. deeringiana*,

*Panicum maximum* ve *Stylosanthes gracilis*; *Hirschmanniella oryzae*, *Sesbania rostrata* ve *Sphenoclea zeylanica*; *Belonolaimus longicaudatus*, *Crotalaria spectabilis* ve *Tagetes minuta*; *Pratylenchus brachyurus*, *Crotalaria usaramoensis*, *Stylosanthes gracilis* ve *Flemingia congesta*; *P. loosi*, *Tripsacum laxum*, *Cymbopogon confertiflorus* ve *Eragrostis curvula*; *P. neglectus*, *Raphanus sativus*; *Rotylenchulus reniformis*, *Chloris gayana*, *Crotalaria juncea* ve *Tagetes patula* (Sikora ve ark., 2005).

- **Antagonistik bitkiler.** Nematodlara antagonistik etkisi olan bitkiler farklı şekillerde antihelmintik bileşikler üreten bitkilerdir (Pandey ve ark., 2003). Antagonistik bitkilerin nematod mücadelesinde etki mekanizmaları henüz tam anlamıyla ortaya konulamamıştır ve bu nedenle söz konusu mekanizmaların anlaşılabilmesi için *in vitro* şartlarda bitki ekstraktları ile birçok çalışma yapılmaktadır. Bu bitkilerin gelişmeleri veya toprağa karıştırılmaları sırasında toksik maddelerin üretilerek serbest hale geldiği ve böylece nematod popülasyonunun düşmesine neden olduğu çoğu araştırmacının ortak görüşüdür. Birçok bitkinin nematosisit karakterde madde içerdiği çeşitli bitki aksamlarından elde edilen ekstraktların *in vitro* şartlarda yapılan testleriyle belirlenmiştir (Sikora ve ark., 2005). Kadife çiçeği, kenevir, gene otu, kekik, kuşkonmaz ve susam nematosisit aktiviteleri en çok çalışılan bitkilerdir. Kenevir örtücü bitki ve yeşil gübre olarak kök-ur nematodlarının mücadelesinde antagonistik bitki şeklinde kullanılmaktadır. Örtücü bitki olarak yetiştirilen ve daha sonra toprağa karıştırılan *Crotalaria longirostrata* kök-ur nematodu popülasyonunu azaltmaktadır. Bu tarz uygulamalardaki etkinin, mikrobiyal parçalanma sırasında üretilen ve bitkiye zarar vermeyen toksinlere bağlı olabileceği düşünülmektedir. Üzerinde en çok çalışılan antagonistik bitki grubu olan ve bithienyl türevleri ile terhieny maddelerini üreten *Tagetes* cinsine ait türler toksik etkileri nedeniyle kök-ur nematodlarının mücadelesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Sikora ve ark., 2005). Ploeg (1999; 2002), yaptığı çalışmalarda *Tagetes patula*, *T. erecta*, *T. signata* ve *Tagetes* hibriti bir sonraki

hassas domates bitkisindeki kök-ur nematodundan kaynaklanan urlanmayı azalttığını ortaya koymuştur.

### 3. FİZİKSEL ÖNLEMLER

Nematodlar için gerekli olan ve öldürücü olduğu kabul edilen sıcaklık 45°C civarındır. Toprak sıcaklığının doğrudan veya buharla sterilizasyonu nematodların mücadelesinde yıllardır yapılmaktadır; ancak ısıtma maliyetinin fazla olması (uygulamanın ekonomik olmaması) bu uygulamaları belirgin şekilde sınırlamaktadır.

Nematodlarla mücadelede fiziksel önlemler içinde solarizasyon ve dikim materyallerine sıcak su uygulamaları ön plana çıkmıştır ve mücadele açısından önem taşımaktadır.

Nematodlarla mücadelede önerilen ve yaygın olarak kullanılan fiziksel önlemleri aşağıdaki şekilde özetleyebiliriz.

- **Solarizasyon**

Nematodlarla mücadele yıllardır toprak sıcaklığının doğrudan veya buhar vasıtasıyla ısıtılması suretiyle yapılmaktadır. Ancak benzin gibi maddeler kullanılarak yapılan ısıtmanın maliyetinin çok fazla olması bu uygulamayı belirgin şekilde sınırlamaktadır. Toprak sıcaklığının nematodlar için öldürücü olan sıcaklığa çıkması amacıyla plastik örtülerin kullanılması, birçok ülkede toprak patojenlerinin ve kök-ur nematodlarının mücadelesinde yaygın olarak önerilmektedir (Katan, 1981; Whitehead, 1998). Solarizasyon, yüksek seviyedeki güneş enerjisinin uzun süre elde edilebildiği bölgelerde çok etkili olmaktadır. Buna karşın kontrolün sağlandığı toprak derinliği sınırlıdır. Solarizasyon sonucu toprakta letal sıcaklığın olduğu derinlik yüzeydeki 5-10 cm'lik katmandır. Buna bağlı olarak, güneş enerjisinin dışında yetiştirilen bitkinin kök yapısı ve kök-ur nematodu bulaşıklığının derinliği bu uygulamanın

seçimi sırasında dikkat edilmesi gereken diğer önemli hususlardır. Yüzeysel kök gelişimine sahip bitkiler tercih edilmelidir. Ayrıca damlama sulama erken dönemdeki bitki gelişimi üzerinde solarizasyonun etkinliğini artırabilir. Hedef alandaki gübreleme kök gelişimini etkileyen diğer bir unsurdur.

Solarizasyon uygulamalarında; 40-50 cm derinliğe kadar sulanan toprak, tava geldikten sonra 30-40 cm derinliğe kadar sürülerek, kesekler kırılmalı ve yüzeyi düzeltilmelidir. Damlama sulama sistemi döşendikten sonra toprak 0.025-0.1 mm kalınlığında UV katkılı şeffaf plastik örtü ile düzgünce kapatılmalıdır. Toprak nemini kaybederse örtünün altında bırakılan damla sulama sistemi çalıştırılmalıdır. Solarizasyon uygulamasından sonra toprağın yüzeysel işlenmesi gerektiği için, çilek gibi sırta dikim yapılan bitkilerde solarizasyon uygulamasından önce sırtlar hazırlanmalıdır. Uygulama sıcak yaz aylarında (temmuz-ağustos) 4-10 hafta süreyle yapılmalıdır. Solarizasyonun başarısını artırmak için toprağa organik madde ilave edilmelidir (yaş tavuk veya sığır gübresi). Solarizasyon süresi, toprak fumigantları karıştırılarak 4 haftaya kadar indirilebilir.

### • Dikim Materyaline Sıcak Su Uygulaması

Tohum, çiçek soğanı, yumru, rizom ve kökler nematodların beslendiği ve yerleştiği önemli bitkisel materyellerdir. Sıcak su uygulamalarında, genellikle 44-55°C arasında olan uygulama sıcaklığını sabit tutan tanklar ve ekipmanlar gerekmektedir. Bazı nematodların sıcak su uygulamasıyla kontrolü için gerekli olan sıcaklıklar ve süreler arasında farklılıklar vardır. Ayrıca sıcaklık ve süre uygulama yapılacak bitki materyeline göre de değişiklik göstermektedir.

Muz pençelerinin *Radopholus similis* açısından sıcak su uygulamasıyla kontrolü önerilmektedir. Ancak bu işlem küçük işletmeler haricinde sınırlı olarak uygulanmaktadır. Sınırlı kaynaklara sahip üreticiler için bu işlemin modifikasyonu Doğu Afrika ve Hindistan'da muz pençelerinin, Afrika'da ise

yerfıstığıının dikiminden önce endoparazit nematodların kontrolünde önerilmektedir (Sikora ve ark., 2005).

Çeltik beyaz uç nematodu, *Aphelenchoides besseyi* ile bulaşık çeltik tohumlarına karşı sıcak su uygulaması oldukça başarılı sonuçlar vermekte ve etkin şekilde kullanılabilir. Çeltik tohumları oda sıcaklığındaki suda (20°C) 16-20 saat bekletildikten sonra, 51°C'deki suda 7 dakika tutularak nematod popülasyonu düşürülebilir. Diğer bir uygulama olarak, bulaşık tohumlar ön bekletme yapılmaksızın 55-60°C'deki suda 10-15 dakika tutulabilir. Bu konuda Ege Bölgesi'nde 2000-2001 yıllarında yürütülen bir çalışmada, elektrikli ısıtma düzeneği geliştirilmiş ve bu yöntemle çeltik beyaz uç nematoduna karşı %100 etki elde edilmiştir.

Çilek bitkisinde de üretim materyaline dikim öncesi sıcak su uygulaması nematod popülasyonunu düşürmektedir. 46°C'deki suya 10 dakika süreyle bitkilerin daldırılması, *A. besseyi*'nin popülasyonunu düşürebilmektedir.

Çilek nematodu, *A. fragariae* ile bulaşık stolon kullanılmama zorunluluğu varsa, bunlar dikimden önce 46°C'deki suda 8 saat bekletilmelidir. Bu yöntemin iyi sonuç vermesi için, suyun sıcaklığının ve bekleme süresinin iyi ayarlanması gereklidir.

Soğan-sak nematodu, *Ditylenchus dipsaci* için bulaşık veya bulaşık olduğundan şüphe edilen arpacık ve sarımsaklar bir kap içinde her gün suyu değiştirilmek suretiyle 2 gün suda bırakılır. Bu esnada arpacıkta bulunan soğan-sak nematodunun suya geçmesi sağlanarak pratik bir yöntem uygulanabilir. Bu şekilde zararlı popülasyonu düşürülebilir. Diğer bir uygulama ise; sıcak su ile muamele olarak, arpacık ve sarımsak tohumluğu önce 24°C'deki suda 2 saat bırakılarak nematodların aktif hale geçmesi sağlanır. Sonra soğanlar 43.5°C'deki suda 4 saat, sarımsaklar ise 49°C'deki suda 30 dakika tutulur. Bu işlemin daha etkili olmasını sağlamak için 100 L suya 100 g formalin (%40'lık

formaldehit) ilave edilmelidir. İşlem sırasında sıcaklığa dikkat edilmelidir. Aksi halde fazla ısı soğanların çimlenme gücünü yok edebileceği gibi, düşük ısı da tohum bünyesindeki nematodların bir kısmının canlı kalmasına neden olur. Sıcak veya soğuk su ile muamele edilen soğan, sarmısak ve arpacıklar hemen dikilmeli veya geç dikilecekse iyice kurutulmalıdır.

#### 4. YASAL ÖNLEMLER

Kültür bitkilerinde zararlı olup ekonomik derecede zararlara neden olabilen nematod (BPN ve VVN)'ların bazı türleri karantina zararlısı tür olarak nitelendirilmektedir. Söz konusu türler ekonomik önemde zarar meydana getirmelerinin yanında üretim materyalleri ile taşınmalarından dolayı daha fazla önemlidir. Ülkeler karantina listelerini hazırlarken son derece titiz davranmaktadırlar.

Son yıllarda ülkelerin karantina listelerindeki nematod sayılarında bir artma olduğunu görmekteyiz (örn. *Globodera rostochiensis* 1982 yılında toplam 51 ülkenin karantina listesinde yer alırken bu ülke sayısının 2002 yılında 106'ya çıktığını görüyoruz). Tüm etmenler arasında ise *Synchytrium endobioticum* (108 ülkenin karantina listesinde yer almakta)'dan sonra 2. sırada yer alan *G. rostochiensis* karantina listelerinde en fazla yer alan nematod durumundadır. Karantina listesinde yer alan nematodların sıraları da değişkendir (örn. *A. besseyi* 1982 yılında 9 ülkeyle 10. sıradayken 2002 yılında 70 ülkeyle 2. sıraya çıkmıştır, aynı şekilde *Meloidogyne javanica* 1982 yılında 11 ülkenin karantina listesinde yer alırken 2002 yılında hiçbir ülkenin karantina listesinde yer almamıştır). Nematodları, ülkelerin karantina listelerinde yer alma sıklıklarına göre sıralarsak; *Globodera rostochiensis* 106 ülkenin karantina listesinde yer almakta ve karantinaya tabi nematodlar arasında 1. sırada yer almaktadır. Bu nematodu; *Aphelenchoides besseyi*, *Ditylenchus dipsaci*, *Radolpholus similis*, *Globodera pallida*, *Ditylenchus destructor*, *Heterodera glycines*,

*Aphelenchoides fragariae*, *Bursaphelenchus xylophilus*, *Xiphinema index*, *Nacobbus aberrans*, *Xiphinema americanum*, *Anguina tritici*, *Heterodera schachtii*, *Bursaphelenchus cocophilus* takip etmektedir (Lehman, 2002a; b).

Karantina zararlısı BPN'lerin teşhisini yapabilen nematologların sayısının yeterli olmaması ciddi bir sorun haline gelmiş olup hükümetlerin bu konuda çalışmalar yapmaması durumunda sorun daha da artacaktır. Karantina tedbirlerini uygulayarak etmenlerin bölgesel veya ülke seviyesinde yayılmasının engellenmesi tarımsal üretimi önemli ölçüde koruyabilir.

Karantina zararlısı olan nematod türlerinin mücadelesi son derece zordur. Söz konusu karantina zararlıları bir ülkeye veya bölgeye bulaştığı zaman konukçusu olan kültür bitkilerinde çok büyük zararlara ve ürün kayıplarına neden olabilmektedirler. Ülkemize son yıllarda giren türlerden *G. rostochiensis* ve *A. besseyi* karantina zararlısı olan BPN türleri içinde ilk iki sırada yer almaktadır. Bu nedenle, ülkemize bulaşık üretim materyallerinin girmemesi ve bulaşık alanlardan temiz bölgelere taşınarak bulaştırılmaması öncelikli olarak düşünülmelidir.

Karantina listelerinde yer alan nematod türleri ülkelere göre değişiklik göstermektedir. Türkiye'de bu listeler T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Bitki Sağlığı ve Karantina Daire Başkanlığı tarafından konu uzmanlarına hazırlanmakta ve liste olarak sunulmaktadır. Bu türler yıllara göre değişiklik gösterdiği için belirli dönemlerde söz konusu zararlı organizmaları içeren listeler yenilenmektedir.

## **5. KİMYASAL MÜCADELE**

Nematodlarla mücadelede kullanılan nematisit uygulamaları çevreye ve insan sağlığına olumsuz etkileri nedeniyle en son başvurulması gereken bir yöntemdir. Nematisitler çok pahalı olmaları nedeniyle geniş alanlardan ziyade dar alanlarda kullanılabilirler. Özellikle son yıllarda nematisitlerin damlama



sulama sistemi yoluyla ulgulanabilmeleri, düşük dozda hedef zararlı organizmaya daha iyi ulaşması ve bu bağlamda başarı oranlarının yüksek olması açısından önemlidir.

Bazı nematodların kimyasal mücadelesi olmamakla birlikte kimyasal mücadelesi olan nematodlara karşı başarılı olmak için, kültürel önlemlerin iyi alınmış olması gerekir. Uygulamanın bir önceki yıl nematodla ağır bulaşma gösteren yerlerde yapılması ekonomik yönden önemlidir.

Nematodların mücadelesinde kullanılan nematisitler yüksek toksik etkiye sahip aktif maddelere sahiptir. Ülkemizde nematodlara karşı ruhsat almış nematisitlerin büyük bir bölümü kök-ur nematodlarına karşı ruhsatlıdır. Bu ruhsat alan nematisitlere ait aktif maddeler son derece zehirli olup çoğu örtü altı sebze yetiştiriciliğinde toprak fumigantı olarak önerilmekte ve yaygın olarak kullanılmaktadır.

Nematodlara karşı ruhsatlı bitki koruma ürünleri (nematisit'ler) ülkelere göre değişiklik göstermektedir. Türkiye'de nematisitlerin ruhsatı T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Bitki Koruma Ürünleri Daire Başkanlığı tarafından verilmekte ve ruhsatlı bitki koruma ürünleri liste olarak sunulmaktadır. Bu bitki koruma ürünlerine yeni ilaveler olduğu gibi ruhsatı iptal edilen veya yasaklananlar da olduğu için bu listeler belirli dönemlerde yenilenmektedir.

## 6. NEMATODLARA KARŞI BAZI MÜCADELE STRATEJİLERİ

**Biofümigasyon.-** Biofümigasyon, MeBr'ye alternatif kimyasal olmayan mücadele olanaklarının başında gelmektedir. Toprağa uygulanan ve toksik aktiviteye neden olan mikrobiyal parçalanmaya uğramış organik artıklar tarafından üretilen uçucu biyosidal bileşiklerin ve sıcaklık artışının ortamdaki zararlı organizmalara karşı toksik etki göstermesine biofümigasyon

denmektedir. Biofümigasyonda kullanabileceğimiz materyaller arasında her türlü hayvan gübrelere (küçük, büyük baş ve kümes hayvanları), taze tahıl sapları (mısır, buğday, arpa vb.) ve lahanagiller (yeşil yaprak, sap ve kökleri) sayılabilir. Biyosidal bileşikler arasında en önemlisi lahanagillerin bitki kalıntılarının salgıladığı glukozinatların hidrolize olmasıyla ortaya çıkan isothiocyanatlardır. Burada dikkat edilmesi gereken nokta lahanagillerden birçok türün bazı önemli *Meloidogyne* türlerinin hassas konukçusu olduğudur. Neem, kadife çiçeği ve hint yağı otu gibi bitkiler tarafından mevcut toksik bileşiklerin salgılanması veya bitki besin maddesi açısından zengin organik atıkların mikrobiyal fermantasyonuna bağlı olarak toksik bileşiklerin üretimi nematodların mücadelesindeki etkiyi belirlemektedir. Biofumigasyon toksin üretimine neden olan mikrobiyal aktivitenin artırılması için uygun nem, yüksek toprak sıcaklığı ve organik madde kombinasyonunun optimum olduğu durumlarda istenilen sonucu vermektedir. Tropikal ve subtropikal üretim sistemlerinde plastik örtü ve damla sulama kullanımı biofumigasyonun etkinliğini artırmaktadır. Organik artıkların tarlaya taşınması veya biokütle açısından zengin olan örtücü bitkilerin toprağa karıştırılmasıyla beraber plastik örtü ve damla sulama kullanımı arzu edilen mücadele seviyesini belirgin şekilde artırmaktadır.

**Biyolojik iyileştirme.-** Bitki sağlığını artırıcı mutualist endofitik rizosfer bakterileri veya funguslarının kullanımıyla tohumların ve fidelerin biyolojik iyileştirilmesinin bitki gelişim süresince nematod enfeksiyonuna karşı bitkiye dayanıklılığı ve/veya toleransı artırdığı bildirilmektedir (Sikora, 1997). Domates ve biber fidelerine farklı formülasyondaki bitki gelişimini artırıcı rizobakterilerin (PGPR) uygulanması ile domates ve biberin gelişimini ve nematodlara karşı direncini artırdığı ayrıca bazı formülasyonların da biberdeki kök-ur nematodlarından kaynaklanan ırlanmayı azalttığı tespit edilmiştir (Kokalis-Burelle ve ark., 2002). Son yıllarda yapılan çalışmalarda endofitik bakterilerin kök-ur nematodu enfeksiyonunu belirgin şekilde azalttığı ve

uyarılmış sistemik dayanıklılığı artırdığı ortaya konmuştur (Munif ve ark., 2001). Arbuskular mycorrhizal fungusların kullanımıyla bitkilerin iyileştirilmesi birçok sebze kök-ur nematodlarının gelişimini ve bitkiye penetrasyonunu azaltmıştır (örn. muzlarda *R. similis* enfeksiyonunu azaltmıştır) (Sikora ve ark., 2005). Mycorrhizal preparatlar bu amaçla birçok ülkede ticari olarak bulunmaktadır. Mycorrhizal yardımcı bakteriler ve bitki sağlığını artırıcı rizobakteriler ile mycorrhizal fungusların kombinasyonlarının uygulanmasının fide üretimi ve gelişimi süresince fungal kolonizasyonu artırdığı ve domateste kök-ur nematodunun popülasyonunu düşürdüğü tespit edilmiştir (Reimann ve Sikora, 2003). Endofitik funguslar, sebzelerde kök-ur nematodlarının mücadelesi amacıyla fidelerin biyolojik iyileştirilmesinde ve doku kültürü ile yetiştirilen muz bitkilerinin *R. similis*'ten korunması amacıyla kullanılan temel antagonistlerdir (Hallmann ve Sikora, 1994, Sikora, 2002, Sikora ve ark., 2003). Fumigasyon, biofumigasyon veya solarizasyon uygulamasıyla topraktaki mikrobiyal rekabet ortamı elemine edilmekte ve bunun sonucu olarak biokontrol ürünlerinin kullanımıyla daha başarılı sonuçlar alınmaktadır. Daha etkili biyolojik iyileştirme için ticari fidan işletmelerinde kullanılacak mycorrhizal funguslar gibi ticari biokontrol ürünlerinin varlığına ihtiyaç duyulmaktadır. Bazı ürünlerde biyolojik olarak iyileştirilmiş fidelerin/fidanların geniş alanlarda kullanımının artmasıyla pesitisit kullanımı azalırken verim artışı sağlanacaktır (Sikora ve ark., 2005).

**Biyolojik mücadele.-** Bazı nematodlara karşı etkili olan biyolojik mücadele etmenleri tespit edilmiştir. Hububat kist nematodunun popülasyonu üzerinde özellikle kurak alanlarda *Verticillium chlamyosporium* ve *Nematophthora gynophila* etkili olmaktadır. *V. chlamyosporium* ve *Nectria radicola* ise şeker pancarı kist nematoduna karşı etkilidir. *Arthrobotrys irregularis*, *Purpureocillium lilacinum* (syn. *Paecilomyces lilacinus*), *Pasteuria penetrans*, *Aspergillus niger*, vesicular arbuscular mycorrhiza *Glomus manihotis* ve *Streptomyces* türleri tarlada *Meloidogyne* türlerini baskı altında tutabilen

başarılı biyolojik mücadele etmenlerinden bazılarıdır. Yapılan sera denemelerinde *V. chlamyosporium*'un *Meloidogyne* türlerinin mücadelesinde etkili olduğu ortaya konmuştur. *P. lilacinus*, *Streptomyces*, *B. thuringiensis* veya *A. niger* ise *R. reniformis*'in popülasyonu üzerinde önemli etkiye sahiptir. Bu organizmalardan kaynaklanan kontrol başta toprağın nemi olmak üzere toprak şartları ve antagonistin ortamda bulunma durumuna bağlı olarak sınırlanmaktadır. Kullanımını sınırlayan bir diğer faktör ise, istenilen etki için gerekli olan yüksek miktardaki enfektif koloninin ortamda bulunma zorunluluğudur. Biyolojik mücadele etmenleri, nematodlara karşı ileride uygulanacak olan IPM programlarının önemli bir parçası olabilir. Ancak biyolojik mücadele etmenlerinin pratikte yaygın olarak etkili şekilde kullanılabilmesi için birçok araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Son yıllarda biyolojik mücadelede kapsamında kök-ur nematodlarına karşı Entomopatojen Nematod (EPN)'ların kullanımı artmış ve bu konuda dünyada çok sayıda araştırma yapılmıştır (Lewis ve ark., 2001; Fallon ve ark., 2002; Perez ve Lewis, 2004; Shapiro-Ilan ve ark., 2006). Diğer önemli BPN'lerden patates kist nematodları (*Globodera rostochiensis*) ve kök lezyon nematodlarına (*Pratylenchus penetrans*) karşı EPN'lerin etkinliği ile ilgili çalışmalar da bulunmaktadır (LaMondia ve Cowles, 2002; Perry ve ark., 1998). EPN'lerin BPN'lere karşı etkisi ilk olarak 1986 yılında yapılan bir çalışmada keşfedilmiştir (Bird ve Bird, 1986). Daha sonra yapılan sera ve tarla denemeleri sonucunda, EPN uygulamaları ile kök-ur nematodlarının kontrol edilebileceği ortaya konmuştur (Perez ve Lewis, 2004). Domates bitkisinde önemli zarara neden olan *M. incognita*'ya karşı EPN (*Steinernema glaseri* ve *Heterorhabditis megidis*)'ler kullanılarak yapılan çalışmalar sonucunda, *S. glaseri*'nin *M. incognita* popülasyonunu ve yumurta üretimini büyük ölçüde azalttığı saptanmıştır (Lewis ve ark., 2001). Fallon ve arkadaşları (2002) tarafından yapılan çalışmada, ABD'de domates ve soya fasulyesinde önemli bir zararlı olan *M. javanica*'ya karşı EPN'lerin etkisi araştırılmıştır. Çalışmada, Hawaii

izolatları (*S. feltiae* MG-14 ve *H. indica* MG-13), Fransız izolatu (*S. feltiae* SN) ve Teksas izolatu (*S. riobrave* TX) kullanılmış ve başarılı sonuçlar alınmıştır. Perez ve Lewis (2004) seralarda domates ve yerfıstığında zararlı kök-ur nematodlarından *M. incognita* ve *M. hapla*'ya karşı EPN (*S. feltiae*, *S. riobrave* ve *H. bacteriophora*)'leri denemişlerdir. Çalışma sonucunda, kök-ur nematodlarının yumurta oluşturmasının ve bitkiye girişinin büyük ölçüde önlenildiği bildirilmektedir. Shapiro-Ilan ve arkadaşları (2006), Kuzey Amerika'da cevizlerde zararlı *M. partityla*'ya karşı EPN (*S. feltiae* SN ırkı ve *S. riobrave* 7-12 ırkı)'leri ve *S. feltiae*'dan izole edilen bakteriyi (*Xenorhabdus bovienii*) sera koşullarında araştırmışlardır. Çalışmada, kök-ur nematodu ile bulaşık ceviz köklerine yapılan uygulamalarda kontrole oranla kök ağırlığının %80 oranında arttığı ortaya konulmuştur.

EPN'lerin BPN'ler üzerinde etkisi ile ilgili Türkiye'de de sera koşullarında (sera-saksı) (Bulun ve ark., 2009; Kepenekci, 2016) ve doğa koşullarında (*in vivo*) (Kepenekci ve ark., 2018) çalışmalar yapılmıştır.

**Uzaktan algılama.-** Uzaktan algılama nematodların neden olduğu zararın mevcut olduğu tarlaların kızılötesi ve dijital termografi kullanılarak belirlenmesinde kullanılmaktadır (Nicolas ve ark., 1991; Nutter ve ark., 2002). Bu teknolojinin hassas tarımsal ekipmanlarla birlikte kullanılması yüksek nematod yoğunluğuna sahip alanlarda nematosisit uygulanmasıyla mücadelenin etkinliği artırılabilir (Noe, 1998). Hassas ve dayanıklı bitkilerin aynı anda dikimi, dayanıklı yeşil gübrelerin kullanımı nematod popülasyonlarının ekonomik zarar eşiğinin altında olduğu alanlarda tohum maliyetlerini azaltır ve mücadeleyi kolaylaştırır (Sikora ve ark., 2005).

**Biyoteknik mücadele yöntemlerinin kullanılması.-** Son yıllarda tarım alanlarında zararlılarla mücadelede bitkilerden elde edilen ekstraktlar kullanılmaya başlanmış ve başarılı sonuçlar alınmıştır. Kök-ur nematodlarına

karşı biyoteknik mücadele yöntemlerinden bitkisel ekstraktların kullanımı son yıllarda artış göstermiştir. Bu konu ile ilgili çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Malik ve ark., 1987; Bello ve ark., 2006; Tariq ve ark., 2006; Taba ve ark., 2008; Douda ve ark., 2010). Farklı ülkelerde yaygın olarak bulunan veya yetiştirilen bitkilerden elde edilen ekstraktların nematisit özelliklerinin olup olmadığı araştırmalarla ortaya konulmaktadır. Çek Cumhuriyeti'nde havuçta zararlı kök-ur nematodlarından *M. hapla*'ya karşı bazı bitki ektratlarının [tatlı fesleğen (*Ocimum basilicum*), tarla nanesi (*Mentha arvensis*), Meksika kadife çiçeği (*Tagetes erecta*), neem ağacı (*Azadirachta indica*) ve güvey otu (*Origanum majorana*)] etkileri araştırılmıştır. Çalışmalar sonucu, bitki ektratlarının havuç köklerindeki ırlanmayı azalttığı ve nematodların meydana getirdiği yumurta sayısına etkili olduğu rapor edilmiştir (Douda ve ark., 2010). Diğer bir çalışmada, Okinawa adası (Japonya)'nda yaygın olarak bulunan 29 yabancı otun ekstraktlarının *M. incognita*'ya karşı etkisi araştırılmıştır. Çalışmalar sonucu ümitvar olan bitki ektratlarının elde edildiği bitkilerin, *Bidens pilosa var. radiata*, *Hydrocotyle dichondroides*, *Oxalis corymbosa*, *O. corniculata* ve *Stenactis annus* olduğu bildirilmektedir (Taba ve ark., 2008). Pakistan'da yapılan diğer bir çalışmada, fasulye ve bamya bitkilerinde zararlı olan *M. javanica*'ya karşı *Avicennia marina* bitkisinin farklı parçalarından [gövde, yaprak ve pnömatofor (pneumatophore) (solunum kökü)] elde edilen ekstraktlar denenmiştir (Tariq ve ark., 2006). Nijerya'da ise *M. incognita*'nın yumurta paketlerine karşı beş bitkinin (*Tamarindus indica*, *Cassia siamea*, *Isobertinia doka*, *Dolnix regia* ve *Cassia sieberiana*) yaprak ve kabuklarından elde edilen ekstraktlarının nematisit etkileri laboratuvar koşullarında petri denemeleri ile ortaya konulmuştur. (Bello ve ark., 2006). *Xanthium strumarium* fidelerinin yaprak, kök ve gövdelerinden elde edilen sulu ekstraktların ve saflaştırılmış uçucu yağların nematod larvalarında ölüme neden olduğu bildirilmektedir (Malik ve ark.,1987).

Bitki ekstraktları doğal olmaları, kullanım ve hazırlanmalarının kolay olması nedeniyle nematodlarla mücadelede kimyasal nematisitlere karşı alternatif olarak düşünülmektedir. Dünya genelinde bitki ekstraktlarının nematodlara karşı kullanım olanakları ile ilgili yapılan çalışmaların sayısı oldukça fazladır. Günümüzde 21. yüzyılda yaşanan teknolojik ilerlemelerle birlikte nanogümüş katkılı bitki ekstraktlarının tarımda kullanım olanakları üzerinde yapılan bilimsel çalışmaların sayısı da artma eğilimindedir (Mousa ve ark., 2011; Maggie ve ark., 2016; Nassar, 2016; Ahmed Hammad ve Bahig Ahmed, 2018). Türkiye’de de nanogümüş katkılı bitki ekstraktlarının diğer zararlı organizmalara karşı kullanımı ile ilgili çalışmalar bulunmakla birlikte nematodlara karşı çalışmalar yeni başlamıştır (Dura ve ark., 2019a; b; Sağlam Altinköy ve ark., 2020; Dura ve Kepenekci, 2022).

Ülkemizde de kök-ur nematodlarına karşı ruhsat almış bitkisel kökenli iki preparat mevcuttur [Sarımsak ve *Quillaja saponaria* Mol. (Quillay) (Rosales: Rosaceae) (Şili’ye özgü bir ağaç) Ekstraktı] (Anonymous, 2010).

## 7. SONUÇ

Toprak gibi mikrobiyolojisi karışık bir ortamda yetişen bitkilerin doğal koşullarda tek bir organizma grubu tarafından zarar gördüğünü kabul etmek olanaksızdır. Yapılan çalışmalarda toplam tarımsal üretimde BPN’lerden kaynaklanan ürün kaybının ortalama %12 olduğu bildirilmektedir. Bu kayıp; toprak yapısına, ürün çeşidine, nematod türüne ve bölgeye göre değişiklik göstermektedir. Türkiye’de yaygın olarak bulunan, ekonomik düzeyde verim kayıplarına neden olan BPN ve VVN türlerinin konukçuları ve bölgelere göre zarar oranları veya ürün kayıpları ortaya konulmalı ve bu tip ekonomik nematoloji konularında yapılacak araştırmalara destek verilmelidir.

Her zararlı organizma grubunda olduğu gibi nematoloji konusunda da tür teşhisinin yapılması çok önemlidir. Nematodların küçük mikroskobik canlılar

olmasından ve türlerinin birbirlerine çok benzemesinden dolayı tür teşhisi, nematoloji laboratuvarına sahip yetkili kuruluşlarda bu konuda uzmanlaşmış kişilerce kesin olarak yapılmalı ve son karar verilerek gerekirse mücadele stratejisi ortaya konulmalıdır. Ayrıca nematodların bitkilerde meydana getirdikleri belirtiler, diğer zararlı organizmalardan ileri gelen belirtilere benzediği için mikroskop altında nematodu görmeden ve teşhisini yapmadan kesin kaniya gidilmemelidir.

BPN'lerin bazı türleri karantina zararlısı tür olarak nitelendirilmektedir. Söz konusu türler ekonomik önemde zarar meydana getirmelerinin yanında üretim materyalleri (fide, fidan, tohum vb.) ile taşınmalarından dolayı da son derece önemlidir. Ülkeler karantina listelerini hazırlarken son derece titiz davranmaktadır. Bu karantina zararlısı olan BPN ve VVN türleriyle mücadele çok zordur. Söz konusu karantina zararlıları bir ülkeye veya bölgeye bulaştığı zaman konukçusu olan kültür bitkilerinde çok büyük zararlara ve ürün kayıplarına neden olabilmektedirler. Karantina zararlısı bu türlerden önemli bir bölümünün (*M. chitwoodi*, *G. pallida*, *G. rostochiensis*, *A. besseyi*, *R. reniformis*) Türkiye'ye son yıllarda girmiş olması üzücüdür. Türkiye'ye son yıllarda giren türlerden *G. rostochiensis* ve *A. besseyi*, dünya listelerinde karantina zararlısı olan nematod türleri arasında ilk iki sırada yer almaktadır. Bu nedenle, Türkiye'ye bulaşık üretim materyallerinin girmemesi ve bulaşık materyallerin temiz bölgelere taşınarak bulaşmanın önlenmesi öncelikli olarak düşünülmelidir. Bulaşık olduğu şüphe edilen alanlardan örnek alma talimatına uygun olarak toprak ve kök örnekleri alınmalı ve bu örnekler nematoloji laboratuvarının bulunduğu ilgili kuruluşlara gönderilmelidir. Nematod zararından korunmak için uygulanabilecek en ekonomik ve etkili yol, temiz alanlara bulaşık materyallerin girişinin önlenmesidir. Karantinaya tabi nematodların temiz alanlara bulaşmaması, ancak yasal önlemlerle mümkün olabilmektedir. Özellikle karantinaya tabi nematodlarla bulaşık alanlardan zararlının elimine edilmesi için mevcut mücadele yöntemlerinin hiçbirinin



yeterli olmaması ve kimyasal mücadele yönteminin maliyetinin yüksek ve çevreye zararlı olması gibi nedenlerle bulaşmayı önleyici yasal tedbirlerin alınması öncelikli olmalıdır.

BPN ve VVN'lerle mücadelede tohumluk üretimi önemli bir yer tutmaktadır. Tohumluk üretim sisteminin oluşturulabilmesi için öncelikli olarak tohumluk üretim alanlarının belirlenmesi gerekmektedir. Türkiye'de tohumluk ve yemeklik üretimler aynı bölgede hatta yana yana olan alanlarda birlikte yapılmaktadır. Bu durum, tohumluk üretiminde mutlak yapılması gereken zararlı organizmaların kontrolünü güçleştirmekte ve sağlıklı tohumluk üretimini engellemektedir. Nitekim, Türkiye'de uzun yıllar kontrolsüz tohumluk üretimi yapılmasının, diğer bir deyişle, tohumla yayılan önemli zararlı organizmaların Türkiyeye girmesi ve bu alanlarda yayılması sonucunda, bugün sağlıklı tohumluk üretimi güçleşmiştir. Çeltik ekiliş alanlarında çeltik beyaz uç nematodu ve patates ekiliş alanlarında patates kist nematodları 1995-1996 yıllarında Türkiyeye girmiş ve hızlı bir yayılma eğilimi göstermiştir. Bu bağlamda özellikle karantinaya tabi ve tohum fidan sertifikasyon açısından önem taşıyan nematodların yayılmalarını engelleyici tedbirlerin alınması, öncelikli olarak düşünülmeli ve ilgili çalışmalar ivedilikle başlatılmalıdır.

Bazı bölgelerde sulu tarıma geçilmesiyle mevcut bulunan nematod türlerinin yayılarak bitkilere zarar vermeye başlaması kaçınılmazdır. Bu gibi durumlarda tüm mücadele yöntemlerinin birlikte uygulanması gerekmektedir. Mücadelenin başarılı olması için nematod türlerinin biyolojik ve ekolojik özelliklerinin yanı sıra, nematod-bitki ilişkilerinin ve nematodların toprak ekosistemi içindeki diğer canlılarla karşılıklı etkileşimlerinin ortaya konması önemlidir.

Dünyada nematodların mücadelesinde kullanılan yöntemlerin sayısı son yıllarda hızla artmış; münavebe ve nematisit uygulamalarını temel alan mücadele yöntemlerinden son derece kompleks mücadele yöntemlerine geçiş

olmuştur. Bu geçiş Türkiye’de ayak uydurmalı, bu konudaki çalışmalara önem ve hız vermelidir.

Kimyasal mücadele yapılmadan basit ve çoğu üretici tarafından sıklıkla uygulanan çeşitli kültürel önlemlerin birbirini tamamlayacak şekilde kullanılmasıyla, nematodların bazı kültür bitkilerinde meydana getirdikleri zararlar önlenmektedir.

Uzun yıllar boyunca nematodlarla mücadele, yetiştirilen bitkinin değerine ve yetiştirilme yoğunluğuna bağlı olarak yapılmaktadır. Yoğun nematisit kullanımı, ürün rotasyonu ve dayanıklı çeşitlerin kullanımı en çok tercih edilen mücadele yöntemleri arasında yer almaktadır. Özellikle nematisitler geniş spektümlü toprak fumigantları olarak yaygın olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda nematisitlerin kullanımı, insan ve çevre sağlığına olan olumsuz etkileri nedeniyle sınırlandırılmaktadır. Bu nedenle günümüzde, nematodların sorun olduğu alanlarda zararlı popülasyonunu kabul edilebilir seviyede tutmak için birbirleriyle uyumlu bütün mücadele yöntemlerinin kullanıldığı "Entegre Mücadele"ye yönelim olmuştur. Entegre mücadele konusunda Türkiye’de de yeni çalışmalar başlamalı veya yürütülen çalışmalara hız verilmeli, elde edilen sonuçlar doğrultusunda mücadele stratejileri belirlenmelidir.

Nematodlarla mücadelede kimyasal mücadeleye alternatif olarak biyolojik ve biyoteknik mücadele yöntemleri ön plana çıkmaktadır. Özellikle biyopreparat ya da biyopestisit açısından son yıllarda bu iki mücadele yöntemi üzerinde çalışmalar artmıştır [bitki ekstraktları, biyolojik mücadele etmenleri (örn. entomopatojenler)]. Son yıllarda bu yöntemlerle ilgili çalışmalar, özellikle fazla miktarda nematisitin kullanıldığı ürünler (örn. örtü altı sebze yetiştiriciliği)’de ve nematod türleri (örn. kök-ur nematodları)’nde hız kazanmıştır. Kimyasal mücadelenin yaygın olarak uygulandığı dünya tarım alanlarında kimyasal mücadeleye alternatif mücadele olanakları üzerine yapılan çalışmalardan

ümitvar sonuçlar alınmış ve uygulamaya geçilmiştir. Türkiye’de de bu çalışmalar arttırılmalı, önem verilmeli ve yapılan çalışmalar uygulamaya verilmelidir.

**KAYNAKÇA**

- Ahmed Hammad, N.E.D., Bahig Ahmed, E.D. (2018). Effectiveness of silver nanoparticles against root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* infecting tomato under greenhouse conditions. *Journal of Agricultural Science* 10: 148-156.
- Anonymous. (2008). Zirai Mücadele Teknik Talimatları. Cilt 6. Başak Matbaacılık, Ankara, sayfa 11-65.
- Anonymous. (2010). Ruhsatlı Bitki Koruma Ürünleri. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü. Pulat Basımevi, 298 sayfa.
- Arıncı, Y. (1982). Research on occurrence, distribution and host range of *Xiphinema* spp. associated with grapevines in Aegean Region. İzmir Directorate of Agriculture Quarantine Research Series 41: 83 pp.
- Bello, L.Y., Chindo, P.S., Marley, P.S., Alegbejo, M.D. (2006). Effects of some plant extracts on larval hatch of the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. *Archives of Phytopathology and Plant Protection* 39: 253-257.
- Bird, A.F., Bird, J. (1986). Observations on the use of insect parasitic nematodes as means of biological control of root-knot nematodes. *International Journal for Parasitology* 16: 511-516.
- Bulun, N., Güneş, Ç., Gözel, U. (2009). Entomopatojen Nematodların Kök ur Nematodu (*Meloidogyne incognita*, Tylenchida: Meloidogynidae) Üzerine Etkinliğinin Belirlenmesi. Türkiye III. Bitki Koruma Kongresi, Van. Özet 370.
- Djian-Caporalino, C., Pijarowski, L., Fazari, A., Samson, M., Gaveau, L., O'Byrne, C., Lefebvre, V., Caranta, C., Palloix, A., Abad, P. (2001). High-resolution genetic mapping of the pepper (*Capsicum annuum* L.) resistance loci *Me3* and *Me4* conferring heat-stable resistance to root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). *Theoretical and Applied Genetics* 103: 592-600.
- Djian-Caporalino, C., Fazari, A., Arguel, M.J., Vernie, T., Vande Castele, C., Faure, I., Brunoud, G., Pijarowski, L., Palloix, A., Lefebvre, V., Abad, P. (2007). Root-knot nematode (*Meloidogyne* spp.) *Me* resistance genes in pepper (*Capsicum annuum* L.) are clustered on the P9 chromosome. *Theoretical and Applied Genetics* 114: 473-486.
- Diker, T. (1952). Samsun Bölgesinde Nematodların Hayat Devreleri Tahribat Şekilleri ile Arız Olduğu Bitkiler. (Doktora Tezi) (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesine Ziraat Doktoru payesi kazanılmak üzere sunulmuş), 86 sayfa.
- Douda, O., Zouhar, M., Mazakova, J., Novakova E., Pavela, R. (2010). Using essences as alternative mean for northern root-knot nematode (*Meloidogyne hapla*) management. *Journal of Pest Science* 83: 217-221.
- Dura, O., Sarı, Y., Tınmaz, A.B., Sönmez, İ., Yeşilayer, A., Kepenekci, İ. (2019a). Nano Gümüş Katkılı *Moringa oleifera* L. (Brassicales:

- Moringaceae) Su Ekstraktının *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949 (Nematoda: Meloidogynidae) Karşı Laboratuvar Koşullarında Etkinliğinin Belirlenmesi. Bahçe 48: 19-25.
- Dura, O., Tülek, A., Sönmez, İ., Erdoğan, F.D., Yeşilayer, A., Kepenekci, İ. (2019b). *Lantana camara* L. (Lamiales: Verbenaceae) ekstraktı kullanarak gümüş partikülleri (AgNPs) uygulamalarının buğday gal nematodu [*Anguina tritici* Thorne, 1949 (Nematoda: Abguinidae)]'na karşı etkisi. Bitki Koruma Bülteni 59: 13-14.
- Dura, O., Kepenekci, İ. (2022). Bazı Nanogümüş Partiküllü (AgNPs) Bitki Su Ekstraktlarının Kök-Ur Nematodları (*Meloidogyne* spp.)'na Karşı *İn vitro* Koşullarda Etkinliğinin Belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi 25: 1390-1400.
- Fallon, D.J., Kaya, H.K., Gaugler, R., Sipes, B.S. (2002). Effect of Entomopathogenic Nematodes on *Meloidogyne javanica* on Tomatoes and Soybeans. Journal of Nematology 34: 239-245.
- Fazari, A., Palloix, A., Wang, L., Yan Hua, M., Sage-Palloix, A., Zhang, X.B., Djian-Caporalino, C. (2012). The root-knot nematode resistance *N-gene* co-localizes in the *me*-genes cluster on the pepper (*Capsicum annuum* L.) P9 chromosome. Plant Breeding 131: 665-673.
- Gisbert, C., Trujillo-Moya, C., Sánchez-Torres, P., Sifres, A., Sánchez-Castro, E., Nuez, F., 2013. Resistance of pepper germplasm to *Meloidogyne incognita*. Annals of Applied Biology 162: 110-118.
- Hallmann, J., Sikora, R.A. (1994). Influence of *Fusarium oxysporum*, a mutualistic fungal endophyte, on *Meloidogyne incognita* infection of tomato. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 101: 475-481.
- Jeffers, D.P., Roberts, P.A. (1993). Effect of planting date and host genotype on the root-knot nematode-*Fusarium* wilt diseases complex of cotton. Phytopathology 83: 645-654.
- Johnson, C.S., Komm, D.A., Jones, J.L. (1989). Control of *Globodera tabacum solanacearum* by alternating resistance and nematicide. Journal of Nematology 21: 16-23.
- Kaloshian, I., Williamson, V.M., Miyao, G., Lawn, D.A., Westerdahl, B.B. (1996). "Resistance-breaking" nematodes identified in California tomatoes. California Agriculture 50: 18-19.
- Kaşkaloğlu, N. (1965). Bağlarda Kısa Boğum Hastalığı ve Teshis Metodları. Zirai Mücadele Haberler Bülteni Yıl: 4, Sayı: 81.
- Kaşkaloğlu, N., Türkmenoğlu, H. (1965). Bağ hastalıkları ve zararlıları. Tarım Bakanlığı, İzmir, Bornova Zirai Mücadele Enstitüsü Yayını.
- Katan, J. (1981) Solar heating (solarization) of soil for control of soilborne pests. Annual Review of Phytopathology 19: 211-236.
- Kepenekci, İ. (2012). Nematoloji (Bitki Paraziti ve Entomopatojen Nematodlar) [Genel Nematoloji (Cilt-I), Taksonomik Nematoloji (Cilt-

- II)] [*Nematology* (Plant parasitic and Entomopathogenic nematodes) (General Nematology, Volume-I) (Taxonomic Nematology, Volume-II) pp.1155.] Eğitim, Yayın ve Yayımlar Dairesi Başkanlığı, Tarım Bilim Serisi, Yayın No: 3 (2012/3), LIV+1155 sayfa.
- Kepepekci, İ., Toktay, H., Evlice, E. (2006). Plant parasitic nematodes associated with Vineyards (*Vitis vinifera* L.) in the Central anatolia region of Turkey. 28th European Society of Nematologist Congress. Pensoft Publishers, Sofia, Bulgaria. Abstract, 156 p.
- Kepepekci, İ. (2014a). A new genus *Trichodorus* Cobb (stubby root nematode) (Triplonchida: Trichodoridae) and a preliminary list of virus vector nematodes associated in Turkey. *Munis Entomology and Zoology* 9: 227-244.
- Kepepekci, İ. (2014b). Plant parasitic nematodes (Tylenchida, Nematoda) in Turkey. *Pakistan Journal of Nematology* 32: 11-31.
- Kepepekci, İ., Toktay, H., Evlice, E. (2014a). Plant Parasitic and Virus Vector Nematodes Associated with Vineyards in The Central Anatolia Region of Turkey. *Pakistan Journal of Zoology* 46: 866-870.
- Kepepekci, İ., Tülek, A., Erdoğan, D., Evlice, E., Toktay, H., Devran, Z., Hazır, S. (2014b). *Türkiye Ayrıntılı nematoloji bibliyografyası (1934-2014)*, Nematoloji'de 80 yıl. Siyasal Kitabevi, 444 sayfa.
- Kepepekci, İ. (2016). Serada Yetiştirilen Domates Bitkilerinde Zararlı Kök-ur Nematodu (*Meloidogyne javanica*)'na Karşı Entomopatojen Nematodların ve Simbiyont Bakterilerinin Etkinliği. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 33: 162-172.
- Kepepekci, İ., Hazır, S., Oksal, E., Lewis, E.E. (2018). Application methods of *Steinernema feltiae*, *Xenorhabdus bovienii* and *Purpureocillium lilacinum* to control root-knot nematodes in greenhouse tomato systems. *Crop Protection* 108: 31-38.
- Kepepekci, İ., Atay, T., Yeşilayer, A., Sağlam, N. (2019). Tokat ilinde yaygın olarak kullanılan yerel domates genotiplerinin Kök-ur nematodları'na (*Meloidogyne incognita* ve *Meloidogyne javanica*) karşı dayanıklılıklarının araştırılması. *Bitki Koruma Bülteni* 59: 85-92.
- Koenning, S.R., Schmitt, D.P., Barker, K.R. (1993). Effects of cropping systems on population density of *Heterodera glycines* and soybean yield. *Plant Disease* 77: 780-786.
- Kokalis-Burelle, N., Vavrina, C.S., Rosskopf, E.N., Shelby, R.A. (2002). Field evaluation of plant growth-promoting rhizobacteria amended transplant mixes and soil solarization for tomato and pepper production in Florida. *Plant and Soil* 238: 257-266.
- LaMondia, J.A., Cowles, R.S. (2002). Effect of entomopathogenic nematodes and *Trichoderma harzianum* on strawberry black root rot pathogens *Pratylenchus penetrans* and *Rhizoctonia fragariae*. *Journal of Nematology* 34: 351-357.

- Lehman, P.S. (2002a). Top 15 Regulated Nematodes, <http://nematode.unl.edu/regnemas.htm> (Erişim tarihi: 08. 02. 2012).
- Lehman, P.S. (2002b). Nematodes in international quarantine legislation. Poster sessions, 412. <http://www.ifns.org/cd2002/main.pdf> (Erişim tarihi: 03. 12. 2011).
- Lewis, E.E., Grewal, P.S., Sardanelli, S. (2001). Interactions between the *Steinernema feltiae*-*Xenorhabdus bovienii* insect pathogen complex and the root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. *Biological Control* 21: 56-62.
- Maggie, E.M.H., Hanaa, S.Z., Shereen, E.M.E., Abeer, F.D. (2016). Comprasion study between silver nanoparticles and two nematicides against *Meloidogyne incognita* on tomato seedlings. *Plant Pathology Journal* 15: 144-151.
- Malik, M.S.N., Sanfwan, K., Bahatti, K.S.D.S. (1987). Nematicidal activity of extracts of *Xanthium strumarium* L. *Pesticides* 21: 19-20.
- Mian, I.H., Ali, M., Akhter, R. (1995). Grafting on *Solanum* rootstocks to control root-knot of tomato and bacterial wilt of eggplant. *Bulletin of the Institute of Tropical Agriculture* 18: 41-47.
- Mousa, E.M., Mahdy, M.E., Younis D.M. (2011). Evaluation of some plant extracts to control root knot nematodes, *Meloidogyne* spp. on tomato plants. *Egyptian Journal of Agronematology* 10: 1-14.
- Munif, A., Hallmann, J., Sikora, R.A. (2001). Induced systemic resistance of selected endophtic bacteria against *Meloidogyne incognita* on tomato. *Communications in Applied Biological Sciences* 66: 663-669.
- Nassar, A.M. (2016). Effectiveness of silver nano-particles of extracts of *Urtica urens* (Urticaceae) against root-knot nematode *Meloidogtne incognita*. *Asian Journal of Nematology* 5: 14-19.
- Nicolas, H., Rivoal, R., Duchesne, J., Lili, Z. (1991). Detection of *Heterodera avenae* infestations on winter wheat by radiothermometry. *Revue Nematologie* 14: 285-290.
- Noe, J.P. (1998). Crop and nematode management systems. In: Barker, K.R., Pederson, G.A., Windham, G.L. (Eds.). *Plant and Nematode Interactions*. American Society of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin. Pp. 159-171.
- Noe, J.P., Sikora, R.A. (1990). Effects of tropical climates on the distribution and host-parasite relationship of plant parasitic nematodes. In: Luc, M., Sikora, R.S., Bridge, J. (Eds.). *Plant parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture*. CAB International, Wallingford, UK. Pp. 629.
- Norton, D.C. (1978). Ecology of Plant-Parasitic Nematodes. In: Wiley, J. (Ed.) *New York*. Pp. 268.
- Nutter, F.W. Jr, Tylka, G.L., Guan, J., Morreira, A.J.D., Marett, C.C., Rosburg, T.R., Basart, J.P., Chong, C.S. (2002). Use of remote sensing to detect

- soybean cyst nematode-induced plant stress. *Journal of Nematology* 34: 222-231.
- Ornat, C., Verdojo-Lucas, S., Sorribas, F.C. (2001). A population of *Meloidogyne javanica* in Spain virulent to the *Mi* resistance gene in tomato. *Plant disease* 85: 271-176.
- Ökten, M.E., Kepenekci, İ., Akgül, H.C. (2000). Distribution and host association of plant parasitic nematodes (Tylenchida) in Turkey. *Pakistan Journal of Nematology* 18: 79-106.
- Öztürk, G., Enneli, S. (1994). Distribution of plant parasitic nematodes in alfalfa-growing areas in Central Anatolia Region of Turkey. *Proc. of 9th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union, Aydın, Türkiye*. Pp. 537-538.
- Öztürk, L., Behmand, T., Öcal, A., Avcı G.G., Elekcioğlu, I.H. (2018). Studies on nematodes from Longidoridae and Trichodoridae in Northwestern Marmara region of Turkey. *33th Symposium of the European Society of Nematologists Ghent, Abstract*, 288 p.
- Pandey, R., Sikora, R.A., Klra, A., Singh, H.B., Pandey, S. (2003). Plants and their products act as major nematode inhibitory agents. In: Trivedi, P.C. (Ed.) *Nematode Management in Plants. Scientific Publishers*, Jodhpur, India. Pp. 103-131.
- Perez, E.E., Lewis, E.E. (2004). Suppression of *Meloidogyne incognita* and *Meloidogyne hapla* with entomopathogenic nematodes on greenhouse peanuts and tomatoes. *Biological Control* 30: 336-341.
- Perry, R.N., Hominick, W.M., Beane, J., Briscoe, B. (1998). Effect of the entomopathogenic nematodes, *Steinernema feltiae* and *S. carpocapsae* on the potato cyst nematode, *Globodera rostochiensis* in pot trials. *Biocontrol Science and Technology* 8: 175-180.
- Ploeg, A.T. (1999). Greenhouse studies on the effect of marigolds (*Tagetes* spp.) on four *Meloidogyne* species. *Journal of Nematology* 31: 62-69.
- Ploeg, A.T. (2002). Effects of selected marigold varieties on root knot nematodes and tomato and melon yields. *Plant Disease* 86: 505-508.
- Reimann, S., Sikora, R.A. (2003). Managing the mycorrhizosphere-an approach to sustainable agriculture after the phase out of methyl bromide. *Communications in Agriculture and Applied Biological Sciences* 68: 129-134.
- Roberts, P.A. (1987). The influence of planting date of carrot on *Meloidogyne incognita* reproduction and injury to roots. *Nematologica* 33: 335-342.
- Roberts, P.A. (2002). Concepts and consequences of resistance. In: Starr, J.L., Cook, R., Bridge, J. (Eds.) *Plant resistance to Parasitic Nematodes*. CAB International, Wallingford, UK. Pp. 23-41.
- Sağlam Altinköy, H. D., Dura, O., Kepenekci, İ. (2020). Determination of the effectiveness of nano silver additive aqueous extract of *Moringa oleifera* L. (Brassicales: Moringaceae) Against Root Lesion Nematode



- [*Pratylenchus thornei* Sher Allen) Chitwood (Nematoda: Pratylenchidae)] Under Laboratory Conditions. *Journal of Global Innovations in Agricultural and Social Sciences* 8: 19-22.
- Shapiro-Ilan, D.I., Nyczepir, A.P., Lewis, E.E. (2006). Entomopathogenic nematodes and bacteria applications for control of the pecan root-knot nematode, *Meloidogyne partityla* in the Greenhouse. *Journal of Nematology* 38: 449-454.
- Sikora, R.A. (1984). Importance of diapause, resistant and early maturing potato cultivars, chicken manure and non-host crops for *Globodera rostochiensis* integrated control in the upland tropics. *Communications in Agriculture and Applied Biological Sciences* 49: 613-620.
- Sikora, R.A. (1997). Biological system management in the rhizosphere: an inside-out/outside-in perspective. *Communications in Agriculture and Applied Biological Sciences* 62: 105-112.
- Sikora, R.A. (2002). Strategies for biological system management of nematodes in horticulture crops. Fumigate, confuse or ignore them. *Communications in Agriculture and Applied Biological Sciences* 67: 5-18.
- Sikora, R.A., Bridge, J., Star, J.L. (2005). Management practices: an overview of integrated nematode management technologies. In: Luc, M., Sikora, R.A., Bridge, J. (Eds.) *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture*. CABI Publishing, London. Pp. 793-825.
- Sikora, R.A., Niere, B., Kimenju, J. (2003). Endophytic microbial diversity and plant nematode management in African agriculture. In: Neuenschwander, P., Borgemeister, C., Langewald, J. (Eds.). *Biological Control in IPM Systems in Africa*. CAB International, Wallingford, UK. Pp. 179-192.
- Taba, S., Sawada, J., Moromizato, Z. (2008). Nematicidal activity of Okinawa Island plants on the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) Chitwood. *Plant Soil* 303: 207-216.
- Tariq, M., Dawar, S., Mehdi, F.S., Zaki, M.J. (2006). Use of *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh in the control of root knot nematode *Meloidogyne javanica* (Treb) Chitwood on Okra and Mash Bean. *Turkish Journal of Biology* 31: 225-230.
- Trudgill, D.L. (1991) Resistance and tolerance of plant parasitic nematodes in plants. *Annual Review of Phytopathology* 29: 167-192.
- Trudgill, D.L., Parrot, D.M. (1972). Effect of growing resistant potatoes with the *H1* gene from *Solanum tuberosum* ssp. *andigena* on populations of *Heterodera rostochiensis* pathotype A. *Annals of Applied Biology* 73: 67-75.
- Turner, S.J. (1990). The identification and fitness of virulent potato-cyst nematodes (*Globodera pallida*) selected on resistant *Solanum vernei*

- hybrids for up to eleven generations. *Annals of Applied Biology* 117: 385-397.
- Tülek, A., Kepenekci, İ., Tülek, B., Sakin, M. A. (2021). Determination of the reactions of some bread and durum wheat varieties to the wheat seed gall nematode [*Anguina tritici* (Steinbuch) Filipjev], *Bitki Koruma Bülteni (Plant Protection Bulletin)* 61: 13-18.
- Tzortzakakis, E.A., Phillips, M.S., Trudgill, D.L. (2000). Rotation management of *Meloidogyne javanica* in a small scale greenhouse trial in Crete, Greece. *Nematropica* 30: 167-175.
- Weischer, B. (1993). Nematode-virüs interactions. In: Khan, M.W. (Ed.). *Nematode interactions*. Chapman and Hall publication, London. Pp. 217-231.
- Whitehead, A.G. (1998) *Plant nematode control*. CAB International, Wallingford, UK. Pp. 384.
- Young, L.D., Hartwig, E.E. (1992). Problem and strategies associated with long-term use of nematode resistant cultivars. *Journal of Nematology* 24: 228-133.
- Yüksel, H.Ş. (1966). İzmir ve Manisa Bağlarında Kısa Boğum Hastalığının Vektörü *Xiphinema index* (Longidoridae) Durumu Üzerinde Araştırma. *Bitki Koruma Bülteni* 6: 31-34.



## BÖLÜM 11

### ÇELTİK ÜRETİMİNDE HASTALIK VE MÜCADELE

#### (SİNOP İLİ BOYABAT İLÇESİ ÖRNEĞİ)

Doç. Dr. Rüveyda YÜZBAŞIOĞLU<sup>1</sup>

Dr. Öğr. Üyesi Şerife TOPKAYA<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup>Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Tokat, Türkiye. ruveyda.kiziloglu@gop.edu.tr, ORCID ID:0000-0002-6520-0543

<sup>2</sup> Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Korumu Bölümü, Tokat, Türkiye. serife.topkaya@gop.edu.tr, ORCID ID:0000-0002-0095-474X



## 1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun yarısından fazlası, gıda kalori gereksinimlerinin yaklaşık %80'i için pirinçe bağlıdır (Ben-Chendo ve ark., 2017). Dünya'da 164.192 bin hektar çeltik ekim alanı bulunmaktadır. Çeltik ekim alanının %85.55'i Asya kıtasında (140.463.627 ha) yer alırken, %10.46'sı Afrika kıtasında (17.174.644 ha) ve geriye kalan kısmı Amerika (5.906.725 ha), Avrupa (637.872 ha) ve Okyanusya (9.296 ha) kıtalarında bulunmaktadır (FAO, 2022). Dünya'da çeltik ekim alanı bakımından en yüksek olan ülkeler ise, Hindistan, Çin, Bangladeş, Endonezya, Tayland, Vietnam, Myanmar, Nijerya, Filipinler ve Pakistan'dır. Dünya açısından karşılaştırıldığında Türkiye önemli sıralamalara sahip olmasa da Türkiye'de pirinç çiftçiler tarafından üretilen başlıca tahıl ürünlerinden birini oluşturmaktadır ve ülke ekonomisini şekillendirmede önemli bir rol oynamaktadır.

Türkiye sahip olduğu iklim ve coğrafi koşullar itibariyle farklı tarımsal ürünlerin yetiştirilmesi açısından uygundur. Birçok üründe önemli üretim miktarlarına sahip olmasına rağmen 2021-2022 yılı üretim sezonunda 130 bin ha alanda 1 milyon ton çeltik üretimi gerçekleştirilmiştir (TUİK, 2022). Çeltik üretiminde en büyük paya sahip iller Edirne (%41.2), Samsun (%15.3), Balıkesir (%13.7), Çorum (%5.9), Sinop (%2.8), Çankırı (%2.2), Bursa (%2.0), Kırklareli (%1.7) ve Tekirdağ (%1.6) illeridir (TUİK, 2022).

Çeltik üretimi biyotik ve abiyotik faktörler tarafından etkilenmektedir. Kuraklık, soğuk, asitlik, tuzluluk abiyotik faktörlerken; zararlılar, yabancı otlar ve hastalık etmenleri (bakteri, fungus, virüs) biyotik faktörlerdir (Onyango, 2014; Simkhada ve Thapa 2022). Biyotik faktörler arasında fungusların tek başına çeltik üretimini yaklaşık olarak %14 oranında azalttığı tahmin edilmektedir (Agrios, 2005). Türkiye'de çeltik üretim alanlarında ekonomik anlamda kayba neden olan önemli fungal hastalıklar; *Pyricularia oryzae*'nin neden olduğu çeltik yanıklığı, *Fusarium moniliforme*'nin neden olduğu kök

boğaz çürüklüğü ve *Helmithosporium oryzae*'nin neden olduğu Kahverengi yaprak lekesi hastalıklarıdır.

### **1.1. Çeltik Yanıklık Hastalığı [*Pyricularia oryzae* Cav. (telemorf: *Magnaporthe oryzae*)]**

*Pyricularia oryzae*' in neden olduğu yanıklık hastalığına (yaprak, boğum, salkım, salkım sapı yanıklığı) halk dilinde kurt boğazı, sam vurması, pas, bruson gibi isimler de verilmektedir. Hastalık etmeni fungus, kışı çeltik tohumlarında, hasat sonrası tarlada kalan bitki artıklarında veya darıcan (*Echinochloa crus-galli* Roem et Schult) gibi bazı yabancı buğdaygillerde geçirmektedir. Hastalık etmeninin yıldan yıla taşınmasında Güneydoğu Anadolu'da sadece çeltik tohumlarının rol aldığı, Akdeniz ve Ege bölgelerinde ise buna ek olarak tarlada anız şeklinde bırakılan çeltik artıklarının da etkili olduğu görülmüştür. Tarlada bitki kalıntılarında veya darıcan gibi bazı buğdaygillerde ya da çeltik tohumunda misel formunda kışı geçiren fungal etmen hava koşulları uygun hale geldiğinde, konidilerini oluşturur ve bunlar da rüzgar ve sulama suyu gibi faktörlerle sağlıklı bitkilere ulaşarak sekonder enfeksiyonları oluştururlar (Anonim 2023a).

*Pyricularia oryzae*'nin oluşturduğu belirtiler; yıllara, bölgeye, çeşide ve çevre şartlarına bağlı olarak farklılık göstermektedir (Ou, 1985). Hastalık ile mücadele edilmediği durumlarda hassas çeşitlerin yetiştirildiği alanlarda %60-100 oranlarında verim kaybına neden olabileceği bildirilmektedir (Musiiime ve ark., 2005; Aravindan ve ark., 2016). Hastalık etmeninin oluşturduğu belirtiler bitkinin etkilenen kısmına bağlı olarak farklılık gösterir. Bunlar; boğum yanıklığı, yaprak yanıklığı ve salkım yanıklığı şeklindedir (Seidi ve Karakaya, 2021; Neupane ve Bhusal, 2021). Bu hastalık tipik olarak, bitkilerin yaprak ayalarında, yaprak kınında iki ucu sivri, ortası gri veya bej, etrafı kahverengi veya kırmızımsı lekeler şeklinde belirtiler oluşturur (Şekil 1 ve Şekil 2). Şiddetli enfeksiyonlarda bitkiler tamamen kuruyabilir. Hastalıktan etkilenen

bitkilerden alınan ürün miktarında azalma olurken, ürünün kalitesini de bozmaktadır. Hastalıklı tarladan bazen hiç ürün alınmayabilir.



**Şekil 1.** Çeltik Yanıklık Hastalığının Yapraklardaki Tipik Belirtisi (Anonim 2023b)



**Şekil 2.** Çeltik Yanıklık Hastalığının Yapraklardaki Tipik Belirtisi (Anonim 2023c)



## 1.2. Çeltik Kahverengi Yaprak Lekesi Hastalığı (*Bipolaris oryzae* syn. *Helminthosporium oryzae* )

*Bipolaris oryzae* çeltik bitkisinin yaprak, kın ve kavuzlarını hastalandırır. Fungus bitkileri hem fide döneminde hem de olgun dönemde enfekte eder. Çeltik kahverengi yaprak lekesi hastalığına halk dilinde “kınacık” denilmekte olup bu hastalık genellikle yapraklarda ve kavuzlarda lekeler şeklinde belirtiler oluşturur. Bu lekeler 1-14 cm uzunluğunda lekeler şeklinde görülür. Ayrıca boş kavuz oluşumu şeklinde de zarar yapmaktadır. Türkiye’de çeltik tarımı yapılan her yerde görülebilir.

Hastalık etmeninin tipik belirtileri; yapraklarda ortası gri ve beyazımsı olan kahverengi lekeler şeklindedir (Şekil 3). Lekeler başlangıçta küçük ve yuvarlak olup, zamanla koyu kahverengi veya kırmızımsı kahverengi noktalar haline döner. Lekelerin büyüklüğü çeltik çeşidinin duyarlılığına bağlı olarak 1 cm veya daha fazla uzunlukta olabilir (Anonim 2023d). Çeltikteki en büyük zararı, fide aşamasında bitkileri zayıflatan ve sonuç olarak dane veriminin azalmasına yol açan erken fonksiyonlardan kaynaklanmaktadır (Ou, 1985; Webster ve Gunnell, 1992). Enfekteli fideler bodur kalır veya ölür.



**Şekil 3.** *Bipolaris oryzae* Tarafından Oluşturulan Tipik Kahverengi Lekeler (Anonim 2023e)

Hastalık etmeni enfekteli bitki artıklarında, yabancı otlar ve enfekteli tohumlarda kışı geçirebilir. Hastalık etmeninin mücadelesinde kültürel ve kimyasal önlemler uygulanabilir. Hastalık etmeni ile kültürel mücadelede, dayanıklı veya orta dayanıklı çeşitlerin yetiştirilmesi, hastalıktan arı sertifikalı tohum kullanılması, hasat sonrası tarlada bitki artıklarının yok edilmesi, Yabancı otlarla etkin mücadele yapılması ve dengeli gübrelemenin yapılması, kimyasal mücadele ise tohum ve yeşil aksam ilaçlamasının yapılması önerilmektedir (Anonim 2023b).

### 1.3. Çeltik Kök Boğazı Çürüklüğü (*Bakanae*), *Gibberella fujikuroi* (syn. *Fusarium moniliforme*)

Çeltikte Kök boğazı çürüklüğü (*Bakanae*) hastalığı ilk olarak Japonya'da 1898'de Shotaro Hori tarafından tanımlanmıştır. Shotaro Hori, bazı pirinç bitkilerinin anormal şekilde uzadığını ve bu bitkilerin boş başaklar oluşturduğunu görmüştür. Ayrıca bu pirinç bitkileri anormal ve aşırı büyümeleri nedeniyle dik duramayıp sapları bozulduğunu ve sonunda öldüğünü bildirmiştir (Şekil 4). Shotaro Hori bu bitkilere *Bakanae* (ba-ka-na-eh) adını vermiştir. *Bakanae*'nin anlamı "akılsız pirinç fidesi"dir. Bu hastalık Kuzey Amerika, Afrika ve Asya'da çok yaygındır.

Tarlada, enfekteli bitkiler, daha uzun boğum aralarına sahiptir, sırk gibi yekelere ve yer seviyesinin üzerindeki boğumlardan havadan gelişigüzel köklere sahiptir. Kök sistemi lifli ve gürdür. Bitkiler kulak başı oluşumundan önce öldürülür veya sadece steril başakçıklar üretirler. Pirinç bitkilerinin anormal uzamasının ana nedeni, *Gibberella fujikuroi* patojenin konukçu dokulara "giberellik asit" adlı bir büyüme hormonu üretmesidir. Başlangıçta *Bakanae*'nin bir çeltik fidesi hastalığı olduğu düşünülürken, sonrasında hastalığın büyüme mevsimi boyunca genç ve olgun bitkilerde de görülmektedir. Bu hastalık fidanlık veya tohum yatağından ana ürün tarlasına kadar görülür.



**Şekil 4.** a) Tarlada Enfekteli Çeltik Bitkisinin Görünümü (Anonim 2023f) b) Enfekteli (solda) ve Sağlıklı (sağda) Çeltik Bitkisi (Anonim 2023g)

Hastalık etmeni fungus kışı hasattan sonra yere dökülen tohumlar üzerinde ve toprakta kalın duvarlı hif veya makrokonidi halinde geçirirler. Hastalık etmeni genellikle tohum kökenlidir ve tohum üzerinde taşınır. Hastalığın mücadelesinde, kültürel önlemler önemli rol oynamakta olup etmen tohum ile taşındığı için üretimde sağlıklı hastalıktan arı tohumluk kullanımına dikkat edilmelidir. Ayrıca, tohumlar ruhsatlı bitki koruma ürünleri ile ilaçlanarak üretimde kullanılmalıdır.

Bu çalışma; Sinop İli Boyabat ilçesinde çeltik üretiminde sorun olan hastalıkların ve mücadelesinin incelenmesi, sonuçların irdelenmesi, çeltik tarımında sorunlar ve bölge ekonomisine olan analizi ve bunlara ilişkin önerilerin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca çalışma ile çeltik hastalık ve mücadele konusunda üreticilerin bilgi düzeyi ve bu konudaki yeniliklerinde belirlenmesi hedeflenmiştir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmanın ana materyalini Sinop İli Boyabat ilçesindeki çeltik üretimi yapan 164 çiftçi ile yüz yüze görüşülerek toplanan anket verileri oluşturmaktadır. Yani birincil veriler üreticilerden anket yolu ile toplanan bilgiler olup, ikinci verileri resmi internet adresleri ve ilgili araştırmalardan oluşmaktadır. Örnek hacmi oransal örnekleme yöntemiyle belirlenmiştir. 2019 yılı üretim dönemine ait verilerdir. Verilerin değerlendirilmesinde basit istatistiki yöntemlerden olan frekans, yüzde ve ortalamalardan yararlanarak yorumlanmıştır.

## 3. ARAŞTIRMA BULGULARI

İnsanoğlu hayatını sürdürebilmesi için bir takım temel ihtiyaçları vardır. Beslenme temel ihtiyaç piramidinde önemli bir yere sahiptir. Temel ihtiyacını karşılamada insan oğlu sağlık hijyen ve kalite gibi kavramlara da önem vermelidir. İşte bu noktada, tarımsal ürünleri ister direkt tüketilsin ister yarıtam işlenmiş halde tüketilsin sağlıklı yetiştirilmiş ürünü tüketmek çok önemlidir.

Tarımsal ürünler içerisinde yer alan çeltik de yetiştirilme durumu daha doğrusu yetiştirilme sırasında yetiştirici tarafında hastalığı ve ilaçlama durumu incelenmek istenmiştir. Ancak yetiştiricinin hastalığı bilme ilaçlama yapmadaki bilgi tutumunu ortaya koymadan önce yetiştiriciyi tanımlayacak bir takım sosyo demografik yapısını betimlemek, yetiştirici hakkında bilgi durumunu ortaya koymada daha açıklayıcı olacaktır. Bunun için Tablo 1’de çeltik üretimi yapan üreticilerin bir takım sosyo demografik özellikleri verilmiştir.

Tablo 1’de görüldüğü üzere Araştırma kapsamında görüşülen çeltik üreticilerinin %95’i erkek iken %5’i kadın üretici olduğu gözlenmiştir. Görüşülen üreticilerinin ortalama yaşı 55 olarak hesaplanmıştır. Bu da çalışabilir orta yaş grubunda yetiştiricinin oldukça fazla olduğunun sonucunu

çıkarmaktadır. Üreticilerin %34'ü ilkokul, %29'u orta okul ve %25'i lise mezunu olduğu gözlenmiştir. Üreticilerin gelir dağılımına baktığımızda tarımın çeşitli dallarında yani tarımsal gelirle geçimlerini sağladığı belirlenmiştir.

**Tablo 1.** Üreticilerin Sosyo Demografik Yapıları

	Frekans	Yüzde	Ortalama
<b>Üreticilerin cinsiyet dağılımı</b>			
Erkek	156	95.12	
Kadın	8	4.88	
<b>Üreticilerin yaş ortalaması</b>			54.84
<b>Üreticilerin eğitim durumu</b>			
Okur Yazar	7	4.27	
İlkokul	56	34.14	
Ortaokul	48	29.27	
Lise	41	25.00	
Yüksekokul	9	5.49	
Lisans	2	1.22	
<b>Üreticilerin hane gelir kaynakları</b>			
Tarımsal gelir	164	100.00	
Çiftçi emeklisi maaşı	99	60.36	
Kira	4	2.44	
Maaş-Ücret	15	9.14	
Ticaret geliri	6	3.66	

Çevresel kirliliklerden biri olan su kirliliğinde en fazla rastlanan kirlilik olayı nitrat kirliliğidir (Yılmaz, 2017). Çeltik üreticilerinin arazilerinde nitrat kirlenmesinin olduğunu düşünüyor mu şeklin de incelendiğinde üreticilerin %76'sının arazilerinde nitrat kirliliğinin olduğu düşüncesindedir (Tablo 2).

**Tablo 2.** Üreticilerin Çeltik Arazilerinde Nitrat Kirlenmesinin Olduğunun Düşünme Durumu

	Frekans	Yüzde
Olduğunu düşünen	125	76.22
Olduğunu düşünmeyen	39	23.78

Ürün sağlığı ya da verimliliği için kullanılan ilaçların ambalajlı bilinçsiz şekilde imha edilmesi çevre kirliliği gibi büyük bir olaya dönüşebilmektedir. Araştırma kapsamında görüşülen üreticilerin çeltik yetiştiriciliğinde kullandıkları ilaçların kullanımdan sonra ambalajlarını ne şekilde imha ettikleri Tablo 3'te incelenmiştir. Üreticilerin büyük bir kısmı (%93) kullanılan ilaç ambalajlarını çevreye zararı olmayan yani uygun bir şekilde imha ettiklerini beyan etmişlerdir.

Ayrıca araştırma kapsamında görüşülen üreticilerin hepsi çeltik hastalıklarında kullandıkları ilaçların sağlık üzerine etkisini olduğunun yani kullandıkları ilaçların insan sağlığına zararlı olduğu görüşünde olduğu belirlenmiştir. Buna karşın üreticilerin kullanılan ilaçların çevreye ne gibi zararı olduğu düşünceleri incelendiğinde üreticilerin %100'ü suya karışırsa sudaki canlıları ve meraya bulaşırsa otlayan hayvanları yok edeceği görüşünde olduğu gözlenmiştir.

**Tablo 3.** Üreticiler Kullanılan İlaç Ambalajlarını Uygun Şekilde İmha Etme Durumu

	<b>Frekans</b>	<b>Yüzde</b>
Uygun şekilde imha eden	153	93.30
Uygun şekilde imha etmeyen	11	6.70

Ürün verimliliği ya da daha kaliteli ürün elde etmek için kullanılan ilaçlar kontrollü ve belirli bir miktarda uygulanması hem üretici tarafından hem de ilgili kurum kuruluş tarafından gerçekleşmelidir. Üreticilerin %91'i ilaç kullanımında kontrol ve denetimin yeterli olduğu görüşündedir (Tablo 4).

**Tablo 4.** Üreticilerin İlaç Kullanımında Kontrol ve Denetimi Yeterli Bulma Durumu

	<b>Frekans</b>	<b>Yüzde</b>
Yeterli bulan	149	90.85
Yeterli bulmayan	15	9.15

Üreticilerin ilaç kullanımlarındaki bilgi kaynaklarının genellikle ilaç bayileri olduğu göz önüne alındığında ilaç firmalarında memnuniyeti incelenmek istenmiştir. Tablo 5'te çeltik üreticilerinin %71'nin ilaç firmalarından memnun oldukları %29'nun memnun olmadığı gözlenmiştir (Tablo 5).

**Tablo 5.** Üreticilerin İlaç Firmalarından Memnun Olma Durumu

	<b>Frekans</b>	<b>Yüzde</b>
Memnun	116	70.73
Memnun değil	48	29.27

Üreticilerin çeltik hastalık ve zararlarını kontrol altına almak için münavebe ekimi yapma durumu incelendiğinde araştırma kapsamında görüşülen bütün üreticilerin yani üreticilerin %100'ü münavebe yaptığını beyan ettikleri belirlenmiştir.

Araştırma bölgesindeki çeltik üreticilerinin en çok yaşadığı çeltik hastalıkları Tablo 6'da incelenmiştir. Çeltik üretiminde üreticilerin %73'ü yani en fazla olarak karşılaşılan hastalık çeltik yanıklığı olarak belirlenmiştir. Çeltik yanıklığı hastalığını %13 ile kahverengi yaprak lekesi, %7 ile kök çürüğü hastalığı takip etmektedir. Üreticilerin yaklaşık %7'sinde ise hiçbir hastalık sorunu yaşanmadığı gözlenmiştir.

**Tablo 6.** Üreticilerin Çeltik Üretiminde En Çok Yaşadığı Çeltik Hastalığı

	<b>Frekans</b>	<b>Yüzde</b>
Çeltik yanıklığı	120	73.17
Kahverengi yaprak lekesi	21	12.8
Kök çürüklüğü	12	7.32
Hiçbiri	11	6.71

Üreticilerin büyük bir kısmında hastalık görüldükten sonra üreticilerin hastalıktan dolayı ürünlerinde randımanda ya da ürün kalitesinde bir değişme olup olmadığı incelenmek istenmiştir. Tablo 7'ye göre üreticilerin %99'da hastalık görülen tarlalardan aldıkları ürünlerin randıman ve ürün kalitesinde bir

düşüş yaşadıkları söylenebilir. Üreticilerin hastalıktan dolayı ürünlerinde %17.75 oranında kayıp yaşadığı hesaplanmıştır.

**Tablo 7.** Üreticilerin Hastalığa Yakalanmış Tarladan Elde Ettiği Ürünün Randımanı ve Ürün Kalitesinde Düşüş Olma Durumu

	<b>Frekans</b>	<b>Yüzde</b>
Ürünün randımanı ve ürün kalitesinde düşüş oldu	162	98.78
Ürünün randımanı ve ürün kalitesinde düşüş olmadı	2	1.22

Üreticilerin çok büyük bir kısmı hastalıklı tarlalarındaki ürünlerinde hem randıman düşüşü hem de kalite de düşüş yaşadığını söylemişlerdir. Ticari boyutta yapılan çeltik üreticilerinin çeltik yanıklığı hastalığından dolayı ürünlerini satarken bir sorun yaşayıp yaşamadıkları Tablo 8’de incelenmiştir. Üreticilerin %71’nin çeltik yanıklığı hastalığına yakalanmış tarlalarından elde ettikleri ürünlerini satarken zorluk yaşarken, %29’u yaşamadığını beyan etmişlerdir.

**Tablo 8.** Üreticilerin Çeltik Yanıklığı Hastalığına Yakalanmış Tarladan Elde Edilen Ürünü Satarken Satış Zorluğu Yaşama Durumu

	<b>Frekans</b>	<b>Yüzde</b>
Yaşayan	116	70.73
Yaşamayan	48	29.27

Üreticilerin çeltik yanıklığı hastalığından dolayı tarlarında 1000 tane ağırlığı düşme durumu, tebeşirim tane veya ham dane oluşumu gibi sorunlar yaşayıp yaşamadığı Tablo 9’da incelenmiştir. Üreticilerin %87’sinde çeltik yanıklığı hastalığından dolayı tarlarındaki ürünlerinde 1000 tane ağırlığı kaybı, tebeşirim tane veya han dane oluşumu gibi sorunlar yaşadığı gözlenmiştir.

**Tablo 9.** Üreticilerin Çeltik Yanıklığı Görülen Tarlalardan 1000 Tane Ağırlığı Düşme Durumu Yaşama Durumu

	<b>Frekans</b>	<b>Yüzde</b>
Yaşayan	143	87.20
Yaşamayan	21	12.80



Araştırma kapsamında görüşülen üreticilerin çeltik yanıklığından boğum ve sap enfeksiyona bağlı olarak başak oluşma durumunu yaşama durumu Tablo 10'da incelenmiştir. Üreticilerin %87'sinde çeltik yanıklığından dolayı boğum ve sap enfeksiyona bağlı başak oluşumu yaşarken %13'ü yaşamadığı sonucuna varılmıştır.

**Tablo 10.** Üreticilerin Çeltik Yanıklığından Boğum ve Sap Enfeksiyona Bağlı Olarak Başak Oluşumu Gözlemlene Durumu

	<b>Frekans</b>	<b>Yüzde</b>
Yaşayan	142	86.59
Yaşamayan	22	13.41

Üreticilerin ilaç kullanmadaki asıl amacı ürünün kalite ve verimini korumak dolayısıyla üründen elde edeceği kârı yüksek tutmaktır. Bunun için ilaçlama dozunu ayarında tutmak hem ekonomik hem de ürüne zarar vermeyeceği anlamına gelir. Aksi durumda üründe verim kaybı olup dolayısıyla karda düşüş yaşanabilir. Üreticilerin mükerrer ilaçlama ve doz aşımından dolayı verim düşüklüğü yaşama durumu Tablo 11'de incelenmiştir. Üreticilerin %99'u mükerrer ilaçlama ve doz aşımından dolayı verim düşüklüğü yaşarken sadece %1'den daha az kısım verim düşüklüğü sıkıntısı yaşamadığını belirtmişlerdir.

**Tablo 11.** Üreticilerin Mükerrer İlaçlama ve Doz Aşımından Dolayı Verim Düşüklüğü Yaşama Durumu

	<b>Frekans</b>	<b>Yüzde</b>
Yaşayan	163	99.39
Yaşamayan	1	0.61

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sinop İli Boyabat İlçesi'nin iklim ve toprak yapısının çeltik yetiştiriciliği için uygun olması sonucu aynı üretim alanları içerisinde ekim yapılmaktadır.

Çalışmada ankete katılan üreticilerin çeltik üretimi konusunda tecrübeli oldukları görülmektedir. Yapılan anket çalışması ve yüz yüze görüşme neticesinde çeltik üretiminin son yıllarda giderek artan girdi fiyatları ve pazarlama koşullarının belirsizliği nedeniyle üreticileri tedirgin ettiği görülmektedir. Bu durum potansiyele sahip Sinop İli Boyabat İlçesi çeltik üretimi için risk teşkil etmeye başlamıştır.

Türkiye’de çeltik yanıklık hastalığından dolayı kayıpların, Karadeniz Bölgesi’nde Tortum vadisinde %75, Sinop, Ünye ve Terme’ de %25-75 oranlarında olduğu bildirilmiştir (Anonim, 1995). Yapılan bu çalışmada üreticilerin çeltik üretiminde hastalıklardan dolayı verim kaybını önlemek için kullanacakları ya da kullanması gerekli ilaç ve ilaçlama konusunda bilgiye sahip ancak bilinçli olmadıkları gözlenmiştir. Ürünün verimi için tavsiye edilen dozdan fazla kullanmamaya gayret ettikleri kullanım sonucu verim düşüklüğü gibi ekonomik bir kayıp yaşayacaklarının bilincinde olduğu araştırma sonucunda söylenebilir.

Hindistan ve Bangladeş’te 1942-1943 yıllarında kahverengi yaprak lekesi hastalığı çeltikte yatığı salgın sonucunda üründe %50-90 oranında zarara yol açarak kıtlığa ve bunun sonucunda da 2 milyondan fazla insanın ölümüne yol açmıştır (Akbaş, 2019; Günarslan 2019). Bu hastalığın dünya genelinde her yıl %5 verim kaybına neden olduğu ve olumsuz etkilenen tarlalarda, %45’e varan verim kaybının olduğu rapor edilmiştir (Surendhar ve ark., 2021). Ülkemizde bu gibi olumsuzlukların önüne geçmek için üretimde hastalık ve zararlılardan kaynaklı zararın kaynağını iyi bilmek gerekmektedir. Çalışmada da görüldüğü üzere üreticilerin ürün yetiştiriciliğinde en büyük sorunu hastalıkla mücadelesidir. Üreticilerin büyük bir kısmı hastalıktan dolayı ürün kaybı, kalite bozukluğu gibi ekonomik zararlara neden olabilecek problemler yaşamaktadır. Ancak hastalığı bilmekte ama bilinçli yaklaşım olmadığı gözlenmiştir.

Çeltik üreticilerinin sorunlarının çözümüne ilişkin öneriler:

Bölge ekonomisi için önemli olan çeltik üretimi konusunda çiftçinin bilinç düzeyini artırmak için yayım faaliyetleri artırılmalıdır. Bu kapsamda çiftçileri hastalık etmenlerini ve zararlılarını tanıtan, mücadele yöntemlerini içeren vb gibi bilgilendirme çalışmalarının yapılması önerilmektedir.

Çeltik üretiminde mazot, gübre, ilaç fiyatlarında yani üretim girdilerinde çeltik üreticilerine vergi indirim kolaylığı sağlanmalıdır. Ayrıca çeltik üreticilerinin bir araya gelerek örgütlenmeleri gerekmektedir. Sinop İli Boyabat İlçesinde var olan Çeltik Üreticileri Birliği kapanmıştır. Bu birliğin kapanmasıyla üreticiler ellerindeki en önemli kurumsal yapıyı kaybetmiştir. Türkiye genelinde yetersiz olan kooperatifleşme Sinop İli Boyabat İlçesi tarımının da handikabı konumundadır.

## KAYNAKÇA

- Agrios, G. (2005). *Plant Pathology—5th Edition (Fifth)*. Academic press. <https://www.elsevier.com/books/plant-pathology/agrios/978-0-08-047378-9>.
- Ahmadpour, A., Castell-Miller, C., Javan-Nikkhah, M., Naghavi, M. R., Dehkaei, F. P., Leng, Y., Zhong, S. (2018). Population structure, genetic diversity, and sexual state of the rice brown spot pathogen *Bipolaris oryzae* from three Asian countries. *Plant Pathology*, 67(1): 181-192.
- Akbaş, B. (2019). Bitki sağlığının sürdürülebilir tarımdaki yeri. *Ziraat Mühendisliği*, (368): 6-13
- Anonim. (1995). VII. Türkiye Fitopatoloji Kongresi, 26-29 Eylül 1995 Adana, 16-20.
- Anonim 2023a. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/ttae>. Erişim tarihi: 10 Mayıs 2023
- Anonim 2023b. [https://agritech.tnau.ac.in/crop\\_protection/rice\\_diseases/rice\\_1.html](https://agritech.tnau.ac.in/crop_protection/rice_diseases/rice_1.html). Erişim tarihi: 10 Mayıs 2023
- Anonim 2023c. <https://www.invasive.org/browse/detail.cfm?imgnum=5538913>. Erişim tarihi: 10 Mayıs 2023
- Anonim 2023d. [arimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/yayin/Hububat Hastalıkları Zirai Mücadele Teknik Talimatları.pdf](http://arimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/yayin/Hububat_Hastaliklari_Zirai_Mucadele_Teknik_Talimatlari.pdf). Erişim tarihi: 10 Mayıs 2023
- Anonim 2023e. <https://www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=5410673>. Erişim tarihi: 10 Mayıs 2023
- Anonim 2023f. <http://diseaseofcrops.blogspot.com/2013/09/bakanae-disease-of-rice.html#.ZFzitzBw2w>. Erişim tarihi: 10 Mayıs 2023
- Anonim 2023g. <https://plantwiseplusknowledgebank.org/doi/10.1079/PWKB.20187800441#>. Erişim tarihi: 10 Mayıs 2023
- Aravindan, V., Ulaganathan, M., Madhavi, S. (2016). Research progress in Nanion capacitors. *Journal of Materials Chemistry A*, 4(20): 7538-7548.
- Ben-Chendo, G. N., Lawal, N., Osuji, M. N. (2017). Cost and returns of paddy rice production in Kaduna State. *European Journal Of Agriculture And Forestry Research*, 5(3): 41-48.
- FAO (Food and agriculture Organization). (2020). (<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>), Erişim tarihi 02 Mart 2023.

- Günarslan, H. (2019). İngiliz Kolonisi Bengal’de Kıtılıklar. Asya Araştırmaları Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi, 3 (2) , 197-216.
- Musiime, O., Tenywa, M. M., Majaliwa, M. J. G., Lufafa, A., Nanfumba, D., Wasige, J. E., Woome, P.L., Kyondha, M. (2005). Constraints to rice production in Bugiri district. African. Crop Science Conference Proceedings, 7(pt. 03 of 03):1495–1499
- Neupane, N., Bhusal, K. (2021). A review of blast disease of rice in Nepal. Journal of Plant Pathology and Microbiology, 11: 528.
- Onyango, A. O. (2014). Exploring options for improving rice production to reduce Hunger and Poverty in Kenya. World Environment, 4(4): 172–179. <https://doi.org/10.5923/j.env.20140404.03>
- Ou, S. H. (1985). Rice diseases. IRRI.
- Seidi, M., Karakaya, A. (2021). Çeltik yanıklık hastalığı (Pyricularia oryzae Cav.)’nın Türkiye’deki durumu. Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi, 10(2): 206-212.
- Simkhada, K., Thapa, R. (2022). Pirinç patlaması, pirinç üretimi ve çeşitli yönetim teknikleri için büyük bir tehdit. Türk Tarım-Gıda Bilimi ve Teknolojisi Dergisi, 10 (2): 147-157.
- Surendhar, M., Anbuselvam, Y. and Ivin, J.J.S. (2021). Status of rice brown spot (*Helminthosporium oryza*) Management in India: A Review. Agricultural Reviews.
- TÜİK (2022). Türkiye İstatistik Kurumu. (<https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr>), Erişim tarihi 01 Mayıs 2023.
- Webster, R. K., Gunnell, P. S. (1992). Compendium of rice diseases.
- Yılmaz, D. (2017). Edirne ilinde tarımsal kaynaklı çevre kirliliğine çeltik üreticilerinin yaklaşımı (Master's thesis, Namık Kemal Üniversitesi).

## BÖLÜM 12

### FRENK ÜZÜMÜ YAPRAK TATARCIĞI

*(Dasineura tetensi Rüb.)*

Dr. Öğr. Üyesi ÖZNUR ÖZ ATASEVER<sup>1\*</sup>

Prof Dr. Resul GERÇEKÇİOĞLU

---

<sup>1\*</sup> Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tokat, Türkiye, oznur.ozatasever@gop.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-8372-5327

<sup>2</sup> Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü Tokat, Türkiye. resul.gercekcioglu@gop.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-3175-4038



## 1.GİRİŞ

Frenk üzümü botanik anlamda asıl üzümler grubuna girmektedir. Bitkilerin gövde özelliklerine göre yapılan sınıflandırmada ise, çalimsı gövdeliler grubuna dahildirler. Siyah Frenk üzümü (*Ribes nigrum*), *Rosales* takımının *Coreosma* alt cinsinde bulunmaktadır (Ağaoğlu, 1986). *Grossulariaceae* Türkçe kaynaklarda taşkırangiller olarak bilinmektedir.

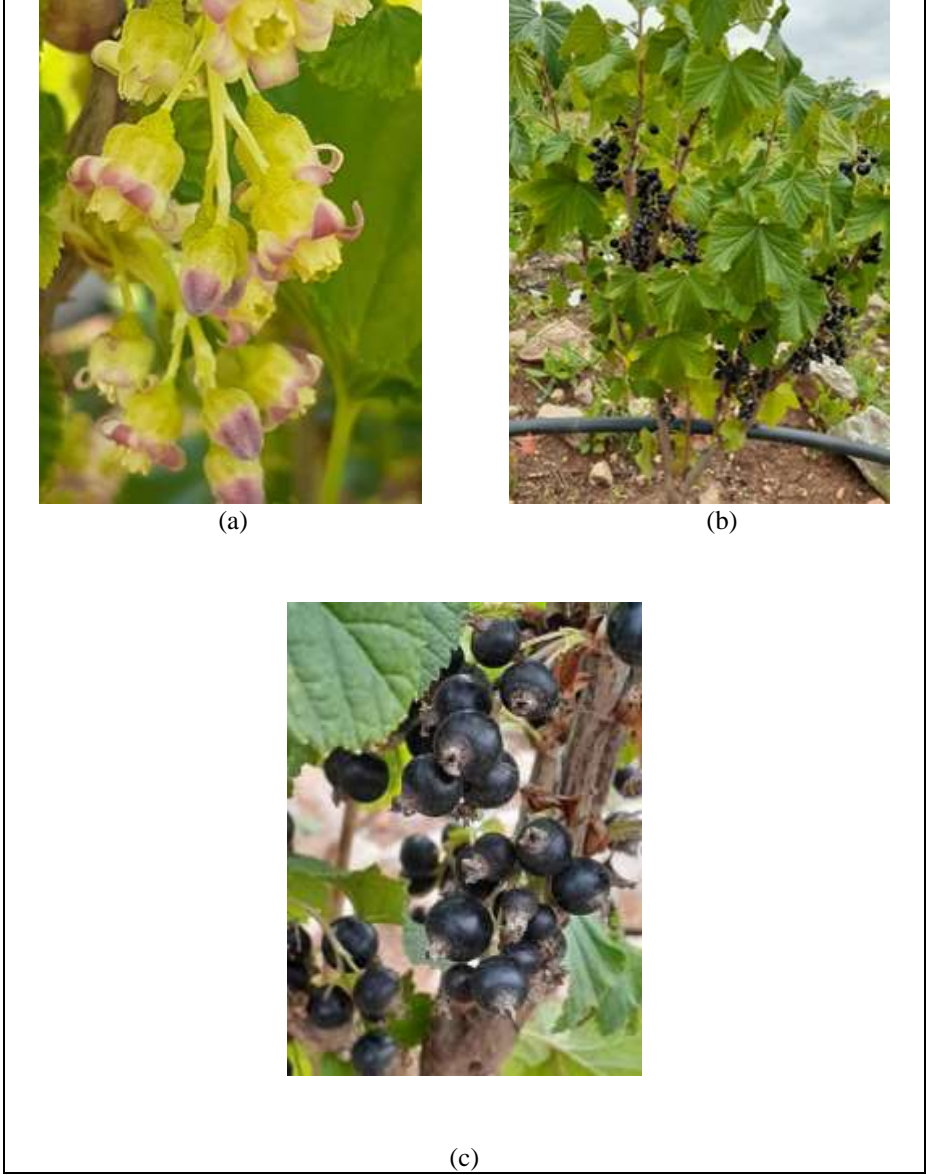
Frenk üzümünün gövdeleri genellikle küçük çalılar şeklinde olup dik büyürler. Sürgünleri tipik dikenli yapıdadır. *Ribes* çalı çapları da 1.5 metreye kadar yayılırlar (Ağaoğlu ve Gerçekcioğlu, 2013). Siyah frenk üzümünün iki yaşlı sürgünleri ile başarılı bir şekilde çoğaltılabileceği de bildirilmiştir (Öz Atasever ve ark., 2015)

Frenk üzümünün yetiştiriciliği oldukça kolay olup, yeterli nem mevcut ise soğuk ılıman iklimlerde yetişebilir. Çok şiddetli soğuklarda sürgünleri, kolları ve dalları zarar görebilir. Soğuklama ihtiyaçları çeşitlere göre farklılık gösterir (Sezgin, 2015).

Önemli bir meyve türü olan Frenk üzümü (*Ribes nigrum* L.)'nün yaklaşık 400 yıl önce kültüre alındığı bilinmektedir. Kuzey Avrupa ve Rusya'da yoğun olarak yetiştiriciliği yapılmaktadır. Meyveler, yüksek C vitamini ve antosiyanin içeriğinden dolayı meyve suyu üretiminde kullanılmaktadır (Piotrowski ve ark. 2021).

*Ribes* cinsi dört alt cinse ayrılmaktadır. Bunlar; *Berisia*, *Ribesia*, *Coreosma* ve *Grossularia* alt cinsleridir. Frenküzümleri *Ribesia* ve *Coreosma* alt cinsleri içinde bulunmaktadırlar. *Ribesia* alt cinsine ait türler kırmızı ve beyaz frenk üzümünü, *Coreosma* alt cinsine ait türler ise siyah frenküzümlerini içermektedir (Ağaoğlu,1986) (Şekil 1).





**Şekil 1.** Siyah Frenk Üzümlü çiçekleri (a), Bitki şekli (b) ve meyveleri (c)  
(Fotoğraf: Şükran Boran)

2021 yılı FAO verilerine göre toplam frenk üzümü üretim miktarı 728730.08 tondur. Rusya, Polonya ve Ukrayna frenk üzümü üretiminde başta gelen ülkeler arasında yer alırken Almanya, Britanya/İrlanda, Fransa, Hollanda, Yeni

Zelanda, Avusturya, Macaristan önemli frenk üzümü üretimi yapan ülkeler arasında yer almaktadır.

Üzüm meyvelerinin kültüre alınmaları ve ıslah çalışmaları, diğer ülkelerde 100 yılı aşkın süredir gerçekleştiği halde, Türkiye’de ilk olarak 80’li yıllarda başlamış ve bu yıllarda sistemli bir şekilde çalışılmaya başlanmış olsa da, bu çalışmalardan sonra yapılan araştırmalar yeterli düzeyde olmamıştır. Adapte olan çeşitlerin birçoğu da yok olmuştur (Ağaoğlu ve Gerçekcioğlu, 2013). Yetiştiricilik konusundaki eksiklik, çoğunlukla üreticilerin bilgi eksikliğidir (Atilla, 2002). Hem uygun materyal temini hem de yetiştiricilikte karşılaşılan hastalık ve zararlıların ve bunlar ile etkin mücadelenin de bilinmemesidir.

Benzer birçok türde olduğu gibi, Frenk üzümleri ve beктаşi üzümleri de bir takım böcekler tarafından zarar görürler. Ribes türleri, ticari olarak küçük meyveli türler olduğu için, bu gibi zararlılar ile ilgili nispeten az sayıda çalışma yapılmıştır (Mitchell ve ark. 2011). Ribes türleri meyveciliğin yanısıra süs bitkisi olarak da park ve bahçelerde kullanılan bir bitkidir, yapılan bir çok çalışmada bu bitkilerde zararlı olan tetranychidae, ve eriophydiade gibi familyalarına ait akarlar belirlenmiştir. Bunlar arasında polifag bir zararlı olan *Tetranychus urticae* Koch’nin park süs bitkileri, ribes türlerinin de dahil olduğu birçok meyve sebze ve yabancı otlarda zararlı olduğu ciddi verim kayıplarına neden olduğu bilinmektedir (Uysal ve ark., 2001; Zhang and Henderson, 2002; Yeşilayer ve Çobanoğlu, 2009, 2013, 2015, 2016; 2017).

Bugüne kadar Kuzey Avrupa’daki frenk üzümü ve beктаşi üzümlerinin böcek zararlıları üzerine yapılan araştırmalarda, yaygın olarak 12 zararlıdan bahsedilmektedir (Mitchell ve ark, 2011). Bu türler Şekil 2- 13’de verilmiştir.



**Şekil 2.** *Dasineura tetensi* (Frenk üzümü yaprak tatarcığı zararı)  
(Fotoğraf: Anonim 2023a)



**Şekil 3.** *Nematus olfaciens* (Frenk üzümü testere sineği)  
(Fotoğraf: Anonim 2023b)



**Şekil 4.** *Nematus ribesii* (adi beктаşı üzümü testere sineği larva)  
(Fotoğraf: Anonim 2023c)



**Şekil 5.** *Aphis schneideri* (Avrupa kalıcı frenk üzümü yaprak biti)  
(Fotoğraf: Anonim 2023d)



**Şekil 6.** *Cryptomyzus ribis* (Frenk üzümü kabarcıklı yaprak biti)  
(Fotoğraf: Anonim 2023e)



**Şekil 7.** *Hyperomyzus lactucae* (Frenk üzümü– sowthistle yaprak biti)  
(Fotoğraf: Anonim 2023f)



**Şekil 8.** *Aphis grossulariae* (Avrupa beктаşı üzümü yaprak biti)  
(Fotoğraf: Anonim 2023g)



**Şekil 9.** *Pulvinaria vitis* (Yünlü asma pul böceği)  
(Fotoğraf: Anonim 2023h)



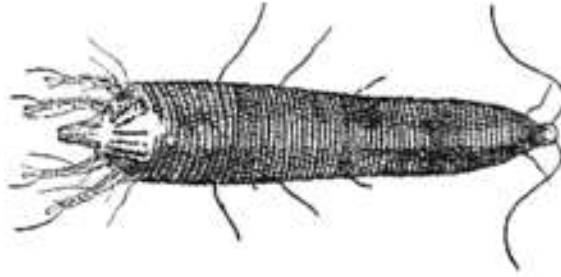
**Şekil 10.** *Lygocoris pabulinus* (Yaygın yeşil kapsid)  
(Fotoğraf: Anonim 2023i)



**Şekil 11.** *Operophtera brumata*, (Kış güvesi)  
(Fotoğraf: Anonim 2023i)



**Şekil 12.** *Synanthedon tipuliformis* (Açık kanat güvesi)  
(Fotoğraf: Anonim 2023j)



**Şekil 13.** *Cecidophyopsis ribis* (Frenk üzümü safra akarı)  
(Fotoğraf: Anonim 2023k)

Bu zararlılar içerisinde, Frenk üzümü yaprağı tatarcığı (*Dasineura tetensi* Rüb. (Diptera, Cecidomyiidae), uzun yıllardır İngiltere, Avrupa (Polonya) ve Yeni Zelanda'da ticari frenk üzümü üretiminin önemli bir zararlısıdır. İngilterede ilk olarak 1928 yılında görüldüğü ve daha sonra yayıldığı bilinmektedir (Mitchell ve ark. 2011).



## 2.BIYOLOJISI

Siyah frenk üzümü yaprak tatarcığı, *Dasineura tetensi* (Rubs.) (Diptera; Cecidomyiidae), tek doğal konakçısı siyah frenk üzümü (*Ribes nigrum* L.) olan monofag bir safra tatarcığıdır (Hellqvist ve Larsson, 1998).

Yaprak tatarcığı, kışı siyah frenk üzümü çalılarının altındaki toprakta, ağırlıklı olarak toprağın üst 0-1 cm'lik kısmında kozalarda geçirir. Tatarcıklar ilkbaharda pupa olurlar ve yetişkin olarak ortaya çıkarlar, Çok kısa bir süre sonra çiftleşme gerçekleşir ve çiftleştikten sonraki 24 saat içinde yumurtalarını yaprakların kıvrımlarına ve genç sürgünlerin büyüme noktalarına bırakır (Hellqvist 2001; Piotrowski ve ark., 2021). Genellikle yaprak başına 4 veya 5 yumurta bırakılır. Birkaç gün sonra yumurtalar açılır. Yaprak yüzeyinde beslenen larvalar yaprağın normal genişlemesini engellerler, buruşuk ve katlanmış yaprakların oluşmasına neden olurlar. Larvalar tamamen beslendikten sonra yere düşerler ve toprak yüzeyine yakın kozalarda pupa olurlar. Larvalar üç dönemden geçer ve pupa olmak için tam büyümüş olarak toprağa düşer (Hellqvist 2001). Yumurtalar, larvalar ve pupalar için gelişme süreleri laboratuvarında incelenmiştir. 15 °C'de gelişme süreleri sırasıyla 3.5, 12.4 ve 18.4 gün olmuştur (Hellqvist 2001, Mitchell ve ark. 2011; Cross ve ark., 2016).

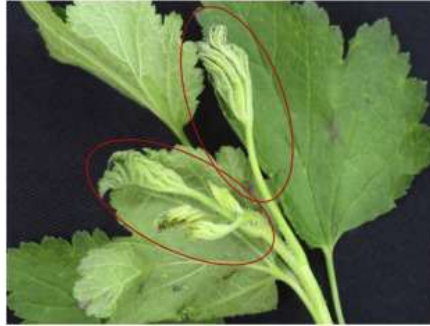
İklim koşullarına bağlı olarak, yılda üç ya da dört nesil görüldüğü çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. İlk nesil çiçeklenme döneminde yumurtalarını bırakır (Böhm, 1970; Cross ve Crook, 1999; Hellqvist 2001; Hellqvist 2005). Kırmızı ve beyaz frenk üzümü, *D. tetensi* tarafından istila edilmiş siyah frenk üzümelerinin yanında büyüseler bile zararlıdan etkilenmezler (Böhm, 1970).

### 3.ZARAR ŞEKLİ

*Dasineura tetensi*'nin larvaları, sürgün uçlarındaki genişleyen yapraklarda toplu halde beslenir. İstilacı larva sayısına bağlı olarak, yaprağın bir kısmı veya tamamı kıvrılır ve bükülür. Daha sonra yaprağın zarara uğrayan kısmı nekrotize olur. Sürgündeki bitişik yapraklar yoğun istila sonrasında sürgünün yapraksız hale gelmesine neden olabilir. Genellikle kuvvetli sürgünler daha çok saldırıya uğrar (Hellqvist 2005).

Frenk üzümü yaprak tatarcıklarının larvaları beslenme sonrasında yaprak üst yüzeyinde renklenmelere neden olur. Bu lekelerin rengi açık yeşil veya kahverengiden koyu kahverengiye kadar değişebilir ve hasarlı dokular kuruyup parçalanabilir (Piotrowski ve ark., 2016).

*Dasineura tetensi* zararı yeni kurulan fidanlıklarda daha çok görülmektedir. Zararlı sürgünlerin yaklaşık %90' ına zarar vererek ciddi verim kaybına da neden olmaktadır. Hem sürgün büyümesi hem de terminal sürgünlerin oluşması engellenmektedir (Piotrowski ve ark., 2021) (Şekil 14-16)



**Şekil 14.** *Dasineura tetensi*'nin genç frenk üzümü yapraklarındaki zararı  
(Fotoğraf: Barbara Łabanowska)



Şekil 15. Siyah frenk üzümü yapraklarında *Dasineura tetensi* zararı  
(Fotoğraf: Anonim 20231)



Şekil 16. Siyah frenk üzümü yapraklarında *Dasineura tetensi* zararı  
(Fotoğraf: Anonim 2023m)

Bitkinin hasar belirtilerini ilk gösteren kısımları, bitkinin alt kısmında ilk açan tomurcuklardır. Bu kısımlar toprağa yakındır ve rüzgardan korunur. Hasar belirgin olsa da, güçlü sürgün büyümesi bu zararı telafi edilebilir ve bitki gelişimine devam eder (Mitchell ve ark., 2011).

Staszowska-Karkut ve Materska (2020), genellikle siyah frenk üzümü fenolik bileşikleri içeriğinin bitkinin meyvelerine göre yapraklarında daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. *D. tetensi* ile zarar görmüş siyah frenk üzümü yapraklarında, flavonoidlerin ve hidroksisinnamik asitlerin birikiminin, hasar görmemiş yapraklara göre önemli ölçüde daha düşük seviyelerde olabileceği bildirilmiştir. Yaprakların fotosentez yüzeyi de azaldığı için, fotosentez miktarı üzerinde de zararlı hasarının önemli bir etkisi vardır (Piotrowski ve ark., 2016).

#### **4.MÜCADELESİ**

Diğer birçok bitki zararlısının, konukçu olarak bulunduğu siyah frenk üzümünde beslenen zararlıların, zararı genellikle yapraklarla sınırlıdır ve bitkinin üreme organları doğrudan zarar görmez. Bu şekilde verilen zararın üretim üzerindeki etkisi daha sınırlıdır. Buna en iyi örnek siyah frenk üzümü yaprak tatarcığıdır (*D. tetensi*) (Hellqvist 2005). Bu şekilde çok yıllık bahçelerde, bitkiler fazla dip sürgünü çıkararak bu zararı azaltabilmektedir (Piotrowski ve ark., 2021).

Siyah frenk üzümü genotiplerinin ve çeşitlerinin safra tatarcığı saldırısına karşı duyarlılıkları bakımından farklılık gösterdiğinin de bilindiği Hellqvist ve Larsson, (1998) tarafından bildirilmiştir. Bu zararlıya karşı dirençli olan çeşitlerin kullanılmasının zararı azaltabileceği düşünülebilir.

Piotrowski ve ark., 2021, Polanya’da frenk üzümü yetiştiricilerinin bu zararlıyı kontrol etmek için asetamiprid ve spirotetramat içeren neonikotinoid böcek öldürücüler kullanıldığını bildirmiştir.

Mitchell ve ark. 2011., Anthocoridae'ye ait predator böceklerin, siyah frenk üzümü yaprak tatarcık yumurtaları ve larvalarının önemli faydalası olduğunu bildiröişlerdir. Faydalı böcekler genellikle sürgün uçlarındaki yumurtalarla ve larvalarla beslenen yaprak ırlarının içinde bulunurlar.

## KAYNAKÇA

- Ağaoğlu, Y. S. (1986). Üzümsü meyveler. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:984, 377s, Ankara.
- Ağaoğlu, Y.S. ve Gerçekcioğlu, R. (2013). Frenk üzümü Bektaşi üzümü. Üzümsü Meyveler Kitabı. Tomurcukbağ Ltd. Şti. Eğitim Yayınları, 223-241s, Ankara.
- Anonim(2023a). Plant Parasites of Europe, leafminers, galls and fungi <https://bladminerders.nl/parasites/animalia/arthropoda/insecta/diptera/nematocera/cecidomyiidae/cecidomyiinae/lasiopteridi/dasineurini/dasineura/dasineura-tetensi/> (Erişim tarihi 19.04.2023)
- Anonim(2023 b) <https://insecta.pro/gallery/76856> (Erişim tarihi 19.04.2023)
- Anonim(2023c). [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d0/Nematus\\_ribesii.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d0/Nematus_ribesii.jpg) (Erişim tarihi 19.04.2023)
- Anonim(2023d). [https://influentialpoints.com/Gallery/Cryptomyzus\\_ribis\\_Red\\_currant\\_aphid.htm](https://influentialpoints.com/Gallery/Cryptomyzus_ribis_Red_currant_aphid.htm) (Erişim tarihi 19.04.2023)
- Anonim(2023e) [https://influentialpoints.com/Gallery/Cryptomyzus\\_ribis\\_Red\\_currant\\_aphid.htm](https://influentialpoints.com/Gallery/Cryptomyzus_ribis_Red_currant_aphid.htm) (Erişim tarihi 19.04.2023)
- Anonim(2023f) [https://influentialpoints.com/Gallery/Hyperomyzus\\_lactucae\\_Blackcurrant-sowthistle\\_aphid.htm](https://influentialpoints.com/Gallery/Hyperomyzus_lactucae_Blackcurrant-sowthistle_aphid.htm) (Erişim tarihi 19.04.2023)
- Anonim(2023g) [https://influentialpoints.com/Gallery/Aphis\\_grossulariae\\_gooseberry-willowherb\\_aphid.htm](https://influentialpoints.com/Gallery/Aphis_grossulariae_gooseberry-willowherb_aphid.htm) (Erişim tarihi 19.04.2023)
- Anonim(2023h) <https://www.naturespot.org.uk/species/woolly-vine-scale-insect> (Erişim tarihi 19.04.2023)
- Anonim(2023i) [https://www.britishbugs.org.uk/heteroptera/Miridae/lygocoris\\_pabulinus.html](https://www.britishbugs.org.uk/heteroptera/Miridae/lygocoris_pabulinus.html) (Erişim tarihi 19.04.2023)
- Anonim(2023i) <https://www.naturespot.org.uk/species/winter-moth> (Erişim tarihi 19.04.2023)
- Anonim(2023j) [https://en.wikipedia.org/wiki/Synanthedon\\_tipuliformis](https://en.wikipedia.org/wiki/Synanthedon_tipuliformis) (Erişim tarihi 03.05.2023)

- Anonim(2023k) [https://en.wikipedia.org/wiki/Cecidophyopsis\\_ribis](https://en.wikipedia.org/wiki/Cecidophyopsis_ribis) (Erişim tarihi 03.05.2023)
- Anonim (2023l) <https://uk.inaturalist.org/observations/30056911> (Erişim tarihi 27.04.2023)
- Anonim (2023m) <http://ephytia.inra.fr/fr/C/16581/Hypp-encyclopedie-en-protection-des-plantes-Characteristiques-du-ravageur-et-de-ses-degats> (Erişim tarihi 27.04.2023)
- Atila, S.P. (2002). Bazı ahududu ve böğürtlen çeşitlerinin Ayaş (Ankara) koşullarına adaptasyonu üzerine ön değerlendirmeler, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 2002
- Barbara Łabanowska 2016.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0981942816301449> (Erişim tarihi 27.04.2023).
- Böhm, H. (1970) Die Bekämpfung der Johannisbeerblattgallmücke nicht vernachlässigenl. Pflanzenarzt 1970 Vol.23 No.5 pp.46-47
- Cross, J V., Harris, A L., Farman, D I., Hal, D R. (2016) Assessment of the effects of crop injury by blackcurrant leaf midge, *Dasineura tetensi* (Rübsaamen) (Cecidomyiidae) on yield and growth in commercial blackcurrant plantations Crop Protection, Volume 82, page 51-59.
- Cross, J. V., Crook, D. J. (1999) Predicting spring emergence of blackcurrant leaf midge (*Dasineura tetensi* ) from air temperatures. Entomol. Exp. Appl. 91, 421–430.
- FAO (2021) Currants Production Quantity  
<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Erişim tarihi: 4.05.2023)
- Hellqvist, S. (2001) Phenology of the Blackcurrant Leaf Midge ( *Dasineura tetensi* ) in Northern Sweden, Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Plant Soil Science, 51:2, 84-90, DOI: 10.1080/090647101753483804
- Hellqvist, S. (2005) Effects of damage to individual leaves on shoot growth and berry production of black currant. Crop Protection. Volume 24, Issue 4, April 2005, Pages 343-348
- Hellqvist S., Larsson, S. (1998) Host acceptance and larval development of the gall midge *Dasineura tetensi* (Diptera, Cecidomyiidae) on resistant and susceptible black currant. Entomologica Fennica Vol: 9 P: 95-102

- Mitchell, C., Brennan, R.M., Cross, J.V. and Johnson, S.N. (2011) Arthropod pests of currant and gooseberry crops in the U.K.: Their biology, management and future prospects. *Agricultural and Forest Entomology*, 13: 221-237.
- Öz Atasever, Ö., Gerçekcioğlu, R., Yüksek, M. (2015) Tokat 2' Siyah frenk üzümü (*Ribes nigrum*) çeşidinin yıllık ve iki yıllık çeliklerle çoğaltılması *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 8 (2), 28-31. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tabad/issue/34803/385518>
- Piotrowski, W., Oszmiański, J., Wojdyło, A., Łabanowska, B.H. (2016) Changing the content of phenolic compounds as the response of blackcurrant (*Ribes nigrum* L.) leaves after blackcurrant leaf midge (*Dasineura tetensi* Rübs.) infestation, *Plant Physiology and Biochemistry*, Volume 106, Pages 149-158, ISSN 0981-9428.
- Piotrowski, W. Łabanowska, B.H. Kozak, M. (2021). Assessment of Infestation of Selected Blackcurrant (*Ribes nigrum* L.) Genotypes by the Blackcurrant Leaf Midge (*Dasineura tetensi* Rübs.) in Poland. *Insects* 2021,12, 492.
- Sezgin, O. (2015). Türkgye Florasinda bulunan yabani kırmızı frenk üzümünün (*Ribes rubrum* L.) kültüre alınarak fenolojik morfolojik ve pomolojik özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- Staszowska-Karkut, M.; Materska, M. (2020) Phenolic composition, mineral content, and beneficial bioactivities of leaf extracts from black currant (*Ribes nigrum* L.), Raspberry (*Rubus idaeus*), and Aronia (*Aroniamelano carpa*). *Nutrients* 2020, 12,463.
- Uysal, C., Çobanoğlu, S. Ökten, M. E. (2001). Determination of Tetranychoida (Acarina: Prostigmata) species harmful in the park areas of Ankara. *Turkiye Entomoloji Dergisi*, 25: 147-160.
- Yesilayer, A., Çobanoğlu, S. (2009). Major mites listed in turkey's external quarantine. *International Journal of Acarology*, *International Journal of Acarology*. 36: 483–486.3.
- Yesilayer, A., Çobanoğlu, S. (2013). İstanbul (Türkiye) park ve süs bitkilerinde tespit edilen Raphignathoid akarları (Acari and: Prostigmata: Raphignathoidea). *Turkiye Entomoloji Dergisi*. 37: 93-103.



- Yeşilayer, A., Çobanoğlu, S. (2015). İstanbul Park ve Bahçelerindeki Tetranychidae Türleri. Gaziosmanpaşa Journal of Scientific Research. 11: 90-98.
- Yeşilayer, A., Uçar, M.H. (2016). Phytoseiid mites on ornamental plants in Tokat. American Journal of Engineering Research (AJER) 5: (10),354-357.
- Yeşilayer, A. (2017). Acaricide effects of *Phlomis pungens* Willd.var. *Hirta* extracts on two-spotted spider mite (TSSM- *Tetranychus urticae* Koch) (Arachnida: Tetranychidae). Munis Entomology and Zoology. 12 (2). 564-569.
- Zhang, Z-Q. and R. Henderson 2002. Key to tetranychidae of new zealand. landcare research private bag 92170 Auckland New Zealand, 62 p

## BÖLÜM 13

### **BÖĞÜRTLEN (*Rubus fruticosus* L.) AKARI [*Acalitus essigi* (Hassan) (ACARI: ERIOPHYIDAE)] ZARARI VE MÜCADELESİ**

Prof. Dr. Resul GERÇEKÇİOĞLU<sup>1\*</sup>

Dr. Öğr. Üyesi Öznur ÖZ ATASEVER<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup>Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü Tokat, Türkiye. resul.gercekcioglu@gop.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-3175-4038

<sup>1\*</sup>Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tokat, Türkiye, oznur.ozatasever@gop.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-8372-5327



## 1. GİRİŞ

Üzüksü meyveler, son yıllarda dünyada ve ülkemizde oldukça talep gören ve üretimi hızla artan meyve gruplarındandır. Son verilere göre; Dünya, toplam üzüksü meyve üretimi yaklaşık 13 milyon ton olup, en fazla üretime yaklaşık 9 milyon ton ile çilek sahip olurken, ikinci sırada yine yaklaşık bir milyon ile yaban mersini (Mavi yemiş) , üçüncü sırada ise 686 bin tonluk üretimi ile böğürtlen (ahududu) gelmektedir. Bunları sırasıyla, frenk üzümü, turna yemişi, beктаşi üzümü, aronya ve diğerleri izler (Anonim, 2021). Ülkemiz üzüksü meyveler yetiştiriciliğinde son yıllarda artış eğilimi gözlenmiştir. TÜİK 2022 verilerine göre, çilek üretimimiz yıllar içinde düzenli bir artış göstererek yaklaşık 730 bin ton, böğürtlen üretimi 6652 ton, ahududu üretimi 3384 ton olurken, mavi yemiş üretimi kayıtlara girecek duruma gelmiş ve 4305 tonluk üretim gerçekleşmiştir. (Anonim, 2022).

Son yıllarda antioksidan açısından zengin besinlerin sağlık üzerine olumlu etkilerinden dolayı ayrıca üzüksü meyvelere rağbet gittikçe artmakta, yüksek fiyatlardan alıcı bulmaktadır. Yetiştiriciliği yapılan meyveler içinde antioksidan açısından en zengin meyveler arasında birinci sırada aronya (160,2  $\mu\text{M TE g}^{-1}$ ) bulunurken aronyayı, sırasıyla mürver ( $\mu\text{M TE g}^{-1}$ ), mavi yemiş (62.8  $\mu\text{M TE g}^{-1}$ ) ve böğürtlen (55.7  $\mu\text{M TE g}^{-1}$ ) takip etmektedir (Kulling ve Rawel, 2008).

Böğürtlen yetiştiriciliğinde üretimi tehdit eden bazı afit türlerinin (*Amphorophora agathonica*) dışında ciddi zarar ve hastalık görülmemekle birlikte (Cassie Bouska ve Edmunds, 2022; Ağaoğlu ve Gerçekcioğlu, 2013), son yıllarda dünyada ve ülkemizde de yabancı ve kültür böğürtlenlerinin önemli zararlılarından birisi olan Redberry mite olarak bilinen Böğürtlen akarının [*Acalitus essigi* (Hassan) (Acari: Eriophyidae)] zararı önemli düzeyde tehdit durumuna gelmiştir. Arreguin-Zavala ve ark., (2021)' nın bildirdiklerine göre; dünya'nın bir çok ülkesinde gözlenmiştir. Yeni Zelanda (Jeppson ve ark.,

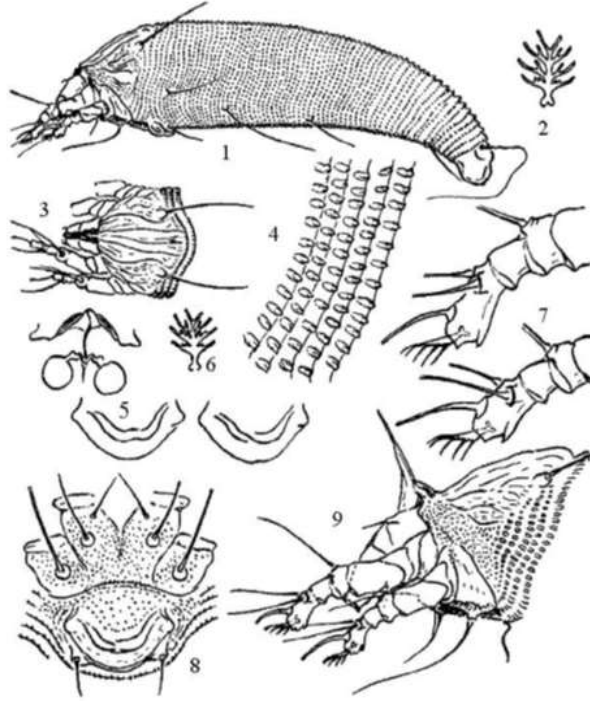
1975), Orta ve Güney Amerika (Ochoa ve ark., 1991; Gerding, 1992), Avustralya (Davies ve ark., 2001a; Scott ve ark., 2008), İngiltere (Pye ve de Lillo, 2010), Amerika (Keifer, 1941, 1952) ve farklı Avrupa ülkeleri (Vacante, 2016). Ayrıca, Eriophyid akarlardan *Acalitus orthomera* (Keifer) rozet tomurcuk akarlarından *A. essigi*' nin böğürtlen ve ahududularda zarar oluşturduğunu belirtmektedirler (Manson, 1972; Keifer ve ark.,1982). Çetin ve ark. (2014),

Türkiye' de böğürtlen akarına 2009 yılında Bursa, Çanakkale, Yalova ve İstanbul'da böğürtlen bahçelerinde rastlandığını belirtmektedirler. Marmara Bölgesi'nde böğürtlen alanlarının tamamı olup, İzmir, Muğla, Çanakkale ve Düzce gibi illerde de belirlenmiştir. Türkiye'de henüz zararlının mücadelesinde kullanabilecek ruhsatlı bir pestisit bulunmamaktadır.

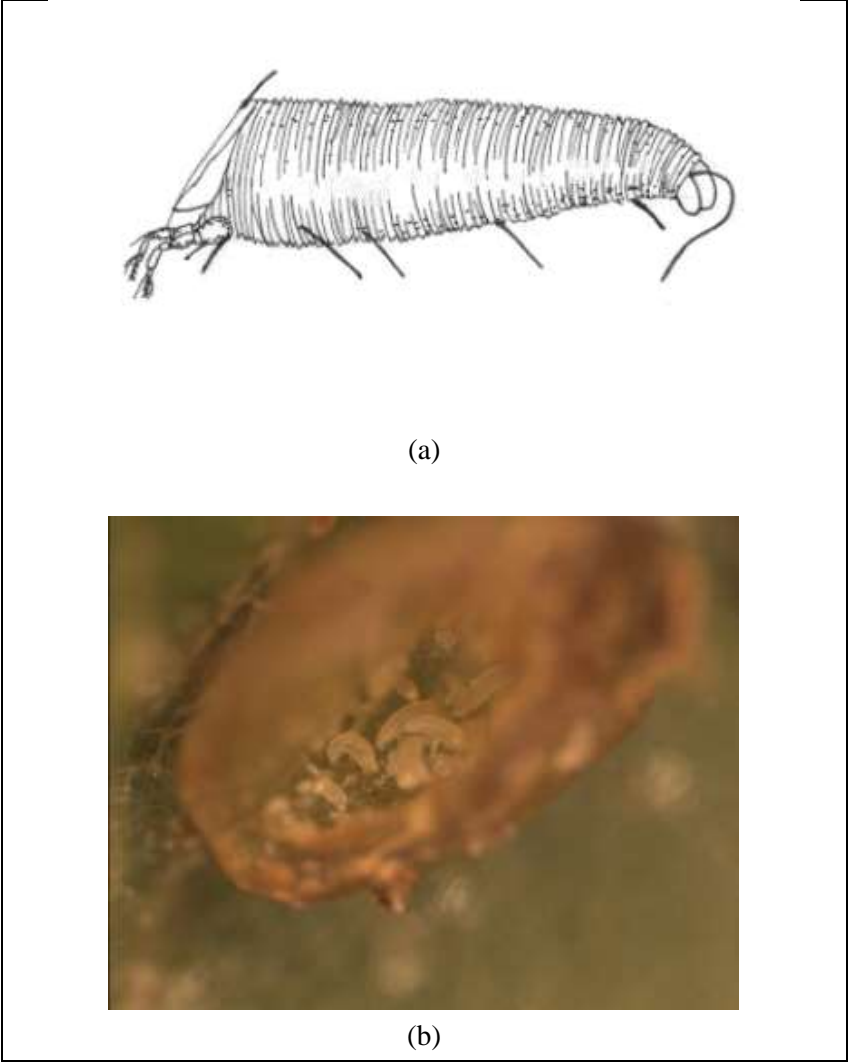
Sonraki yıllarda da, Türkiye'nin birçok bölgesinde böğürtlenlerde oluşan zararının nedeni anlaşılammış ancak bu zararı oluşturan etmenin böğürtlen akarı olduğu sonradan öğrenilmiştir.

### **1.1.Zararlının Tanımı**

Vücut şekli vermiform yapıda olup beyaz renktedir. Rostrum, aşağı doğru kıvrıktır. Genital bölgede koverflap önde ve granül şeklinde sonda ise hilal biçimindedir. Dorsal alanın median ve amedian çizgilerle kaplı olması *A. essigi*' nin ayırt edici özellikleridir. Şekil 1 (De Lillo ve Amrine, 1998) ve Şekil 1 ve 2'de gösterilmiştir (Caron ve ark., 2018).



**Şekil 1.** *Acalitus essigi* (Hassan, 1928) (Acari: Eriophyidae), 1–9, 1. Lateral opisthosoma 2. Empodium 3. Prodorsal tabaka 4. Mikrotüberkül 5. İç genital alan 6. Empodium 7. Ön bacak 8. Genital bölge 9. Lateral prodorsal tabaka.



**Şekil 2.** Ergin böğürtlen akarı (a) ve bitki sürgününde oluşan galeri içindeki akarların görünümü (b).

Kışı dormant durumdaki tomurcuk pulları arasında geçirir ve  $-6^{\circ}\text{C}$ 'de dahi yaşamını sürdürebilir. Mart ayı başlarında tomurcuklardan çıkarak yeni açmakta olan çiçek ve yaprakların altına ve petiollerin üzerindeki tüylerin arasına yerleşir. Meyvelerin gelişmesiyle meyve tanecikleri (üzümcükler) arasına ve kaliks alanına geçer ve havaların ısınmasıyla, meyve içerisinde hızlı

bir şekilde çoğalır (Alford, 2007; Jepson ve ark., 1975). Her yıl birden fazla döl verir, yumurta bırakmaya Mart ayı başlarında başlar ve Eylül ayı sonuna kadar devam eder (Jepson ve ark., 1975). Yıl boyunca tomurcuklar civarında bulunur ve serbest halde yaşar. Rüzgarla ve diğer canlılarla kolayca taşınır. Bitkiye bir kez bulaştığında bahçenin tamamına 1–2 yıl içerisinde yayılabilir (Lindquist ve Oldfield, 1996).

## **1.2.Zarar Şekli**

Bu akarın zararı tomurcuklarda da görülmekle birlikte, en ciddi zararı meyvelerde görülür. Üzümcüklerde, düzensiz olgunlaşmalarla kendini belli eder (Şekil 3). Meyveler tam olgunlaşmaz, ya açık kırmızı (Şekil 4 ve 5) ya da sert yapıda beyazımsı drupletler (üzümcükler) şeklinde gözle görülebilecek şekilde kendini gösterir. Bu belirtiler genellikle üzümsü meyvenin uç kısımlarında görülmekle birlikte, sap kısmına yakın yerde de görülebilir. Meyve tadında bozulmalar görülür ve bu haliyle tüketilemezler.

Enfekteli meyveler genellikle sonbahar ve/veya kışa doğru kururlar (Caron ve ark., 2018; Arreguin-Zavala ve ark., 2021). Yoğunluğu güneşlenmenin en fazla olduğu saatler ile öğle sonrasında artar. Bazen güneş yanığına benzer, beyaz taneli üzümcükler şeklinde semptomları da olabilir (Şekil 3-6). Mücadelesi yapılmadığında %10–90 oranında ürün kaybına neden olabilmektedir (Arthur ve ark., 2004; Caron ve ark., 2018).





(a)

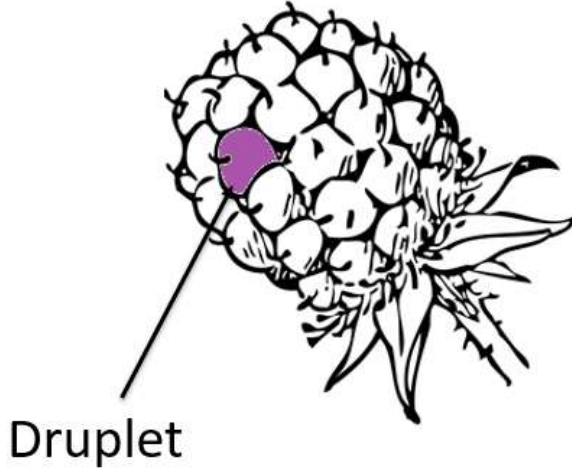


(b)

**Şekil 3.** Böğürtlen akarının neden olduğu tam olgunlaşamayan meyveler (Kaynak: (a) Caron ve ark., 2018; (b) Anonim, 2018).



(a)



(b)

Şekil 4. Böğürtlen akarının neden olduğu tam olgunlaşamayan sert yapılı meyveler (Anonim,2018).



Şekil 5. Böğürtlen akarının neden olduğu, güneş yanığı şeklinde üzümçüklerde bozukluklar (Fotoğraf: İsmet Soytorun)



Şekil 6. Böğürtlen akarının neden olduğu, güneş yanığı şeklinde ve olgunlaşamayan üzümçükler (Fotoğraf: Anonim, 2018a).

### 1.3.Böğürtlen Akarı Mücadelesi

Kültürel ve Biyolojik Mücadele:

Böğürtlen akarı, hem yabani hem de kültür böğürtleninde zarar yapan çok yıllık mikroskobik bir zararlı olup, mücadelesi yapılmadığında %10–90 oranında ürün kaybına neden olabilmektedir (Arthur ve ark., 2004).

Bu akar, bulaşık birkaç bitkiden bahçenin tamamına kolayca yayılabilmekte ve zarar gören meyveler sert, kırmızı veya yeşil renkte kalmaktadır. Bazı meyveler ise kısmen etkilense de pazarlanamamaktadır (Davies ve ark., 2001). Erkenci böğürtlen çeşitleri, zararlının yayılmasına fırsat vermeden hasada geldiği için fazla etkilenmezler. Bu nedenle zararlının görüldüğü alanlarda erkenci çeşitlerin seçimi önerilmektedir (Caron ve ark., 2018). Amerikada, böğürtlen akarının görüldüğü yerlerde; ‘Evergreen’ ve ‘Himalaya’ gibi erkenci çeşitler tercih edilirken, ‘Apache’, ‘Chester’, ‘Illini Hardy’, ‘Navajo’, ‘Thornless Evergreen’, ve ‘Triple Crown’ gibi geç olgunlaşan böğürtlen çeşitlerinin yetiştirildiği alanlarda bu akarın zarar riski oldukça yüksek olduğu bildirilmiştir (Vacante, 2016).

‘Prime Jim’ ve ‘Prime Jan’ gibi iki ürün alınan çeşitlerde (primocane- yazlık sürgünlerinde de aynı yıl meyve veren çeşitler) bu akarın zararı; yıllık sürgünler meyve verdikten sonra kesilip uzaklaştırılarak, yazlık sürgünlerdeki zararı büyük ölçüde azaltılmış olur (Murrietta ve Gaskell, 2016).

Bu akarla biyolojik mücadelede, bazı Phytoseiidae familyasına ait predatör akar’ların azda olsa başarılı olduğuna dair araştırmalara rastlanmaktadır (Jeppson ve ark., 1975).

Zararlı mücadelesinde gerek kimyasal ilaç kullanımının azaltılması, gerekse bunların çevreye olan olumsuz etkilerinin giderilmesi bakımından kimyasal mücadelenin alternatifi olan biyolojik mücadele uygulamaları yaygınlaştırılması şüphesiz çok önemlidir. Faydalı akar varlığının belirlenmesi

ve bunların korunmasına dikkat etmek gereklidir. Ayrıca bahçe ve süs bitkilerinde zararlı olan akarların tespiti ve bunların, ithalat ve ihracat sırasında bir yerden diğerine taşınmaması için de kontrol yöntemleri dışında karantina önlemleri de dikkate alınmalıdır (Yeşilayer ve Çobanoğlu 2010, 2011,2015,2016; Yeşilayer ve Uçar, 2016).

#### Kimyasal Mücadele:

Bu zararlı görüldükten sonra yapılan kimyasal uygulamaları genellikle etkili olmaz. Bu zararlının oluşturduğu semptomlar görülmeden önce yapılan, temas etkili kükürtlü ilaçlar ve değişik yağlı bileşikler (fungisit/mitisitler) kullanılabilir. Bu ilaçlar kesinlikle karıştırılmamalı ve birlikte kullanılmamalıdır, zararlı yoğunluğuna göre, her 30 gün de bir tekrar edilmelidir.

İslenabilir kükürt kullanımında; ilk uygulama, tomurcuklar uyanmadan önce yapılmalıdır. Arkasından, ikinci uygulama çiçeklenme başlangıcında tekrar edilmelidir. Kükürt uygulamaları arılar için zararlı olabileceğinden, arılar aktif hale gelmeden uygulama yapılmalıdır. İlaçlama yapmak, için sabahın erken saatleri bu uygulama daha uygundur.

Bahçe ürünlerinde kullanılabilen ‘SunSpray’ ya da ‘Stylet’ etkili yağlar %1-2 oranında alternatif olarak zararlının kontrolünde kullanılabilir. Bu tür yağlar 2–3 haftada bir tekrarlanmalıdır. Bu akarlar yapraklarla beslendiklerinden, bu uygulamalar, yaprakları yenemez hale getireceğinden başarılı sonuçlar alınabilmektedir. Bu yağların kalıntıları arılar için zararlı olabileceğinden, uygulamaların çiçeklenme sonrasında yapılması önerilir (Caron ve ark., 2018).

Böğürtlen akarı *A. essigi*'nin mücadelesi ile ilgili bazı ilaçların belirlenmesi amacıyla yürütülen bir araştırmada (2012 ve 2013 yılları) kireç–kükürt ve mikronize kükürt (Kükürt’ün milimetrenin binde biri ölçülerinde küçültülerek toz haline getirilerek uygulanması) uygulamalarında parsel başına 3 L, soya

yağı+lesitin uygulamalarında ise 5 L ilaçlı su kullanılmıştır. Uygulamalar, tomurcukların uyanmak üzere olduğu dönemde yapılmıştır. Bu dönemde, kireç-kükürt (kalsiyum polisülfid=gülleci bulamacı) bulamacı 3'er hafta ara ile 2 kez, mikronize kükürt %80 WG ise 2-3'er hafta ara ile 3 kez uygulanmıştır. Soya yağı uygulamaları, meyvelerin yeşil olduğu dönemde yapılmıştır. Uygulama 10 gün ara ile 3 kez yapılmıştır. Sonuç olarak; mikronize kükürt'ün (%80 WG) 100 litre suya 700g'lık karışımı %97.08 ve %97.99 başarı ile en iyi sonucu verirken, 100 litre suya 600 g'lık karışımından ise yine %94.14 ve %94.50'lik etkileriyle iyi sonuç alınmıştır.

Pestisit uygulama sonrasında, haftalık kontrollerde (2012 yılı), soya yağı uygulamalarında hem bitki yaprakları hem de meyvelerde %25-35 oranlarında yanma ve kavrulma şeklinde bozulmalar gözlenmiştir. Sonuç olarak; mikronize kükürdün (%80 WG) 100 litre suya 500'lık konsantrasyonu ve kireç- kükürt bulamacınının (31-32 baume derecesi) 100 litre suya 8+2.5 litre şeklinde hazırlanmış konsantrasyonlarının zararlının mücadelesinde kullanılabileceği önerilmiştir (Çetin ve ark., 2015).

**KAYNAKÇA**

- Ağaoğlu, S., Gerçekcioğlu, R. (2013). Üzümsü meyveler. tomurcuk bağ. Lim.Şti. Eğitim Yayınları No. 1. ISBN: 978-975-605-64181-NaN.
- Alford, D. V. 2007. Pest of Fruit Crops. Academic Pres. San Diego (406–407) pp. USA
- Anonim, (2018). <https://bladmineerders.nl/parasites/animalia/arthropoda/acari/actinotrichida/prostigmata/eleutherengona/eriophyoidea/eriophyidae/eriophyinae/acerini/acalitus/acalitus-essigi/>). Erişim Tarihi:02.05.2023
- Anonim.(2018a).<https://bladmineerders.nl/parasites/animalia/arthropoda/acari/actinotrichida/prostigmata/eleutherengona/eriophyoidea/eriophyidae/eriophyinae/acerini/acalitus/acalitus-essigi/>). Erişim Tarihi:02.05.2023
- Anonim. (2021). FAO faostat. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- Anonim. 2022. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2022-45504>. t3 - Meyve ürünleri, içecek ve baharat bitkileri üretim miktarları. Erişim Tarihi:18.05.2023
- Anonim.(2018). Redberry mite on Blackberry [*Acalitus essigi* (Hassan)]. Published by Utah State University Extension and Utah Plant Pest Diagnostic Laboratory. ENT-206-18, December, 2018.
- Arreguin-Zavala, J.J., Otero-Colina, G., Pineda, S., Lopez-Bautista, E., Flores-Martinez, B.A., Rebollar-Alviter.A. (2021). Evaluation of different control strategies for the management of redberry disease associated with *Acalitus orthomera* (Eriophyoidea: Eriophyidae) in commercial blackberry crops. Journal of Plant Diseases and Protection (2021) 128:191–202. <https://doi.org/10.1007/s41348-020-00361-7>.
- Arthur, L. A., Shanks, C.H, Fisher, G.C. (2004). Small fruit pests biology, diagnosis and management. Washington State University Extension Booklet, 24:5–7.
- Caron, M., Hansen, S., Beddes, T., Davis, R., Mull, A., Alston, D., Nischwitz, C. (2018). Redberry mite on blackberry [*Acalitus essigi* (Hassan)].

- Published by Utah State University Extension and Utah Plant Pest Diagnostic Laboratory. ENT-206-18, December 2018.
- Cassie Bouska, C.,Edmunds, B. (2022). Blackberry and raspberry pests. includes management options for commercial and home use. section I. Small Fruit Crops.
- Çetin, G., Denizhan, E., Erenoğlu, B. (2010). Türkiye faunası için yeni bir kayıt: *Acalitus essigi* (Hassan, 1928) (Böğürtlen akarı) (Acari: Prostigmata: Eriophyoidea). Bitki Koruma Bülteni 2010, 50(2): 45-49.
- Çetin, G., Hantaş, C., Hephızlı, P., Erenoğlu, B., Denizhan, E. (2014). Bursa ve Yalova illerinde böğürtlende zararlı *Acalitus essigi* Hassan, (Acari: Eriophyidae)'nin yayılışı, bulaşma oranı ve mücadelesine yönelik bazı pestisitlerin etkinliklerinin araştırılması (Proje Sonuç Raporu), Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Yayın No:304, Yalova.
- Çetin, G., Hantaş, C., Dura, O., Erenoğlu, B. (2015). Böğürtlende zararlı akar, *Acalitus essigi* (Hassan) (Acari: Eriophyidae)'nin mücadelesine yönelik bazı pestisitlerin etkinliklerinin belirlenmesi. Bahçe 44 (1): 15 – 22.).
- Davies, J., Allen, G. R. A. M. Williams, (2001a). Intraplant distribution of *Acalitus essigi* (Acari: Eriophyoidea) on Blackberries (*Rubus Fruticosus* Agg.) Experimental and Applied Acarology 25:625–639.
- Davies, J.L., Allen, G.R., Williams, M.A. (2001). Intraplant distribution of *Acalitus essigi* (Acari: Eriophyoidea) on blackberries (*Rubus fruticosus* agg.). Experimental and Applied Acarology. 25(8): 625-639.
- De Lillo, E.,J. W. Amrine.(1998). Eriophyoidea (Acari) on a computer database. Entomologica Bari 32: 2.
- Gerding, P.M. (1992). *Acalitus essigi* (Hasan) (Acarine: Eriophyidae) presente en moras cultivadas y silvestres (*Rubus* spp), en Chile. Agricultura Técnica 52:336–337. Handbook No. 573



- Jeppson, L. R., Keifer, H. H., E. W. Baker. (1975). Mites injurious to economic plants. Univ. of California Press, Berkeley, California. (463–464 ) pp. USA
- Keifer, H.H. (1952). The eriophyid mites of California (Acarina: Eriophyidae). Bull Calif Insect Surv 2:1–123.
- Keifer, H.H., Baker, E.W., Kono, T., Delfinado, M., Styer, W.E. (1982). An illustrated guide to plant abnormalities caused by eriophyid mites in North America. US Department of Agriculture. Agriculture
- Keifer, H.H. (1941). Eriophyid studies XI. Bull Calif Dept Agric. 30:196–216.
- Kulling, S.E. and Rawel, H.2008. Chokeberry (*Aronia Melanocarpa*)—A review on the characteristic components and potential health effects. *Planta Medica* 2008, 74, 1625–1634. [CrossRef] [PubMed]
- Lindquist, E. E., Oldfield, G.N. (1996). Evolution of eriophyoid mites in relation to their host plants. In: Lindquist EE, Sabelis MW, Bruin J (eds) *Eriophyoid Mites—Their Biology, Natural Enemies and Control*. Elsevier, Science Publishing, Amsterdam, The Netherlands, *World Crop Pests*, vol 6, pp 277–300
- Manson, D.C.M. (1972). New species and new records of eriophyid mites (Acarina: Eriophyidae) from New Zealand and the Pacific area. *Acarologia* 13:351–360
- Murietta, M.E., Gaskell, M. (2016). Redberry mite population differences in two *Rubus* spp. on California's central coast. *Acta Horticulture*. 1133: 431-436.
- Ochoa, R., Aguilar, H., Vargas, C. (1991). *Ácaros fitófagos de América Central: Guía ilustrada*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica
- Pye, DRL & de Lillo, E. (2010). A review of the eriophyoid mites (Acari: Eriophyoidea) on *Rubus* spp. in Britain, with a new species (*Diptilomiopidae*) and two new records. *Zootaxa* 2677:15–26.

- Scott, J.K., Yeoh, P.B., Knihinicki, D.K. (2008). Redberry mite, *Acalitus essigi* (Hassan) (Acari: Eriophyidae), an additional biological control agent for *Rubus* species (blackberry) (Rosaceae) in Australia. *Aust J Entomol* 47:261–264.
- Vacante, V. (2016). The handbook of mites of economic plants: identification, bio-ecology and control. CABI, Boston, MA. Washington State Univ. 2018. Redberry mite (*Acalitus essigi*): insects and invertebrates. Washington State Univ. Extension.
- Yeşilayer A., Çobanoğlu, S. (2010). Major mite pests of quarantine importance to Turkey *International Journal of Acarology*. Volume 36., Issue 6. 483-486 p.
- Yeşilayer A., Çobanoğlu, S. (2011). İstanbul (Türkiye) ili park ve süs bitkilerinde saptanan Tenuipalpidae (Acari: Prostigmata) türleri. *Bitki Koruma Bülteni*, 51(4):315-330.
- Yeşilayer, A., Çobanoğlu, S. (2015). İstanbul Park ve Bahçelerindeki Tetranychidae Türleri. *Gaziosmanpaşa Journal of Scientific Research*. 11: 90-98.
- Yeşilayer, A., Uçar, M.H. (2016). Phytoseiid mites on ornamental plants in Tokat. *American Journal of Engineering Research (AJER)* 5: (10),354-357.



## BÖLÜM 14

### TARIMDA 4.0 SÜRECİ VE AKILLI TARIM UYGULAMALARI

Doç. Dr. Hayriye Sibel GÜLSE BAL<sup>1</sup>  
Ziraat Mühendisi Emine YAMAN<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü  
Tokat, Türkiye.hayriyesibel.gulsebal@gop.edu.tr, Orcid ID: 0000-0001-7298-1416

<sup>2</sup> Tarım ve Orman Bakanlığı Bilgi Teknolojileri Genel Müdürlüğü, Ankara,  
Türkiye.eyamann@gmail.com, Orcid ID: 0009-0002-0033-2382



## 1.Giriş

Tarım; ekonomilerin gelişme sürecinde milli gelirde önemli bir pay alır gelişme ile bu pay azalsa da insan beslenmesindeki öneminden dolayı sosyo-ekonomik önemini her zaman korur. Toplumun beslenmesi gibi çok stratejik öneminin yanında önemli bir istihdama alanı oluşturur, sanayiye hammadde sağlar, sanayiye sermaye aktarır, ihracata doğrudan ve dolaylı katkısı ile ekonominin vazgeçilmez bir parçasıdır.

Bu ürünlerin doğaya bağımlılığı arzında ya da talebinde artış ya da azalış şeklindeki küçük bir değişiklik, tarımsal ürünlerin fiyatlarında büyük dalgalanmalara neden olmakta sosyal ve ekonomik çok fazla alanı etkilemektedir (Yaşarlar, 2011).

Tarım sektörünün, ekonomik, sosyal ve çevresel boyutta toplumun tüm kesimlerini doğrudan ilgilendiren önemli etkileri bulunmaktadır Türkiye gibi doğal olarak tarımsal üretimde avantajlı ülkeleri bu alanda risklerin azaltılıp, çok etkin olabilmesi, dezavantajlı ülkelerin mevcut kaynaklarından maksimum faydaya ulaşabilmeleri için tarımsal üretimdeki risk ve belirsizlikler teknoloji ve bugünkü noktada akıllı tarım ile azaltılabilir. Hassas üretimle optimum ve sürdürülebilir tarım yapılabilir.

Üreticiler için yüksek gelir, minimum maliyet ve pazarlama koşullarının iyileştirilmesi konuları tarımsal üretimin temel ilgi odaklarıdır. Makro boyutta ise toplumun gıda güvenliği, gıda kalitesi, kırsal alanların sosyo ekonomik sürdürülebilirliği, konuları tüm ülkeler için önemlidir.

Çevresel olarak ise ülkelerin tarım sektörlerinin gelişmişliği çevreye, biyolojik çeşitliliğe, yaban hayatına, çayır-mera, ormanlar, yeraltı ve yüzey suları gibi doğal kaynakların, toprağın korunmasına her zamankinden daha çok etki etmektedir.

Bütün bu kapsamlı konularla ilgili yapılan çalışmalarda koruma sürdürülebilirlik ve yüksek başarı sağlanması için gelişmiş teknolojilerin sunduğu imkânlardan faydalanılmalıdır. Tarımsal üretimde teknolojinin kullanılması artık lüks değil zorunluluk haline gelmiştir (Özgüven, 2018).

Tarımın ekonomi içindeki yeri ve ülkenin gıda güvenliğini için tarımın teknoloji ile güçlendirilmesi gerekmektedir. Türkiye böylece bilim ve teknolojiye destek alan bir sektör ile yeterli, güçlü, sürdürülebilir ve rekabetçi tarımsal üretime kavuşulabilecektir. FAO verilerine göre 2050 yılına kadar dünya nüfusunun % 40 (9-10 milyar), gıda talebinin % 60-70, sera gazı salınımının %160 artarken buna paralel hastalık ve zararlı baskısının artacağı, bitkisel biyoçeşitliliğin % 36, kişi başına arazi varlığının %24, tarımda kullanılan suyun %24, tarımda birim alandan verimin % 8 azalacağından bahsedilmektedir (Pakdemirli ve ark, 2021).

Dünya nüfusunun hızlı artışı beslenme sorununu beraberinde getirmektedir. Bu sorunla başa çıkabilmek tarımsal üretimin artırılması gerekmekte bu ise geleneksel tarım yöntemlerinin yetersizliğinden kurtularak kaynakların etkin kullanılması hem yeterli hem sürdürülebilir yöntemler kullanılmasını gerekli kılmaktadır. Geleneksel üretim yöntemleri tarımsal üretim kaynaklı çevre kirliliği, sorunları ortaya çıkarmaktadır (Kılavuz ve Erdem 2019).

Tarım sektörünün bilgi, yenilik ve teknolojiye dayalı, verimli, çevreci, sürdürülebilir yeni bir üretim anlayışı ile üretim yapmaya ihtiyacı vardır. Her sektörde ihtiyaç duyduğu ve kullandığı teknoloji tarım sektörüne de entegre edilmelidir. Tarımda teknolojinin kullanılması Tarım 4.0 teriminin ortaya çıkarmıştır ve tarımın dijitalleşmesini anlatır (Kirmikil ve Ertaş, 2020).

Endüstri 4.0 kapsamında tarım da dünyadaki değişime ayak uydurarak “Tarım 4.0” ve “Akıllı Tarım” ile anılmaktadır. Bu ifadeler modern Bilgi ve İletişim Teknolojilerinin (BİT) tarıma uygulanmasını ifade etmektedir ve “Üçüncü Yeşil Devrim” olarak da adlandırılmaktadır. Üçüncü Yeşil Devrim, hassas

ekipman, Nesnelerin İnterneti (IoT), sensörler, Coğrafi Konumlandırma istemleri, Büyük Veri, İnsansız Hava Araçları (İHA), Robotik vb. gibi BİT çözümlerinin bir araya getirilmesine dayalı tarım endüstrisini ele almaktadır (Duman ve Özsoy, 2019).

Bu çalışmada, dünyada akıllı tarım uygulamalarının neler olduğu, bunun için kullanılan yöntemler ve bu uygulamalarla tarımsal üretimde nasıl sonuçların elde edilebileceği değerlendirilmeye çalışılmıştır.

## **2.MATERYAL VE YÖNTEM**

Endüstri tarihinde yaşanan değişimler eş zamanlı olarak tarımın gelişmesinde de etkili olmuştur. Endüstriyel gelişim incelenerek Tarım 4.0' ın oluşumu da anlaşılacaktır. Bugün tarımın kullandığı uygulamaları daha net anlayabilmek için tarımın teknolojik dönüşüm sürecini incelemek oldukça önemlidir. Çalışmada Tarım 4.0'ı anlayabilmek için endüstri 4.0 nedir ile tarihsel gelişimi ve tarımdaki yeri incelenmiştir. Çalışmada Tarım 4.0 süreci ve akıllı tarım uygulamaları daha önce yayınlanmış rapor, araştırma makalesi ve internet kaynaklarından faydalanarak genel hatları ile önemli başlıklar altında ele alarak sunulmuştur.

## **3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA**

### **3.1.Endüstri 4.0 ve tarihçesi**

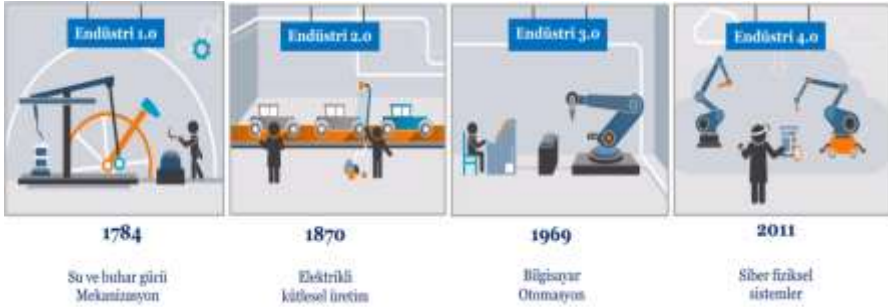
Dünya tarihinde ilk olarak tarım devrimi, ikinci olarak da sanayi devrimi insanların yaşamında köklü değişimlere sebep olan iki önemli olaydır. Geçmişten günümüze yüzyıllar boyu yaşayan insanların tarım ve endüstri alanlardaki bilgi ve tecrübelerinin gelecek nesillere aktarılması, gelişimi ve değişimin devamı bugün ekonomik ve sosyal alanlarda önemli değişimleri oluşturmuştur (Koştı, 2020).



Tarım devrimi, avcılık ve toplayıcılıkla yaşamını sürdüren toplulukların yerleşik hayata geçerek çiftçilik ve hayvancılık yapmaya başlamalarıyla başlamıştır. Tarım devrimi toplumların sosyo-ekonomik yapılarında büyük dönüşümler yaratmış, nüfus artmış, özel mülkiyet anlayışı ortaya çıkmış, mimari, sanat ve kültürün gelişmesiyle, idari yapılanma ve birlikte yönetim şekillerinde değişim ve gelişmeler yaşanmıştır.

Bu gelişmelerden yaklaşık yüz yıl sonra insanlık tarihini etkileyen ikinci önemli gelişme olan sanayi devrimi yaşanmıştır. Sanayi devrimi ile 1700'lü yılların ikinci yarısında İngiltere'de insan gücü yerini makine gücüne bırakmıştır. Hızla gelişme göstererek kısa bir süre sonra İngiltere'den Avrupa'ya ve buradan tüm Dünya'ya yayılmış, sanayileşen ve sanayiye ayak uydurabilen her ülkede zenginlik ve refah seviyesi devamlı yükselmiştir (Genç, 2018).

Sanayileşme ile burada işgücüne duyulan taleple tarım nüfusu tarımdan ayrılarak sanayi ve hizmet sektörüne geçmiştir. Şekil 1'de de görüldüğü üzere tarih boyunca meydana gelen sanayi devrimleri kendi içinde dört ayrı dönemden oluşmuştur.



**Şekil 1.** Tarih boyunca meydana gelen sanayi devrimleri

Sanayi devrimi süreçleri incelendiğinde, insan gücüne dayalı ekonomik yapıdan, makineli seri üretime geçişi içeren süreç birinci sanayi devrimidir ve endüstri 1.0 olarak adlandırılan dönemdir. Endüstri 2.0 olarak adlandırılan ikinci dönem elektrik enerjisine bağlı olarak gelişmiş olan sanayi sürecidir.

Henry Ford'un seri üretim otomobili bu dönemde üretilmiş ve Henry Ford'un montaj hattına, Taylor'un ilkeleri ve hareketli montaj hattı uygulanarak düşük maliyetli seri üretime geçilen dönemdir. Üçüncü sanayi devrimi olarak adlandırılan endüstri 3.0 elektronik ve bilişim teknolojilerindeki ilerlemelerle bilgisayar destekli üretim ve tasarım içeren bir sanayi sürecidir (Dengiz, 2017). Dördüncü sanayi devrimi endüstri 4.0 süreci birbirleriyle iletişim kurabilen teknolojiler, akıllı fabrikalar ile daha düşük maliyetli, daha esnek, daha verimli ve hızlı üretim yapabilmeyi amaçlayan yoğun bir teknoloji dönemini başlatmıştır (Kılıç ve Alkan, 2018).

Sanayi 4.0 kavramı ilk defa 2011 yılında Almanya'daki Hannover Fuarı'nda telaffuz edilmiştir. Tüm dünyanın yakından izlediği bir dijitalleşme sürecidir. Batıda nüfusun yaşlanması ile iş gücünde de yaşayacağı sıkıntılar nedeni ile endüstriyel üretim gücünün Doğu'ya kayması tehlikesi ve dijital dönüşümü bir zorunluluk haline getirmiştir (Gabaçlı ve Uzunöz, 2017). Sanayi 4.0 ile sıklıkla kullanılan bir kavram olan "Dijital Dönüşüm" ya da "Dijitalleşme" kavramları fiziksel dünyamızdaki algılamaları, sensörler yardımıyla elektronik sinyal, işlem, iletim ve depolama amacıyla dijital veriye dönüştürülmesini ifade ederken bütün bu işlemlerin yapılabilmesine olanak sağlayan teknolojiler de dijital teknoloji olarak isimlendirilmektedir. Bu yeni süreç mevcut iş modellerini değiştirerek yeni gelir kaynakları sağlayan, değer üreten yeni fırsatlar yaratan bir değişim sürecidir (Dengiz, 2017).

Sanayi 4.0 sanal ve gerçek sistemlerin entegrasyonunu içeren akıllı makineler ile birlikte yapay zeka dönemidir. Dördüncü Sanayi Devrimi Endüstri 4.0'ın sermaye gücünün etkisi azalarak, akıllı üretim sistemleri, dijitalleşme ve teknoloji ile insan gücünü fiziksel den beyinsel düzeye yükseltmektedir (Thobena ve ark, 2014).

Endüstri 4.0 ile üretimin robotlaşması ve yapay zeka ile robotların tasarım yapması, üretimi devralmalarından bahsedilmektedir. Siber-Fiziksel Sistemler,

Nesnelerin İnterneti ve Hizmetlerin İnternetine dayalı akıllı fabrikalar vizyonunun oluşmasına büyük katkı sağlamaktadır (Lee ve ark, 2015).

Endüstri 4.0 ürünün geliştirilmesi ve üretim süreci, üretim sonrası hizmet süreçlerinin iyileştirilmesi, birbirleriyle iletişimi, otonom kontrol ve optimizasyon süreçlerini ve modüler yapıllı üretim ortamlarındaki tüm fiziksel işlemleri içerir. Bu süreçte en uygun üretim neredeyse insanlardan tamamen bağımsız bir şekilde , makineler, bilgisayarlar, entegre bilgisayar sistemleri ve sensörlerin birbirleriyle bilgi alışverişinde bulunup kendi kendilerini koordine etmeleriyle gerçekleştirilir. (TÜSİAD, 2016).

Endüstri 4.0 genel olarak aşağıdaki 3 yapıdan oluştuğu belirtilmektedir.

**Nesnelerin İnterneti:** Bu her nesnenin bir şekilde internete erişerek, diğer cihazlarla iletişim halinde olmasıdır.

**Siber Fiziksel Sistemler:** İnsanlardan bağımsız üretim aşamalarının organize edilip, planlanıp, geliştirildiği sistemlerdir.

**Hizmetlerin İnterneti:** Hizmetlerin interneti ile siber-fiziksel sistemler insanlarla ve tüm sistemle hizmet bağı kurarak süreci devam ettirir (Anonim, 2018).



Şekil 2. Sanayi 4.0'ın Teknolojik Unsurları (TÜSİAD, 2016).

Endüstri 4.0 Yapı Taşları,

1. Nesnelerin İnterneti, IoT
2. Simülasyon (Simulation)
3. Otonom Robotlar (Akıllı Robotlar) (Autonomous Robots)
4. Katmanlı Üretim (Eklemeli üretim) (3B yazıcılar)
5. Arttırılmış Gerçeklik (Zenginleştirilmiş gerçeklik)
6. Bulut Bilişim (Cloud Computing)
7. Siber Güvenlik (CyberSecurity)
8. Büyük veri ve analizi (Big Data and Analytics)
9. Yatay ve dikey sistem entegrasyonu (Horizontal and Vertical System Integration) (Ananonim, 2018)

### **3.2. Tarımda 4.0 ve Tarihçesi**

Milattan Önce (M.Ö.) yaklaşık 9500 ‘de başladığı düşünülen “Tarım Devrimi” insanoğlunun yeryüzündeki hayat serüveninin en önemli dönüm noktasıdır. Tarım devrimi; insanın avcılık ve toplayıcılıkla gıda sağladığı bir yapıdan, ekin-biçen, saklayan ve ticaret yapan bir yaşam modeline geçiştir. Tarım devrimi dört ana döneme ayrılmıştır ve sadece tarımsal üretim şeklini değiştirmemiş birey, toplum, devlet ve ticaret yapısını da değiştirip, dönüştürmüştür ve değişim durmadan devam etmektedir (Birişik, 2019).

1800'lü yılların ortalarında sanayi devrimi ile su ve buhar gücünün keşfi ve sanayide kullanılmasıyla başlamış ve tarıma da yansımıştır. Tarım 1.0 sürecinde, enerji hem hayvan gücüyle birlikte mekanizasyonun da kullanılması ile sağlanmıştır. 20. Yüzyılın başlarında elektrik enerjisi kullanımı ile makinelere geçiş olmuştur. Bu süreçte her ne kadar tarımda makinelere geçiş olsa da daha çok insan gücüne dayalı emek yoğun bir süreçtir.

Tarım 2.0 sürecinde; tarımda motor gücü ve traktör kullanımı başlamış, İkinci Dünya Savaşı sonra, 1950'lerin sonlarında elektronik otomasyon sağlanmış,

makineli tarım ile üretim maliyetleri düşmüş, daha geniş alanlarda üretim yapılabilen ve verimliliğin arttığı bir süreç başlamıştır.

Tarım 3.0 süreci tarımda yönlendirme sistemleri ve 1990'larla GPS kullanımı ile hassas tarımın uygulamalarının başladığı süreçtir. Hassas tarım yöntemleri, bitkisel üretimde arazinin her bir parseline özgü ya da hayvansal üretimde sürüdeki her bir hayvana özgü izleme, değerlendirme ve çözümler sunarak en etkin ve masrafsız üretime olanak sağlamıştır (Pakdemirli ve ark, 2021).

21. yüzyılın başlarında 2010'lu yıllarla Endüstri 4.0'ın sanayide gerçekleştirdiği gelişmeler tarım sektörüne de yansımıştır. Tarım 4.0 dönemi Akıllı Tarım, modern Bilgi ve İletişim Teknolojilerinin (BİT) tarıma uyarlanması dönemidir. Bitki ıslahı ve genetik ilerlemelerden sonra hassas ekipman, Nesnelerin İnterneti (IoT), sensörler, Coğrafi Konumlandırma sistemleri, Büyük Veri, İnsansız Hava Araçları (İHA), Robotik vb. gibi BİT çözümlerinin bir araya getirilmesine dayalı tarım endüstrisini ifade etmektedir (Duman ve Özsoy, 2019)



Şekil 3. Tarımın Gelişim Aşamaları (Anonim 2021).

### 3.2.Tarım 4.0 Sürecinde Akıllı Tarım ve Uygulama Araçları

Akıllı tarım, tarımsal verimliliği artırmak için iyi bir çitlik ve üretim yöntemi ile kaynakların etkin kullanımı, çevre zararlarının minimuma indirilmesi tüm dünya için tarımsal sürdürülebilirliği sağlayacak tüm yenilik ve teknolojilerdir

denilebilir. Akıllı tarım uygulamaları gelişmiş bilgi ve kontrol sistemleri ile kaynak israfının önüne geçmeyi, ürünün brüt getirisini artırmayı ve üretimden kaynaklanan çevre kirliliğini en aza indirmeyi amaçlar. Akıllı tarım teknikleri, toprak işlemeden hasada kadar tarımsal üretimin hemen her aşamasında kullanılabilir (Anonim, 2020).

Akıllı Tarım, kesine yakın tespitlerle daha üretken, daha verimli ve sürdürülebilir bir tarımsal üretim sağlama potansiyeli sunmaktadır. Çiftçiler için akıllı tarım, daha doğru karar verme, daha verimli üretim ve çiftlik yönetimi avantajlarıyla katma değer yaratır. Akıllı tarım, tarımsal üretim için birbirine bağlı üç teknoloji alanını, Yönetim Bilgi Sistemleri, Hassas Tarım ve Tarımsal otomasyon-robotiği kullanır (Anonim, 2019a).

Yönetim Bilgi Sistemleri, Çiftlik faaliyetlerini için gerekli veri toplama, işleme, saklama ve yaymayı sağlayan planlı sistemlerdir (Duman ve Özsoy, 2019).

*Hassas Tarım*, en iyi getiriye en az çevresel etki ile alabilmeyi sağlayacak mekân ve zaman değişkenlerinin yönetimidir. Kaynakları koruyarak, GPS, GNSS, dron görüntüleri ve sentinel uydulardan sağlanan yeni nesil hiperpektral görüntüleri kullanarak, arazi özelliklerini iyileştirecek ve ürün verimini artıracak, topografya, organik madde içeriği, nem seviyeleri, azot seviyeleri vb. pek çok değişkeni ölçülebilen, mekânsal değişkenlik haritalarının oluşturulmasına imkân tanıyan, girdilerin dönüşünü optimize edecek çiftlik yönetiminin tüm gereksinimlerini ortaya koyan Karar Destek Sistemlerini (DSS) içerdiği belirtilmektedir (Duman ve Özsoy, 2019).

*Tarımsal otomasyon ve robotik*, farmbotslar, farmdronlar ve her türlü tarımsal üretimde kullanılacak robotik, otomatik kontrol ve yapay zekâ tekniklerini kullanma sürecidir (Duman ve Özsoy, 2019).

Yukarıda Endüstri 4.0 bileşenleri olarak bahsedilen teknolojilerin akıllı tarımda kullanımını aşağıda alt başlıklar halinde detaylandırılmıştır.

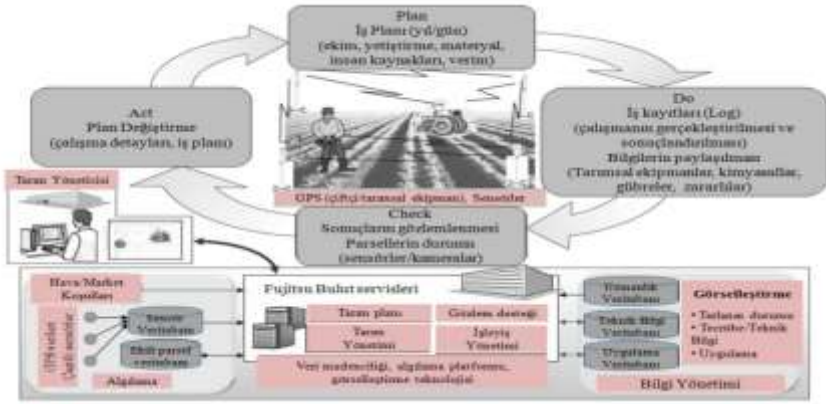
### 3.3.Tarım 4.0 Uygulama Araçları

Bugün dünyanın içinde olduğu süreçte gıda ve bağlantılı olarak tarım her zamankinden daha önemli hale gelmiştir. Kullanılabilir arazilerin sınırına gelmiş olması, enerji ve doğal kaynaklarla bağlantılı olarak girdi maliyetlerinin yükselmesi, üretimle ilgili sorunu algılamak, önleyici, zamanında ve doğru müdahalede bulunmak çok daha önemli olmuştur. Bunun için de tarım 4.0 ve ilgili araçlarından destek alınmaktadır (Kirmikil ve Ertaş, 2020). Aşağıda bu araçlara kısaca değinilmiştir.

#### 3.3.1.Bulut bilişim

Akıllı tarım teknolojisi, tüm geleneksel, bilinen tarımsal üretim sistemleri için iyi üretim yapma ve kaynakları en etkin değerlendirme imkânı sağlamaktadır. GPS, GIS, Uzaktan algılama ve ürün verim görüntüleme sistemleri gibi akıllı tarım teknolojisinin bileşenleri gerek bitkisel gerek hayvansal üretim için farklılıkların tespit edilmesinde kullanılmaktadır. Farklılıkları tespiti ve elde edilen veriler akıllı tarımın en önemli faydası olan değişken oranlı uygulama sisteminin uygulanmasıyla yapılan müdahalelerin maliyeti düşmekte, kaynaklar korunmakta ve tarımın her türlü sürdürülebilirliğine önemli katkı sağlanmaktadır. Akıllı tarım teknolojisi ile verilerin toplanması, analiz edilmesi ve sonuçların ilgililerin kullanımına açılmasında bulut hesaplama yöntemi kullanılmaktadır (Ünal ve Toprak, 2013).

Bulut bilişim, internet üzerinden bilgisayar veya bilgi teknolojisi(BT) altyapısının sunulduğu bir teknolojidir. Bu teknoloji ile ihtiyaçlar minimum çaba ve servis sağlayıcı etkileşimi ile karşılanmakta, kaynaklar, yazılımlar, uygulamalar ve hizmetler interneti ile paylaşılmaktadır. Toprak, hava, mahsul, araştırma vb. çiftçinin ihtiyacı olan veriler bir merkezde saklanabilmekte ve kullanılabilir. Araştırmacıların tarımsal uygulamalar için önerdiği PDCA (Plan-Do-Check-Act) döngülü tarım bulut modeli şematik olarak Şekil 2’de verilmiştir (Choudhary ve ark,2016).



**Şekil 4.** Tarımsal bulut modeli ve PDCA döngüsü

Tarım için faydalı bir teknoloji olan bulut bilişimin bir takım zorluklarından bahsedilmektedir. Bunlar;

- Ağ bağlantısı ihtiyacı,
- Sürekli İnternet bağlantısı gerektirmesi,
- Çiftçinin teknolojiyi bilmemesi,
- Daha az fiziksel kontrol,
- Bilgisayar korsanlarının dikkatini çekmesi,
- Düşük hızlı bağlantılarla iyi çalışmama
- Güvenlik riski taşıması olarak belirtilmektedir (Choudhary ve ark,2016).

### 3.3.2.Nesnelerin interneti (IoT)

İnsanlık nesnelerin interneti terimi ile 1990'ların başında kahve makinasının uzaktan izlenmesi karşılaşmıştır. Fiziksel nesnelerin birbirleriyle ve daha geniş sistemlerle bağlantılı olduğu bir iletişim ağıdır. Sistem insanlar dahil olmadan internet aracılığıyla çalışan bir iletişim sistemidir (Bıçakçı, 2019; Gökrem ve Bozuklu 2016).



Nesnelerin İnterneti IOT üç katmanlı bir yapı ile çalışır. Birinci katmanda, tüm sensörler türleri, kameralar vb. bilgi toplama araçları yer alır. Bunlar, daha iyi ve kolay tarım için saha izlemesinde kullanılır. İkinci katman iletişim teknolojilerini (GSM, Wifi, 3G, UMTS, Bluetooth, Gateway, RFID) temsil eden ağ yönetim katmanıdır. Üçüncü katman, kullanıcı ara yüzüdür tarım uygulamaların işletildiği entegre uygulama katmanıdır. Bu katman tarım alanlarını izleyen hücresel telefon ve kişisel cihazları içerir. Buradan gelen bilgiyle çiftçiler üretimleri ile ilgili doğru karar verebilir ve optimum üretim gerçekleştirebilirler (Mekala ve ark,2017).

Çiftçiler IoT teknolojisi ile arazilerini telefon veya tablet ile uzaktan kontrol edebilmektedir. Bu teknoloji çiftçiye hangi tohumu ekileceği, ne kadar gübre atacağı, hava koşulları gibi birçok bilgiyi sunan sistemlerden oluşur. Şekil 18’de Nesnelerin interneti (IoT) mimarisinin katmanları görülmektedir (Ercan ve ark. 2019).



**Şekil 5.** Nesnelerin interneti (IoT) mimarisinin katmanları

Nesnelerin internetini kullanan akıllı sulama sistemleri, toprağın su ihtiyacı olan noktasına tam ihtiyacı kadar suyu vermektedir. Sistemdeki su kaçağı vb. arıza durumlarında kullanıcıyı uyarmaktadır. Suyun bu şekilde tam ihtiyaca göre verimli kullanımı, toprak yapısının ve küresel ısınma tehdidi altındaki su rezervlerinin korunmasına önemli katkı sağlamaktadır.

Önerilen bir sulama sisteminde, nem sensörü ile toprak nem seviyesi kontrol edilerek düşük nem seviyesinde, bir su pompası çalışmakta yeterince neme ulaşıldığında su pompası otomatik olarak kapanmaktadır. Sistem pompanın her çalışması ile ilgili kullanıcıya su pompası ve toprak nemi durumunu güncelleyerek IOT modülü üzerinden bir mesaj göndermektedir (Rajakumar ve ark,2018).

### **3.3.3. Büyük veri**

Medya paylaşımları, ağ günlükleri, bloglar, fotoğraf, video vb. gibi çok çeşitli kaynaklardan toparlanan verilerin, anlamlı ve işlenebilir biçime dönüştürülmüş şekline büyük veri denilmektedir (Anonim, 2022a).

Tarımda büyük veri; fırsatlar arasında kıyaslama, sensör kullanımı ve hesaplama, öngörücü modelleme, üretim risklerini yönetme ve verimliliğini artırmak için kullanılan verilerdir. Farklı kaynaklardan gerçek zamanlı toplanan bu veriler çiftçilere ipuçları verir. Doğru ve iyi tanımlanmış bir mekanizma bu verilerin analizi üreticilerin hafıza gereksinimi azaltılarak ve zaman kısaltılabilir (Kirmikil ve Ertaş, 2020). Büyük veri, tarıma öngörü sağlamak, operasyon kararlarını yönlendirmek ve yeni iş modelleri icat etmeyi sağlamaktadır (Wolfert ve ark, 2017).

Büyük veri tarım-gıda sektöründe kayıpların azaltılması, katma değer yaratılması, tüm tedarik zincirinin verimliliğinin artırılması ve gıda güvenliği endişelerini azaltmada büyük bir fırsat olarak görülmektedir.

### **3.3.4. Uydu ve hava araçları**

Bugün tarım sektörü de diğer sektörler gibi uydu ve hava araçları kullanımının avantajlarını kullanılmaktadır. Bu teknolojiler araca yerleştirilen pasif optik sensörlerle ürüne ve araziye ilişkin verileri sunarak en etkin üretime olanak sağlamaktadır. Uydudan alınan arazi görüntüleri görüntü işleme yöntemi ile

problemlı bölgeleri göstermekte üreticiler sadece problemlı alanlara odaklanarak zaman ve maliyet açısından kazanç sağlamakta, akıllı çiftçilik uygulamaları ile en iyi verim elde edilebilmektedir. Arazinin parça veya tüm ekim alanı üretim miktarı ve ürün hasat zamanı tahmin edilebilmektedir.

### 3.3.5. Otonom robotlar

Tarımsal üretimin hemen her aşaması robotlar kullanımına uygundur ve Tarım 4.0'la otonom robot uygulamalarına geçilmiştir. Önümüzdeki yıllarda büyük traktörler yerine robotların kullanılacağı öngörülmektedir. Bugün de tarımda, ekim-dikim, hasat, gübreleme, ilaçlama, yabancı ot mücadelesi ve zararlı mücadelelerinde çok çeşitli robotlar kullanılmaktadır (Tekin, 2013).

Tarımsal robotlar, çiftçiler için yavaş, tekrarlayan ve sıkıcı işleri üstlenip serileştirerek uygulama zamanını kısaltmaya, kayıpları ve maliyeti azaltmaya, tarımda giderek daha kıt kaynak olan emeğin yerini almaya olanak sağlar. Bugün tarımsal üretimde en yaygın kullanılan robotlar, hasat ve toplama, sıralama ve paketleme, biçme, budama, tohumlama, püskürtme ve inceltme, yabancı otlar ve zararlılarla mücadele robotlarıdır. Hasat ve toplamada sağladıkları, verim artışı ve hasat kayıplarını azaltmada sağladıkları doğruluk ve hız sebebiyle tarımdaki en popüler robot uygulamalarının hasat ve toplama robotları olduğu belirtilmektedir. Ancak bu uygulamaların görme sistemlerinin, toz, ışık yoğunluğu, sıcaklığın ve rüzgarın yarattığı etki ve olumsuz koşullardan nedeni ile etkinliğinin azalabildiği belirtilmektedir (Anonim, 2019b).

Çiftçilerin ürünlerini sürekli görsel kontrole gitmeden zaman ve işgücü tasarrufu faydası sağladıkları robot uygulamalarının bir diğeri de dronlardır. Dronlar belli bir yük taşıyabilme kapasitesi ile tohum, gübre, ilaç dağıtabilmektedir. Gelişmiş dronlar, ürün stresini, gelişimini izleyebilen, verimi tahmin edebilen donanımlara sahiptir (Anonim,2019c).

Püskürtme ve ayıklama robotları, veri tabanlarında yüklü görüntülerden faydalanarak yabancı otları tespit edip ayıklayabilmekte pestisitleri doğrudan

otun üzerine uygulayabilmektedir. Yabancı ota mücadelede pestisitlere dirençli, maliyeti yüksek kullanımlara karşı dron teknolojisi hem çiftçilere hem de çevreye büyük destek sağlamaktadır (Anonim,2019c). Şekil 6' da çeşitli robot ve uygulama görüntüleri verilmiştir.



**Şekil 6.** Çeşitli robot ve uygulama görüntüleri

### 3.3.6. Makine Görme Sistemleri

Makine görme sistemleri çok hızlı ve büyük miktarda veriyi elde edip işleyebilen sistemlerdir. Makine görme, donanım ve yazılım kombinasyonu ile görüntülerin yakalanması ve işlenmesi, işlevlerinin yürütülmesinde aygıtlara operasyonel rehberlik sağlamakta, endüstriyel ve endüstriyel olmayan uygulamaları kapsamaktadır. Endüstriyel makine görmesi düşük maliyet, kabul edilebilir doğruluk, yüksek sağlamlık ve güvenilirlik, yüksek mekanik ve sıcaklık stabilitesi anlamına gelmektedir. Tarım alanında bu teknoloji ürünlerin büyüklüklerine, renklerine, sağlamlıklarına ve diğer birçok kategoriye göre sınıflandırılması işlemlerinde kullanılmaktadır (Uzun ve ark, 2018).

### 3.3.7. Siber fiziksel sistemler

Siber-fiziksel sistemler, hassas kontrol ve optimizasyon sağlamak için siber elemanları fiziksel bileşenlere entegre eder. Akıllı makineler ve sensörlerin tarımda kullanımının yaygınlaşmasıyla, bu makinelerle elde edilen veri miktarı

ve kapsamı artmıştır. Bu durum ilerleyen süreçleri gitgide daha çok veri odaklı ve veri etkin hale getirmektedir.

Akıllı cihazlar, çok çeşitli sensörleri kullanarak, yerleşik zekâyla, otonom eylemleri yerinde veya uzaktan gerçekleştirebilen geleneksel tarım araçlarına (traktör, bilgisayar vb.) otonom özellik eklenmiş araçlardır. İlerleyen zamanlarda robotların üretimin kontrolünde önemli bir rol oynayacağı, fiziksel döngünün otonom hale gelmesi için insanların analiz ve planlamadaki rolünün makineler tarafından daha fazla destekleneceği beklenmektedir (Wolfert ve ark, 2017).

#### **4. SONUÇ**

4.0 tarım ile siber teknolojilerin tarıma entegrasyonu, hassas tarımsal üretim için fırsatlar sunmaktadır. Bu teknolojilerle iklim, toprak ve ürünler hakkında her türlü veri yüksek doğrulukta toplanabilmektedir. Toplanan veriler sulama, bitki koruma, bitki besleme vb. üretimin tüm süreçlerinde hazırlıklı olmak ve dış kaynakları yönetmek için kullanılmaktadır. Hassas tarımda akıllı cihazlar ve sensörlerin önemi özellikle vurgulanmaktadır, siber fiziksel temelli yaklaşımla akıllı cihazlar ve sensörler tarımdaki kullanıcılarına akıllı, öngörücü, tarım ve gıda izlenebilirliği sağlayan yüksek fayda sunmaktadır.

Dünya’da doğal kaynakların sınırına yaklaşılması, çevre kirliliği ve iklim değişikliği ekonomik bir sektör olması yanında gıda kaynağımız olan tarım sektörü üzerindeki baskıyı hergeçen gün biraz daha artırmaktadır. Kısıtlı kaynaklar ve artan nüfus dünyada gıda ve su savaşları yaşanacağı teorilerini güçlendirmektedir. İnsanlık için tarım ve gıda güvenliği hem de küresel ısınmanın kaynaklı doğal afetlerin hem de bilinçsiz kullanımın doğal kaynaklar üzerindeki baskısı sebebiyle çok daha hassas ve dikkatli olunması gereken bir sürece girmiştir.

Türkiye için de Anadolu gibi binlerce yıldır insanlığı besleyen kadim topraklarda coğrafi konumun sağladığı elverişliliği kullanarak rahat tarım yapma, kaynakları bilinçsizce harcama döneminin sonuna gelinmiştir. Bu topraklara üzerine yerleşmiş tüm topluluklar için her dönem önemli bir gelir ve geçim kaynağı olmuştur. İnsan yaşamına ve tarıma en uygun ılıman kuşakta, su kaynakları bakımından çevresine göre zengin, ürün çeşitliliğinin fazla Anadolu topraklarında üretim yapan Türkiye bugün gelinen noktada birçok açıdan yarışın gerisindedir. Sanayileşmiş, güçlü ekonomiye sahip ülkeler bunu tarıma aktararak, bilime, eğitime ve araştırmaya önem vererek dezavantajlı konumlarını bile fırsata çevirmişlerdir. Türkiye bu süreçte en azından dünyada bu alanda iyi uygulamaları tarıma entegre etmede gecikmeden, bunu eğitim ve araştırmayla, faydalı uluslararası ortaklıklarla destekleyerek, güçlü politikalarla tarımını ve kaynaklarını koruyarak, toprak, iklim, ve su açısından hala avantajlı olduğu bu topraklarda tarımını taçlandırıp dünya tarımında söz sahibi olabilir.

Ayrıca, tarım Türkiye’de hala çok önemli bir sosyo-ekonomik yapıdır ve akıllı tarıma geçiş sürecinde çiftçilerimize bu yönde eğitimler, seminerler düzenlenip üreticilerin dijital tarım ekipmanlarını kullanabilir hale gelmeleri sağlanmalıdır. Hassas üretim uygulamalarının avantajlarının farkına varan üreticilerimiz akıllı tarımı klasik tarıma tercih edeceklerdir. Tarımsal sürdürülebilirliği önemseyen tüm yöntem ve araçları ile akıllı tarım uygulamalarının tarımına entegre edilmesi Türkiye tarımı ve Türkiye çiftçisi için çok önemlidir.

**KAYNAKÇA**

- Yaşarlar, Y. (2011). AB Ortak tarım politikasına uyum sürecinde türkiye’de uygulanan tarım politikalarının ekonomiyeye etkisi. Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Özgüven, M.M. (2018). Hassas Tarım. Akfon Yayınları, Ankara. ISBN: 978-605-68762-4-0.
- Pakdemirli, B., Birişik, N., Aslan, İ., Sönmez, B., Gezici, M., Türk tarımında dijital teknolojilerin kullanımı ve tarım-gıda zincirinde tarım 4.0. Toprak Su Dergisi, 2021, 10 (1): (78-87).
- Kılavuz, E., Erdem, İ. (2019). Dünyada tarım 4.0 uygulamaları ve türk tarımının dönüşümü, Social Sciences, 14.4: 133-157.
- Kirmikil, M., Ertaş, B. (2020). Tarım 4.0 ile sürdürülebilir bir gelecek. Icontech International Journal of Surveys, Engineering, Technology Issn 2717-7270.
- Duman, B., Özsoy, K. (2019). Endüstri 4.0 Perspektifinde akıllı tarım (smart agriculture in industry 4.0 perspepective, International Congress on 3D Printing (Additive Manufacturing) Technologies and Dijital Industry 2019 11-14 April 2019, Antalya,
- Koştı, G. (2020). Sanayi 4.0 ve teknoloji bileşenleri, Journal of Business, Innovation and Govarnance, 2020; 3(2): 131–144.
- Kılıç, S., Alkan, R. M. (2018). Dördüncü sanayi devrimi endüstri 4.0: dünya ve Türkiye değerlendirmeleri. Girişimcilik İnovasyon ve Pazarlama Araştırmaları Dergisi, 2(3), 29–49.
- Gabaçlı, N., & Uzunöz, M. (2017). IV.Sanayi Devrimi: Endüstri 4.0 ve Otomotiv Sektörü. International Congress on Politic, Economic and Social Studies, (3), 149–174.

- Dengiz, O. (2017). Endüstri 4.0: Üretimde Kavram ve Algı Devrimi. Makina Tasarım ve İmalat Dergisi, 15(1), 38–45.
- Thobena, K. D., Busseb, M., Denkenac, B., Gausemeierd, J. (2014); “Editorial: System- Integrated Intelligence-New Challengesfor Product and Production Engineering in the Context of Industry 4.0,” ProcediaTechnology, vol. 15.
- Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H. A. (2015). A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems. Manufacturing Letters, 3, 18-23.
- TÜSİAD (2016). Türkiye'nin küresel rekabetçiliği için bir gereklilik olarak sanayi 4.0.
- Anonim, 2018, Endüstri 4.0 Nedir?, Ne Değildir?, Kullanım Alanları Nerelerdir?, <https://www.dia.com.tr/endustri-4-0-nedir-ne-degildir-kullanim-alanlari-nerelerdir/>, Erişim tarihi 08.02.2022.
- Birişik, N., 2019. Küresel ve Ulusal Ölçekte Tarım ve Gıda Politikaları “Gerçekler, Sorunlar ve Çözüm Önerileri” Memur- Sen Konfederasyonu Tarım-Orman Çalışanları Birliği Sendikası Yayınları, ISBN 978-605-85250-2-3. 303.
- Özgülven, M.M. and Türker, U., 2010. Application of precision farming in Turkey, comparative analysis of wheat, cotton and corn production. Journal of Agricultural Machinery Science, 6, (2), p.127-135.
- Anonim, 2019a, SmartAkis, “What is Smart Farming”, <https://www.smart-akis.com>, Erişim tarihi 01 Mart 2023.



- Ünal, İ., Topakcı, M., “Tarımsal Üretim Uygulamalarında Bulut Hesaplama (Cloud Computing) Teknolojisi”, Akademik Bilişim Konferansı-AB, 2013, 23-25.
- Choudhary, S.K., Jadoun, R.S., Mandoriya, H.L., “Role of Cloud Computing Technology in Agriculture Fields”, Computer Engineering and Intelligent Systems, Vol.7, No.3, 2016.
- Bıçakçı, S.N. 2019. Nesnelerin İnterneti, Takvim-i Vekayi, 24-36, ISSN: 2148-0087
- Gökrem, L., Bozuklu, M. 2016. Nesnelerin İnterneti: Yapılan Çalışmalar ve Ülkemizdeki
- Mevcut Durum, Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, Volume , Issue 13, Pages 47 - 68
- Mekala, M.S., Viswanathan., P., “A Survey : Smart Agriculture IoT with Cloud Computing”, IEEE, August 2017.
- Ercan Ş., Öztep, R., Güler, D., Saner G. 2019. Tarım 4.0 ve Türkiye'de Uygulanabilirliğinin
- Değerlendirilmesi. Tarım Ekonomisi Dergisi, 2019, 25:2, 259-265.
- Rajakumar, G., Sankari, M.S., Shunmugapriya, D., Maheswari, S.P.U., “Iot Based Smart Agricultural Monitoring System”, Asian Journal of Applied Science and Technology (AJAST), Volume 2, Issue 2, Pages 474-480, 2018.
- Anonim, 2022a, . [https://tr.wikipedia.org/wiki/B%C3%BCy%C3%BCK\\_veri](https://tr.wikipedia.org/wiki/B%C3%BCy%C3%BCK_veri)  
Erişim Tarihi: 01.05.2023.
- Wolfert, S., Ge, L., Werdouw, C., Bogaardt, M-J., “Big Data in Smart Farming- A Review”, Agricultural Systems, 153, 69-80, 2017.

Tekin, A.B., “Tarım Robotları”, Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 2013, 9 (4): 273-278, 2013.

Anonim, 2019b, Robotics Online Marketing Team, “Robotics in Agriculture: Types and Applications”, <https://www.robotics.org/blog-article.cfm/Robotics-in-Agriculture-Types-and-Applications/74>. Erişim tarihi 05.03.2022

Uzun, Y., B\_lban, M. ve Arıkan, H., 2018, Tarım ve Kırsal Kalkınmada Yapay Zeka Kullanımı, VI. Uluslararası KOP Bölgesel Kalkınma Sempozyumu, 26-27 Ekim, Konya.

Anonim 2021, <https://ticaret.gov.tr/data/5b8a43355c7495406a22755b/Tar%C4%B1m.pdf> Hollanda Sektörel Rapor Tarım 2021 Erişim tarihi 05.03.2022.

Anonim, 2022b, <https://www.youtube.com/watch?v=mDtELjTE1Qk>. Erişim tarihi 24.05.2022.

Anonim 2020, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu Akıllı tarım raporu, <https://www.btk.gov.tr/uploads/pages/arastirma-raporlari/akilli-tarim.pdf>, Erişim tarihi 09.05.2022





**ISBN: 978-625-367-100-6**