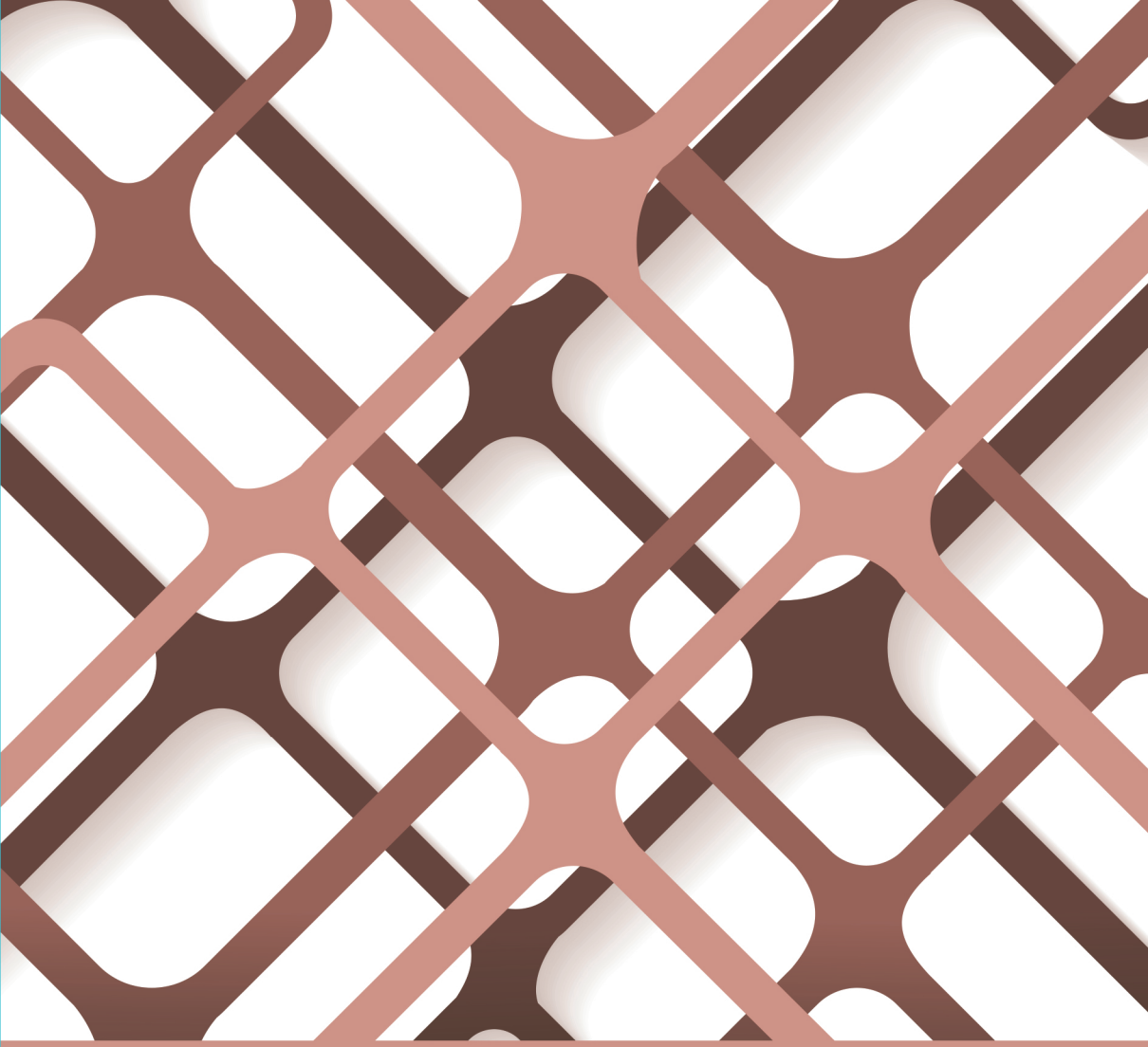


ZİRAAT, ORMAN VE SU ÜRÜNLERİNDE ARAŞTIRMA VE DEĞERLENDİRMELER - II

EYLÜL/2021

EDİTÖRLER
PROF. DR. ALİ MUSA BOZDOĞAN
PROF. DR. NİGAR YARPUZ BOZDOĞAN

gece kitaplığı

İmtiyaz Sahibi / Publisher • Yaşar Hız
Genel Yayın Yönetmeni / Editor in Chief • Eda Altunel
Kapak & İç T asarım / Cover & Interior Design • Gece Kitaplığı
Editörler / Editors • Prof. Dr. Ali Musa Bozdoğan
Prof. Dr. Nigar Yarpuz Bozdoğan
Birinci Basım / First Edition • © Eylül 2021
ISBN • 978-625-8002-20-1

© copyright
Bu kitabın yayın hakkı Gece Kitaplığı'na aittir.
Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin almadan hiçbir yolla çoğaltılamaz.

The right to publish this book belongs to Gece Kitaplığı.
Citation can not be shown without the source, reproduced in any way without permission.

Gece Kitaplığı / Gece Publishing
Türkiye Adres / Turkey Address: Kızılay Mah. Fevzi Çakmak 1. Sokak Ümit Apt. No: 22/A Çankaya / Ankara / TR
Telefon / Phone: +90 312 384 80 40
web: www.gecekitapligi.com
e-mail: gecekitapligi@gmail.com

Baskı & Cilt / Printing & Volume
Sertifika / Certificate No: 47083

ZİRAAT, ORMAN VE SU ÜRÜNLERİNDE ARAŞTIRMA VE DEĞERLENDİRMELER - II

Eylül 2021

EDİTÖRLER
PROF. DR. ALİ MUSA BOZDOĞAN
PROF. DR. NİGAR YARPUZ BOZDOĞAN

gece kitaplığı

İÇİNDEKİLER

Bölüm 1

TÜRKİYE'DE TESCİLLİ HAŞHAŞ ÇEŞİTLERİNİN VERİM VE ALKALOİD ÖZELLİKLERİ

Levent YAZİCİ & Güngör YILMAZ.....1

Bölüm 2

BAZI ÇELTİK ÇEŞİTLERİNDE DEMİRLİ GÜBREDEN YARARLANMA ORANLARI VE DEMİRİN TAŞINIMI

Güney AKINOĞLU & Ahmet KORKMAZ.....19

Bölüm 3

ORMAN YANGINLARIYLA MÜCADELEDE ORMAN YOLLARI, YANGIN EMNİYET YOL VE ŞERİTLERİNİN ÖNEMİ

Tolga ÖZTÜRK & İkram ÇELİK & Muhittin İNAN.....37

Bölüm 4

TÜKETİCİLERİN GERİ DÖNÜŞÜM DAVRANIŞLARI İLE İLGİLİ BİR LİTERATÜR İNCELEMESİ

Alptekin Mert YILMAZ & Özge Can NİYAZ & Oktay TOMAR 63

Bölüm 5

KARABÜK İLİNİN ETNOBOTANİK YAPISINA YÖNELİK DEĞERLENDİRMELER

Ufuk COŞGUN & Öykü COŞGUN 83

Bölüm 6

BAL ARILARINDA (APİS MELLİFERA L.) VİBROAKUSTİK İLETİŞİM

Gonca ÖZMEN ÖZBAKIR.....107

Bölüm 7

COVID 19 PANDEMİ SÜRECİNDE TÜKETİCİLERİN ORGANİK ÜRÜNLERE OLAN TALEBİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA: İZMİR İLİ ÖRNEĞİ

Ecem TUMAY BULUT & Zerrin KENANOĞLU 123

Bölüm 8

BİTKİ PARAZİTİ NEMATODLARDA BİYOLOJİK MÜCADELE

Lerzan OZTURK & Gürkan Güvenç AVCI.....143

Bölüm 9

GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (ONCORHYNCHUS MYKİSS, WALBAUM 1792) YEMLERİNDE ESANSİYEL YAĞ KULLANIMINA GENEL BİR BAKIŞ

Adem Yavuz SÖNMEZ & Yiğit TAŞTAN 167

Bölüm 1

TÜRKİYE'DE TESCİLLİ HAŞHAŞ ÇEŞİTLERİNİN VERİM VE ALKALOİD ÖZELLİKLERİ

Levent YAZİCİ[1]
Güngör YILMAZ[2]

1 Levent YAZİCİ, Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Yozgat, Türkiye. ORCID ID: 0000-0002-6839-5366
2 Güngör YILMAZ, Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Yozgat, Türkiye. ORCID ID: 0000-0003-0070-5484

1- Giriş

Tıbbi aromatik bitkiler insan sağlığı, ilaç sanayi, gıda sanayide kullanılan bitkiler olarak tanımlanmaktadır (Akça ve ark., 2017; Akça, 2017). Özellikle günümüzde Covid-19 pandemi salgınıyla birlikte tıbbi aromatik bitkiler önemli tarım ürünü olarak dikkat çekmektedir (Çolak ve ark., 2020; Yazici ve Akça, 2017). İlaç sanayide önemli bir yere sahip olan haşhaş (*Papaver somniferum* L.) *Ranunculales* takımı, *Papaveraceae* familyası ve *Papaver* cinsi içerisinde bulunmaktadır. *Papaveraceae* familyasında yaklaşık 43 cins ve 500 üzerinde tür, alttür ve varyete bulunmaktadır. Türkiye'de *Papaveraceae* famiyasına ait yedi cins bulunmakta, 15'i endemik olmak üzere 36 tür, 22 alttür ve varyete, toplam 58 papaver taksonun bulunduğu belirtilmektedir (Güner, 2012). Günümüzde yetiştiriciliği yapılan kültür haşhaşı *Papaver somniferum* L. türü olan (2n=22) tek yıllık bir bitkidir. Bazı bilim insanları tarafından tarımı yapılan haşhaşın gen kaynağının *Papaver setigerum* türü olduğu anavatanının Doğu Akdeniz bölgesi olduğu düşünülüyordu. Yapılan kalıntı analizlerinde de M.Ö 4-5 bin yıl önce İspanya, Fransa, Almanya ve Macaristan'da mağara insanları tarafından bu bitkiyi kullandıkları kanıtlanmıştır. Ancak daha sonraki çalışmalarda gen merkezinin Orta Asya olduğu kabul edilmiştir (Tetenyi, 1997).

Haşhaş (*Papaver somniferum* L.) yetiştiriciliği çok uzun dönemlerden beri yapılmakta, birçok uygarlık haşhaşı yetiştirmiş gıda ve tıbbi amaçla kullanmışlardır. Haşhaş bitkisinden kapsül ve tohum olmak üzere iki önemli ürün elde edilmektedir. Bu ürünler farklı endüstri alanlarında kullanılabilir olmasından dolayı ekonomik öneme sahiptir. Türkiye, gerek haşhaş kapsülünden elde edilen alkaloidler, gerekse tohum ihracatı bakımından dünya ticaretinde büyük bir paya sahiptir. Bu çalışmada ülkemiz için önemli stratejik bir bitkimiz olan haşhaşın, bugüne kadar tescil edilmiş çeşitlerinin verim ve alkaloid özelliklerinin belirlenmesi konusu ele alınmıştır.

2- Türkiye'de Haşhaş Ekimi ve Üretim Durumu

Türkiye'de haşhaş ekimi, Birleşmiş Milletler Teşkilatının ülkemize vermiş olduğu 70 bin hektar limit dâhilinde, kanun ve yönetmelik çerçevesinde, (3298 Sayılı Uyuşturucu Maddelerle İlgili Kanun ve Yönetmelik) Bakanlar Kurulunca haşhaş ekimine müsaade edilen yerlerde ve Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğünce yapılan planlama çerçevesinde lisansa tabi, kontrollü ve çizilmemiş kuru haşhaş kapsülü üretimi şeklinde yapılmaktadır. 20/06/2015 tarih 7725 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan Bakanlar Kurulu Kararı ile Afyonkarahisar, Amasya, Burdur, Çorum, Denizli, Isparta, Kütahya, Tokat, Uşak illerinin tamamı ile Balıkesir ilinin Balya, Bigadiç, Dursunbey, İvrindi, Kepsut, Savaştepe ve Sındırgı ilçeleri, Eskişehir ilinin Alpu, Beylikova, Çifteler, Günyüzü, Han, Mahmudiye,

Mihalıççık, Seyitgazi ve Sivrihisar ilçeleri, Konya ilinin Ahırlı, Akören, Akşehir, Beyşehir, Derbent, Doğanhisar, Hüyük, Ilgın, Kadınhanı, Seydişehir, Tuzlukçu, Yalıhüyük ve Yunak ilçeleri, Manisa ilinin Şehzadeler, Yunusemre, Demirci, Gördes, Köprübaşı, Kula, Sarıgöl ve Selendi ilçelerinde olmak üzere toplam 13 ilde haşhaş ekimi ve çizilmemiş haşhaş kapsülü üretimine müsaade edilmiştir (Anonim, 2016).

Haşhaş ülkemizde genel olarak kışlık ekilmekle beraber yazlık olarak da ekilmektedir. Kışlık ekim, genelde Ekim ayı içerisinde, yazlık ekim ise Mart-Nisan ayı içerisinde yapılmaktadır. Haşhaş ekimine izin verilen il/ilçelerde, TMO tarafından haşhaş ekiminin kontrolü sağlanmaktadır. Üreticiler tarafından 1Temmuz-30 Ekim tarihleri arasında yapılan müracaatlar, TMO işyerlerindeki ekip tarafından haşhaş ekili tarlalar tek tek ölçülüp kontrol edilerek, yasal sakıncası bulunmayanlara haşhaş ekim izni verilir ve ekim gerçekleşir. İzin belgesi almadan veya izin belgesi almasına rağmen belgesinde belirtilen alandan fazla yerde veya izin belgesinde kayıtlı olan yerden başka bir yerde haşhaş ekimi yapılması, kaçak ekim olarak kabul edilmekte, tespit edilen çiftçiler hakkında kanuni kovuşturma yapılmak üzere konu mahalli ve mülki idare amirliklerine bildirilmektedir. Haşhaş ekim alanlarında afyon üretimi için kapsüllerin çizilip çizilmediği kontrol edilmekte, çiftçilerin kapsüllerinin tamamını TMO'ya teslim etmeleri sağlanmaktadır. Haşhaş kapsülleri hasat olgunluğuna geldiğinde TMO kontrol ekibi tarafından köy bazında hasat belgesi verilerek, hasat gerçekleştirilmektedir.

2016/2017 vejetasyon döneminden itibaren haşhaş ekimine müsaade edilen yerlerde geleneksel haşhaş kapsülü üretiminin yanı sıra, sözleşmeli üretim modeline geçilmiştir. Bu üretim modeli ile sulama suyu imkânına sahip ve tarım tekniği uygulanan alanlarda üretilen kaliteli ve verimli tohumluklar ektirilerek, kârlılık ve verimlik arttırılmaktadır. Bunun yanı sıra, kapsül alımları da morfin oranına göre yapılarak, kaliteli üretime ilave fiyat verilmektedir.

Ülkemizde üretilen kuru haşhaş kapsüllerinden morfin ve türevleri elde etmek, iç ve dış piyasanın yasal alkaloid ihtiyaçlarını karşılamak için Afyon Alkaloidleri Fabrikası kurulmuştur. Afyon Alkaloidleri Fabrikası 1986 yılında faaliyetine başlamış, modern teknolojilerle donatılmış ve 25.000 ton/yıl çizilmemiş haşhaş kapsülü işleme kapasitesiyle günümüzde alanında tek bir fabrika olarak faaliyetini sürdürmektedir. Haşhaş kapsülünde uyuşturucu madde bulunmasından dolayı üretilen kapsüller her yıl belirlenen fiyat karşılığında zorunlu alıcı olarak TMO Genel Müdürlüğüne verilmektedir. Üreticiler, belirlenen miktarın üstünde ürettikleri haşhaş kapsülünü TMO işyerlerine teslim etmek zorundadırlar. Üretilen ürünlerin bedeli kapsül verimi ve morfin oranı dikkate alınarak verilmektedir. TMO tarafından 2019/2020 yılı geleneksel haşhaş kapsül alım fiyatı 5,00 TL,

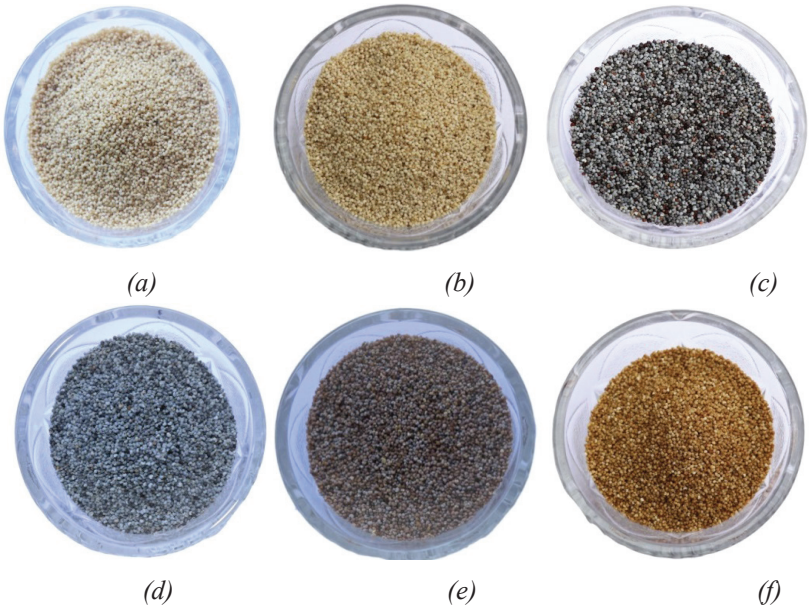
yüksek morfinli geleneksel haşhaş kapsül alım fiyatı 6,50 TL, sözleşmeli tohumlu haşhaş kapsül alım fiyatı ise 12,00 TL olarak belirlenmiştir.

Ülkemizde üretilmekte olan haşhaş tohumları üretici tarafından serbest piyasada veya sözleşmeli üretim yolu ile satılabilmektedir. Ayrıca üreticiler ekmek yapımında, hamur işlerinde kendi ihtiyaçlarını karşılamak için bir kısım tohumu kendilerine ayırmaktadır. Haşhaş tohumlarında alkaloid yoktur. Ancak kapsüldeki alkaloid tohuma bulaşabilmektedir. Bulaşma, hasat sırasında veya böcek zararından dolayı kaynaklanabilir (Bernath, ve ark., 1988). Ülkemizde üretilen haşhaş kapsüllerinde morfin oranı düşük olduğu için kapsüldeki alkaloidin tohuma bulaşma riski daha azdır. Bu nedenle dış piyasada haşhaş tohumuna ilgi çok daha fazladır. Tohumların morfin içeriği, yıkama yoluyla büyük ölçüde azaltılabilir (Lo & Chua, 1992). Haşhaş tohumu ortalama %40-50 yağ, %25-30 protein içeriğine sahiptir. Tohumun preslenmesi ile elde edilen yağ, salatalarda ve kızartmalarda kısaca mutfakta kullanılmaktadır. Ayrıca yarı kuruyan yağlardan olduğu için boya ve kozmetik sanayisinde de kullanıldığı bilinmektedir (İncekara, 1964).

Haşhaş tohum renkleri mavi, beyaz, sarı, gri, nefti yeşil, pembe, kahverengi gibi çeşitli renklerde görülmektedir. Tohum, 0.9-1.5 mm uzunluğunda ve böbrek şeklindedir (Blaschek ve ark., 2006). Türkiye'de en fazla mavi, sarı ve beyaz tohumlu çeşitler yetiştirilmektedir. Haşhaş tohum rengi ile çiçek rengi arasında bir korelasyon vardır. Kahverengi, mavi, gri, nefti yeşil ve pembe renkli tohumlara sahip bitkilerde koyu çiçek rengi, sarı ve beyaz renkli tohumlu bitkilerde ise çiçek rengi beyaz ve beyaz benekli olmaktadır (Işıkan, 1957; Kolsarıcı ve Bayraktar, 1987). Haşhaş tohumları çok küçük olup, her kapsülde 1000-20000 adet tohum olabilmektedir. Karabük (2012), yaptığı çalışmada kapsüldeki tohum sayısı değerlerini 8178-13967 adet arasında olduğunu, Işıkan (1957), yaptığı çalışmada kapsül büyüklüğündeki farklılığa göre, 3.000-20.000 adet tohum bulunabileceğini bildirmiştir. Ritchie (2011), kapsüldeki tohum sayısının 9.000-12.000 arasında değiştiğini belirtmektedir. Haşhaşta 1000 tohum ağırlığı 0.2-0.7 g ağırlığındadır (Arslan ve ark., 2011). Başka bir çalışmada, Baytop (1963), Türkiye'de üretilen haşhaşların 1000 tohum ağırlığını, 0.36-0.40 gr arasında değiştiğini bildirmiştir.

Haşhaş tohumlarından yağ elde edildikten sonra, kalan haşhaş küspesi protein bakımından zengin olduğu için hayvan yemi olarak da kullanılmaktadır. Haşhaş tohumları Fosfor, Potasyum, Kalsiyum, Magnezyum ve Sodyum bakımından oldukça zengindir. Haşhaş tohumlarından alınan yağ, doymamış yağ asitlerince linoleik asit, oleik ve palmitik asitçe zengindir. Haşhaş yağı alternatif tıpta da kullanılmaktadır. Özellikle bağırsak sisteminde meydana gelen hastalıkları tedavi etmekte kullanılmaktadır. Linoleik asitçe zengin olan haşhaş yağı kolesterol seviyesini düşürdüğü ve kalp

damar hastalıklarını azalttğı için daha fazla tüketilmelidir (Rahimi & ark., 2011).



Şekil 1. *Haşhaş tohum renklerinden görüntüler, (Orijinal, Levent Yazici)*

Türkiye'de 2021 yılında, ortalama 50 bin üreticiye kontroller sonucu tespit edilen 42.2 bin ha alanda ekim yapılmıştır. Haşhaş ekimi 2021 yılında en fazla Afyonkarahisar (13.5 bin ha), Konya (7.0 bin ha), Uşak (6.5 bin ha) ve Denizli (6.2 bin ha) illerinde gerçekleşmiştir. Ülkemizde 2015-2019 yıllar arası ortalama 23 bin ton kapsül, 23 bin ton tohum üretimi gerçekleşmiştir. Ekim alanlarında 2021 yılında ortalama %18.3 üretim kayıpları olmuştur. Üretim kayıpları olumsuz iklim koşullarından kuraklık, don ve aşırı sıcaklıklar vs. ve haşhaş ekim izni alıp ekim yapmayan çiftçilerin beyan kayıplarından kaynaklanmaktadır. İllere göre beyan kaybı en fazla Manisa (%11.3), Burdur (%9.3), ve Denizli (%7.4)'de, en az Ankara'da (%0.3) olmuştur. Tabi afet kaybı ise en fazla Tokat (%44.9), Çorum (%43.9) ve Amasya (%35.8) illerinde tespit edilmiştir (Anonim, 2021a).

3- Türkiye'de Tescilli Haşhaş Çeşitlerinin Verim ve Alkaloid Özellikleri

Bugüne kadar ülkemizde kamu kurumları ve üniversiteler, yaptıkları işbirliği çerçevesinde ıslah çalışmaları ile birçok haşhaş çeşidi tescil etmişlerdir. Ülkemizde, Toprak Mahsulleri Ofisi (TMO) ve Tarımsal Araştırmalar ve Politikaları Genel Müdürlüğü (TAGEM) tarafından morfin, tebain

ve noskapin içeriğine sahip bugüne kadar 27 çeşit tescil edilmiştir.

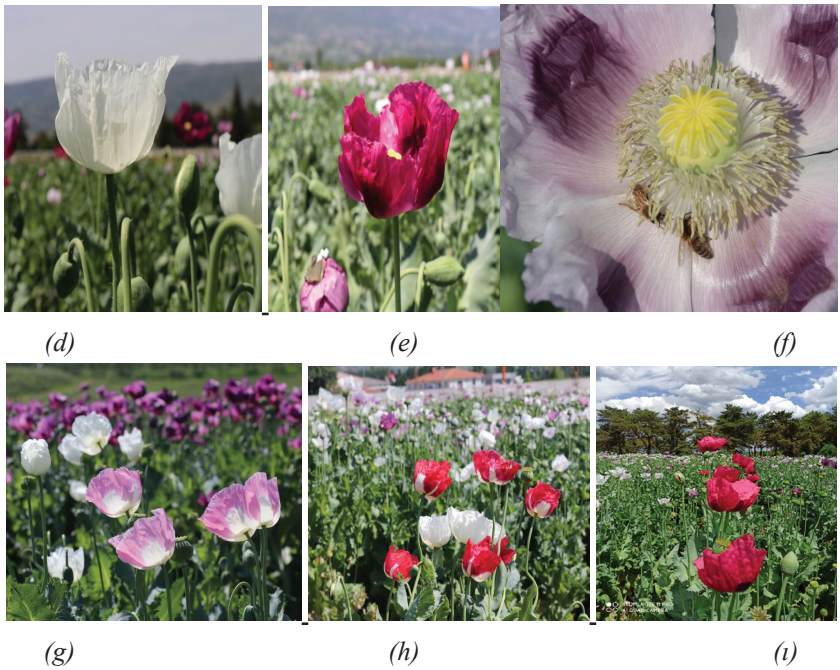
Ankara 94: Tarla Bitkileri Merkez Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından seleksiyon ıslahı ile 02/05/1994 tarihinde tescil edilmiştir. Taç yaprak ve tohum rengi beyazdır. Bitki gelişmesi kuvvetli, erkenci, kışlık ve yazlık olarak ekilebilen bir çeşittir. Kapsül verimi 191.0 kg/da, tohum verimi 238.0 kg/da, morfin oranı %0.31'dir (Anonim, 2019). Ankara 94 çeşidinin materyal olarak kullanıldığı çalışmalarda Doğramacı ve Arslan (2018) çeşidin bitki boyunu ortalama 118.33 cm, kapsül verimini 173.67 kg/da, tohum verimini 175.60 kg/da, morfin oranı %0.55 olarak, Koç ve ark. (2004) bitki boyunu ortalama 78.19 cm, kapsül verimini 84.43 kg/da, tohum verimini 98.29 kg/da, morfin oranı %0.62 olarak bulmuştur.

Şuhut 94: Tarla Bitkileri Merkez Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından seleksiyon ıslahı ile 02/05/1994 tarihinde tescil edilmiştir. Tohum rengi mavi, kışlık ve yazlık olarak ekilebilmektedir. Çeşit özellik belgesinde çeşidin kapsül verimi 172.0 kg/da, tohum verimi 222.0 kg/da, morfin oranı %0.89'dur. (Anonim, 2019). Koç ve ark. (2006) Afyon ve Denizli ekolojik koşullarında Şuhut 94 çeşidini materyal olarak kullandığı çalışmada morfin oranını ortalama %0.56 olarak tespit etmiştir.

Afyon Kalesi 95: Tarla Bitkileri Merkez Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından seleksiyon ıslahı ile 13/04/1995 tarihinde tescil edilmiştir. Tohum rengi sarı renkte olup adaptasyon kabiliyeti iyi, kışlık ve yazlık olarak ekilebilmektedir. Kapsül verimi ortalama 88.0 kg/da, tohum verimi 128.0 kg/da morfin oranı %0.67'dir (Anonim, 2019). Koç ve ark. (2004) Çinko uygulamasının haşhaş bitkisine etkisinin belirlenmesi üzerine yaptığı çalışmada, Afyon Kalesi 95 çeşidinin bitki boyunu ortalama 78.63 cm, kapsül verimini 88.97 kg/da, tohum verimini 92.05 kg/da, morfin oranı %0.52 olarak bulmuştur.



(a) *(b)* *(c)*



(d) *(e)* *(f)*

(g) *(h)* *(ı)*

Şekil 2. Haşhaş çiçeklerinin değişik renkleri (Orijinal, Levent Yazici)

Kemerkaya 95: Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından seleksiyon ıslahı ile 13/04/1995 tarihinde tescil edilmiştir. Tohum rengi sarı, taç yaprak beyaz renktedir. Kışlık ve yazlık olarak ekilebilmektedir. Kapsül verimi 94.0 kg/da, tohum verimi 122.0 kg/da, morfin oranı %0.59'dır. (Anonim, 2019). Yazici ve ark. (2020) Tokat ekolojik koşullarında bazı haşhaş çeşitlerinin verim ve alkaloid özelliklerinin belirlenmesi için yapılan çalışmada Kemerkaya 95 çeşidinin bitki boyunu 123.97 cm, kapsül verimini 153.11 kg/da, tohum verimini 160.25 kg/da olarak belirlemiştir. Savaşlı ve ark. (2011) azotlu gübrelemenin haşhaş tohum ve kapsül verimleri ile morfin oranları üzerine etkisi üzerine yaptığı çalışmada çeşidin 3 yıl ortalama tohum verimini 94 kg/da, kapsül verimini 86 kg/da, morfin oranını %0.48 olarak tespit etmiştir.

Ofis 95: Toprak Mahsulleri Ofisi tarafından seleksiyon ıslahı ile 13/04/1995 tarihinde tescil edilmiştir. Adaptasyon kabiliyeti iyi, kışlık ve yazlık olarak ekilebilen çeşidin taç yaprak rengi beyaz, tohum rengi ise sarıdır. Çeşidin morfin oranı %0.66, kapsül verimi 93.0 kg/da, tohum verimi 118.0 kg/da'dır. Doğramacı ve Arslan (2018) yaptığı çalışmada çeşidin kapsül verimini 191.87 kg/da, tohum verimini 234.53 kg/da, morfin oranını %0.69 olarak bulmuştur.

Afyon 95: Toprak Mahsulleri Ofisi tarafından seleksiyon ıslahı ile 13/04/1995 tarihinde tescil edilmiştir. Kışlık ve yazlık olarak ekilebilen

çeşidin tohum rengi sarı, taç yaprak rengi beyaz renktedir. Kapsül verimi 96.0 kg/da, tohum verimi 136.0 kg/da, morfin oranı %0.58'dir (Anonim, 2019). Osalou, (2015) tescillli haşhaş çeşitlerin verim ve kalite özelliklerini karşılaştırmak amacıyla yaptığı çalışmada çeşidin, bitki boyunu ortalama 107.2 cm, kapsül verimini 108.85 kg/da, tohum verimini 118.95 kg/da, morfin oranını %0.60 olarak belirlemiştir.

Bolvadin 95: Toprak Mahsulleri Ofisi tarafından seleksiyon ıslahı ile 13/04/1995 tarihinde tescil edilmiştir. Tohum rengi gri, taç yaprak rengi açık mor'dur. Kışlık ve yazlık olarak ekilebilmektedir.Tescil denemeleri süresince haşhaş ekim bölgesinde çeşidin tohum verimi 107.0 kg'da, kapsül verimi 74.0 kg'da, morfin oranı %1.02 olmuştur (Anonim, 2019). Yazici, (2018) haşhaş ebeveyn ve melezlerinde verim ve kalite özelliklerini incelediği çalışmada, çeşidin iki yıllık ortalama bitki boyunu 125.48 cm, kapsül verimini 155.51 kg/da, tohum verimini 154.35 kg/da, morfin oranını %0.42 olarak tespit etmiştir.

Karahisar 96: Tarla Bitkileri Merkez Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından melezleme ıslahı ile 19/04/1996 tarihinde tescil edilmiştir. Tohum rengi sarı renkte olup, kışlık ve yazlık olarak ekilebilmektedir. Tescil denemeleri süresince haşhaş ekim bölgesinde çeşidin, kapsül verimi 89.0 kg/da, tohum verimi 109.0 kg/da, morfin oranı %0.62'dir. Doğramacı ve Arslan (2018) yaptığı çalışmada çeşidin kapsül verimini 153.47 kg/da, tohum verimini 210.17 kg/da, morfin oranını %0.60 olarak belirlemiştir.

Ofis 96: Toprak Mahsulleri Ofisi tarafından seleksiyon ıslahı ile 19/04/1996 tarihinde tescil edilmiştir. Taç yaprak rengi beyaz, tohum rengi sarıdır. Çeşitli bölgelere adaptasyon kabiliyeti yüksektir. Ayfon'da tescil edilen çeşit kışlık ve yazlık olarak ekilebilmektedir. Tescil denemelerinde çeşidin, morfin oranı %0.63, kapsül verimi 93.0 kg/da, tohum verimi 113.0 kg/da'dır (Anonim, 2019). Yazici, (2018) yaptığı çalışmada çeşidin iki yıllık ortalama bitki boyunu 125.48 cm, kapsül verimini 183.23 kg/da, tohum verimini 184.44 kg/da, morfin oranını %0.46 olarak tespit etmiştir. Osalou, (2015) yaptığı çalışmada çeşidin, bitki boyunu ortalama 109.1 cm, kapsül verimini 100.97 kg/da, tohum verimini 106.75 kg/da, morfin oranını %0.61 olarak belirlemiştir.

TMO 1: Toprak Mahsulleri Ofisi tarafından melezleme ıslahı ile 07/04/2005 tarihinde tescil edilmiştir. Taç yaprak rengi beyaz, tohum rengi sarı olup, çeşit özellik belgesinde çeşide ait kapsül verimi 123.0 kg/da, tohum verimi 137.0 kg/da ve morfin oranı %0.92, tebain oranı % 0.01, kapsül verim potansiyeli 189.1 kg/da, tohum verimi potansiyeli 190.0 kg/da'dır (Anonim, 2019). Yapılan çalışmalarda Yazici, (2020) çeşidin morfin oranını %0.81, İnan ve ark. (2016) morfin oranını %0.77 olarak bulmuştur.

TMO 2: Toprak Mahsulleri Ofisi tarafından melezleme ıslahı ile 07/04/2005 tarihinde tescil edilmiştir. Taç yaprak rengi viyole, tohum mavi renktedir. Kışlık ve yazlık olarak haşhaş ekilen bölgelere tavsiye edilmektedir. Çeşit özellik belgesinde çeşide ait tohum verimi 124.6 kg/da, kapsül verimi 116.0 kg/da, morfin oranı %0.86, tebain oranı % 0.01, kapsül verim potansiyeli 156.3 kg/da, tohum verimi potansiyeli 189.0 kg/da'dır (Anonim, 2019). Yapılan çalışmalarda Doğramacı ve Arslan (2018) çeşidin kapsül verimini 190.33 kg/da, tohum verimini 219.00 kg/da, morfin oranını %0.99 olarak Yazici ve ark. (2020) çeşidin ortalama bitki boyunu 125.47 cm, kapsül verimini 146.45 kg/da, tohum verimini 199.69 kg/da olarak belirlemiştir.

TMO 3: Toprak Mahsulleri Ofisi tarafından melezleme ıslahı ile 07/04/2005 tarihinde tescil edilmiştir. Tohum pembe, taç yaprak viyole renktedir. Kışlık ve yazlık olarak haşhaş ekilen bölgelere tavsiye edilmektedir. Çeşit özellik belgesinde çeşide ait tohum verimi 125.5 kg/da, kapsül verimi 117.6 kg/da, morfin oranı %0.78, tebain oranı % 0.01, kapsül verim potansiyeli 153.1 kg/da, tohum verimi potansiyeli 173.8 kg/da'dır (Anonim, 2019). Osalou, (2015) yaptığı çalışmada çeşidin, bitki boyunu ortalama 109.1 cm, kapsül verimini 95.60 kg/da, tohum verimini 84.88 kg/da, morfin oranını %0.67 olarak belirlemiştir.

Tınaztepe: Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından melezleme ıslahı ile 10.04.2009 tarihinde tescil edilmiştir. Tohum rengi sarı, çiçek rengi beyazdır. Kışlık olarak ekilmesi önerilmektedir. Tescil çeşit özelliklerine göre kapsül verimi 108.1 kg/da, tohum verimi 128.2 kg/da, morfin oranı %0.58, tebain oranı %0.07'dir. Karabük, (2012) yaptığı çalışmada çeşidin kapsül verimini 84.07 kg/da, tohum verimini 92.36 kg/da, morfin oranını %0.47 olarak belirlemiştir.

Zaferyolu: Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından melezleme ıslahı ile 10.04.2009 tarihinde tescil edilmiştir. Taç yaprak ve tohum rengi beyazdır. Çeşidin kışlık olarak sulu tarımda ekilmesi önerilmektedir. Kara, (2016) kışlık olarak ektiği çeşidin iki yıllık ortalama bitki boyunu 117.8 cm, kapsül verimini 106.45 kg/da, tohum verimini 127.05 kg/da, morfin oranını %0.62 olarak belirlemiştir.

TMO T: Toprak Mahsulleri Ofisi tarafından seleksiyon ıslahı ile 14/04/2010 tarihinde tescil edilmiştir. Yetişme tabiatı yazlık olup, taç yaprak rengi viyole, tohum rengi gri-mavidir. Yüksek tebain içeriğine sahip bir çeşittir. Çeşit özellik belgesinde morfin oranı %0.42, tebain oranı %1.81, tohum verimi 57.5 kg'da, kapsül verimi 47.4 kg/da kadardır (Anonim, 2019). Yapılan çalışmalarda Yazici ve Yılmaz (2021) çeşidin morfin oranını %0.95, tebain oranını %0.52 olarak, Arslan ve ark. (2016) Tokat koşullarında çeşidin morfin oranını %0.86, tebain oranını %1.75, Ankara

koşullarında morfin oranını %1.10, tebain oranını %1.38 olarak tespit etmişlerdir.

İzzetbey: Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından seleksiyon ıslahı ile 05.04.2011 tarihinde tescil edilmiştir. Taç yaprak ve tohum rengi beyazdır. Çeşidin özellik belgesinde morfin oranı %0.55, kapsül verimi 110.4 kg/da, tohum verimi 129.8 kg/da'dır. Kışlık olarak ve sulu tarımda ekilmesi önerilmektedir. Boydak, (2015) yaptığı çalışmada çeşidin bitki boyunu 71.37 cm, tohum verimini 84.05 kg/da, morfin oranını %0.43 olarak belirlemiştir.

Ömürcan: Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından seleksiyon ıslahı ile 05/04/2011 tarihinde tescil edilmiştir. Taç yaprak rengi viyole, tohum rengi hakidir. Çeşidin özellik belgesinde morfin oranı %0.55, kapsül verimi 113.5 kg/da, tohum verimi 134.7 kg/da'dır (Anonim, 2019). Kuru tarımda kışlık olarak ekildiğinde tohum verimi 70-134 kg/da, kapsül verimi 60-115 kg/da, Sulu tarımda kışlık olarak ekildiğinde tohum verimi 110-170 kg/da, kapsül verimi 100-150 kg/da olarak bildirilmiştir (Anonim, 2021b).

Ofis 3: Toprak Mahsulleri Ofisi tarafından seleksiyon ıslahı ile 05/04/2011 tarihinde tescil edilmiştir. Çeşidin taç yaprak rengi viyole, tohum rengi mavidir. Yetişme tabiatı kışlık olup haşhaş ekim bölgelerinde kapsül verimi 118.3 kg/da, tohum verimi 127.0 kg/da, kapsül verimi, morfin oranı %1.02 kadardır (Anonim, 2019). Kara, (2016) yaptığı iki yıllık çalışmada çeşidin kışlık ekimlerde bitki boyunu 92.9 cm, kapsül verimini 61.15 kg/da, tohum verimini 75.2 kg/da, morfin oranını %1.00 olarak, yazlık ekimlerde bitki boyunu 77.7 cm, kapsül verimini 38.15 kg/da, tohum verimini 48.8 kg/da, morfin oranını %0.95 olarak belirlemiştir.

Ofis 4: Toprak Mahsulleri Ofisi tarafından seleksiyon ıslahı ile 05/04/2011 tarihinde tescil edilmiştir. Çeşidin taç yaprak rengi beyaz, tohum rengi sarıdır. Yetişme tabiatı kışlık olup haşhaş ekim bölgelerinde kapsül verimi 109.8 kg/da, tohum verimi 122.0 kg/da kapsül verimi, morfin oranı %0.90 kadardır (Anonim, 2019). Osalou, (2015) haşhaş çeşitlerinin verim ve alkaloid özelliklerini karşılaştırmak için yaptığı çalışmada çeşidin, bitki boyunu ortalama 104.8 cm, kapsül verimini 91.99 kg/da, tohum verimini 99.01 kg/da, morfin oranını %0.75 olarak belirlemiştir.

Ofis 8: Toprak Mahsulleri Ofisi tarafından seleksiyon ıslahı ile 05/04/2011 tarihinde tescil edilmiştir. Çeşidin taç yaprak ve tohum rengi beyazdır. Yetişme tabiatı kışlık olup haşhaş ekim bölgelerinde kapsül verimi 121.2 kg/da, tohum verimi 128.0 kg/da kapsül verimi, morfin oranı %0.94 kadardır (Anonim, 2019). Koşar, (2014) farklı ekolojik koşullarda yaptığı çalışmada çeşidin ortalama kapsül verimini 81.0 kg/da, tohum verimini 90.0 kg/da, morfin oranını %0.99 olarak bulmuştur.

Hüseyinbey: Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından seleksiyon ıslahı ile 08/04/2014 tarihinde tescil edilmiştir. Hüseyinbey haşhaş çeşidinin taç yaprak rengi ve tohum rengi beyaz, kapsül taban şekli çökük, kapsül çapı yüksek, yetişme tabiatı kışlık olup haşhaş ekim bölgelerinde kapsül verimi 110.3 kg/da, tohum verimi 125.3 kg/da kapsül verimi, morfin oranı %0.61 kadardır (Anonim, 2019). Yazici, (2020) yaptığı çalışmada çeşidin bitki boyunu 125.61 cm, kapsül verimini 128.19 kg/da, tohum verimini 130.18 kg/da olarak belirlemiştir.

Çelikoğlu: Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından seleksiyon ıslahı ile 08/04/2014 tarihinde tescil edilmiştir. Çeşidin tohum rengi sarımsı, kapsül taban şekli çökük, stigma diski şekli taban şeklinde, taç yaprak rengi beyaz'dır. Yetişme tabiatı kışlık olup haşhaş ekim bölgelerinde kapsül verimi 117.7 kg/da, tohum verimi 137.6 kg/da, morfin oranı %0.591 kadardır (Anonim, 2019). Yazici, (2018) haşhaş ebeveyn ve melezlerinde verim ve kalite özelliklerini incelediği çalışmada, çeşidin iki yıllık ortalama bitki boyunu 131.41 cm, kapsül verimini 166.95 kg/da, tohum verimini 199.72 kg/da, morfin oranını %0.59 olarak tespit etmiştir.

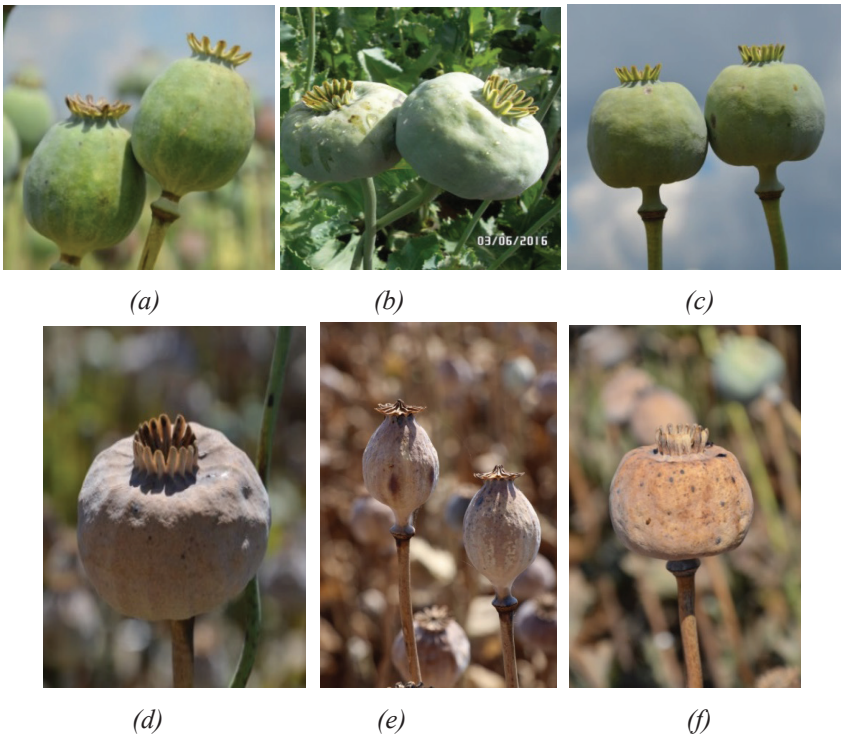
Seyitgazi: Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından seleksiyon ıslahı ile 08/04/2014 tarihinde tescil edilmiştir. Çeşit kışlık ve yazlık olarak ekilebilmektedir. Taç yaprak rengi viyole, tohum rengi mavidir. Çeşit özellik belgesinde kapsül verimi 111.8 kg/da, tohum verimi 123.6 kg/da, morfin oranı %0.68 kadardır (Anonim, 2019). Bitki boyu yağışlara ve sulamaya göre 80–120 cm arasında değişir. Kışlık ekilişte, Kuru tarımda 65–130 kg/da tohum, 60–124 kg/da kapsül verimi alınabilmektedir. Kışlık ekilişte, sulu tarımda ise 125–180 kg/da tohum verimi, 111–150 kg/da kapsül verimi alınabilmektedir (Anonim, 2021b).

Ofis NM: Toprak Mahsulleri Ofisi tarafından seleksiyon ıslahı ile, 08/04/2014 tarihinde tescil edilmiştir. Yetişme tabiatı yazlık olup, çeşit özellik belgesinde morfin oranı %0.95, tebain oranı %0.18, noskapin oranı %1.37, kapsül verimi 125.0 kg/da, tohum verimi 140.0 kg/da'dır. Tohum rengi gri-mavi, taç yaprak rengi açık viyole, çiçeklenme zamanı erkenci olan bir çeşittir (Anonim, 2019). Yazici, (2018) çeşidin iki yıllık ortalama bitki boyunu 132.55 cm, kapsül verimini 151.90 kg/da, tohum verimini 179.54 kg/da, morfin oranını %0.88 olarak tespit etmiştir.

Ofis NP: Toprak Mahsulleri Ofisi tarafından seleksiyon ıslahı ile, 08/04/2014 tarihinde tescil edilmiştir. Tohum rengi pembe, taç yaprak rengi açık viyole'dir. Haşhaş ekim bölgelerinde kapsül verimi 115.0 kg/da, tohum verimi 125.0 kg/da, morfin oranı %0.96, tebain oranı %0.12, noskapin oranı %1.26 kadardır (Anonim, 2019). Yazici, (2020) çeşidin ortalama morfin oranını %0.87 olarak bulmuştur.

Ofis 1: Toprak Mahsulleri Ofisi tarafından melezleme ıslahı ile 2016 yılında morfin oranı yüksek bir çeşit olarak tescil edilmiştir. Tohum rengi mavimsi, taç yaprak rengi viyole, taç yaprağı benekli, kapsül boyuna kesit şekli geniş eliptik, stigma diski şekli geniş şemsiyedir. Çiçeklenme zamanı geç, yetişme tabiatı kışlıktır. Morfin oranı %1.902, tebain oranı ise %0.08, kapsül verimi 140.0 kg/da, tohum verimi 130.0 kg/da kadardır (Anonim, 2019). Yazici ve Yılmaz (2021) yapılan çalışmada iki yılın ortalaması olarak çeşidin morfin oranını %1.57 olarak belirlemiştir.

Ofis 2: Toprak Mahsulleri Ofisi tarafından melezleme ıslahı ile 2016 yılında morfin oranı yüksek bir çeşit olarak tescil edilmiştir. Tohum ve taç yaprak rengi beyaz, kapsül boyuna kesit şekli geniş eliptik, stigma diski şekli geniş şemsiyedir. Çiçeklenme zamanı geç, yetişme tabiatı kışlıktır. Çeşit özellik belgesinde morfin oranı %1.65, tebain oranı ise %0.04, kapsül verimini 135 kg/da, tohum verimi 113 kg/da'dır. (Anonim, 2019). Yazici ve Yılmaz (2021) yapılan çalışmada iki yılın ortalaması olarak çeşidin morfin oranını %1.32 olarak belirlemiştir.



Şekil 2. Haşhaş kapsül şekillerinden görüntüler (Orijinal, Levent Yazici)

4- Sonuç

AR-GE çalışmalarında özellikle ıslah proğramlarında, başlangıç materyali olarak başvurulacak çeşitlerde uygun materyalin seçilebilmesi için gerekli tanımlamaların yapılmış olması ve çeşidin özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Bu amaç doğrultusunda bu çalışmada, Türkiye'de bugüne kadar kadar tescil edilmiş haşhaş çeşitlerinin, haşhaş ekim bölgelerinde yürütülen çalışmaları ve çeşitlerin özellik belgesinde belirtilen sonuçları birlikte değerlendirilerek, haşhaş çeşitlerin bazı verim ve kalite özellikleri belirlenmiştir. Böylece bu çalışma sonucunda elde edilen bulgular, haşhaş ile ilgili başta ıslah çalışmaları olmak üzere yapılacak tüm AR-GE çalışmalarında araştırmacılara büyük kolaylık sağlayarak yararlı olacaktır.

5- Kaynaklar

Akça, Ş. B., Yazici, L. ve Yazici, K. 2017. The Research of The Usıng of Opuntıa Fıcus-Indıca A Medıcal Aromatıc Plant In The Fıeld of Landscape Archıtecture. Presented at the Uluslararası Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Kongresi, Konya.

Akça, Ş. B. 2017. TR81 İllerinde Yumuşak Çekirdekli Meyve Türlerinin Mevcut Durumu ve Geliştirilmesi Üzerine Bir Araştırma. Presented at the II. Ulusal Yumuşak Çekirdekli Meyve Türleri Sempozyumu, Tokat.

Anonim, 2016. 2016 yılı haşhaş sektör raporu. Toprak Mahsülleri Ofisi Genel Müdürlüğü, Ankara.

Anonim, 2019. Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü raporları, Ankara (Basılmamış).

Anonim, 2021a. Sözlü görüşme. Toprak Mahsulleri Ofisi. Haşhaş Islah Birimi. (20.08.2021).

Anonim, 2021b. https://arastirma.tarimorman.gov.tr/gktaem/Menu/73/Hashas-Cesitleri Alıntı tarihi: 19.08.2021.

Arslan, N., İpek, A., Rahimi, A. ve İpek, G. 2011. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Haşhaş (*Papaver somniferum* L.) genetik kaynaklarının morfin ve bazı özellikler yönünden değerlendirilmesi, Tarım Kongresi, II. Cilt,1185-1190.

Arslan, N., Yılmaz, G., Özgen, Y. ve Yazıcı, L. 2016. Ankara ve Tokat Koşullarında Yetiştirilen Tescilli Bazı Haşhaş (*Papaver somniferum* L.) Çeşitlerinin Morfin ve Diğer Alkaloidler Yönünden Karşılaştırılması, 3. Tıbbi Ve Aromatik Bitkiler Sempozyumu, 4-6 Ekim 2016

Baytop, B. (1963). Türkiye'nin tıbbi ve zehirli bitkileri. İstanbul Üniversitesi Yayınları, No, 1039, İsmail Akgün Matbaası, s. 499, İstanbul.

Bernath, J., Danos, B., Veres, T., Szanto, J., ve Tetenyi, P. 1988. Variation in alkaloid production in poppy ecotypes-responses to different environments. Biochemical Systematics and Ecology, 16, 171-178.

Blaschek, W., Ebel, S., Hackenthal, E., Holzgrabe, U., Keller, K., Reichling, J. ve Schulz, V. (2006). Hager ROM 2006. Hagers handbuch der drogen und arzneistoffe. Springer Medizin Verlag, Heidelberg

Boydak, E. ve Kavurmacı, Z. 2015. Doğu geçit bölgesinde bazı haşhaş (*Papaver somniferum* L.) çeşitlerinin adaptasyonu. Türk Doğa ve Fen Dergisi, 4, 1.

Çolak, S., Yazici, K. ve Akça, Ş. B. 2020. Determınatıon Of Heavy Metal Contents in St John s Wort Hyperıcum Spp In Zonguldak Turkey. Fresenius Environmental Bulletin, 29(5), 3571–3578.

Doğramacı, S. ve Arslan, N. 2018. Haşhaş (*Papaver somniferum* L.) çeşit ve melezlerinin bazı özellikleri üzerine genel ve özel kombinasyon

yeteneğinin etkisi, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi 2018, 27 (2): 102−108 Araştırma Makalesi (Research Article)

Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. ve Babaç, M.T. 2012. Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını. İstanbul.

Işıkan, M. (1957). Anadolu haşhaşlarının tohum renkleri üzerinde genetik araştırmalar. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No, 128, Ankara.

İnan, Ş. Kaynak, M.A. ve Küçüktaban, F. 2016. Haşhaşta (*Papaver Somniferum* L.) Bazı Fizyolojik Ve Morfolojik Özellikler İle Yağ ve Morfin Miktarının Belirlenmesi, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 2016, 25 (Özel Sayı-2):296-300 Araştırma Makalesi (Research Article)

İncekara, F. (1964). Endüstri bitkileri ve ıslahı cilt II, yağ bitkileri. Ege Üniversitesi Yayınları, Ankara.

Kara, N. 2016 The Effects Of Autumn And Sprıng Sowıng On Yıeld, Oıl And Morphıne Contents In The Turkısh Poppy (Papaver Somniferum L.) Cultıvars, Turk J Field Crops 2017, 22 (1), 39-46, doı: 10.17557/ Tjfc.301829

Karabük, B. (2012). Haşhaş (*Papaver somniferum* L.) genotiplerinde ekim sıklığı ile azotlu gübrelemenin tarımsal ve kalite üzerine etkileri. (Doktora tezi), Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Bölümü, Samsun.

Koç, H., Kadiroğlu, A., Camcı H., Uludağ E., Karadavut U., Tezel, M., 2004. Haşhaş *(Papaver somniferum* L.) bitkisinde çinko uygulamasının etkilerinin belirlenmesi, Bitkisel Araştırma Dergisi (2004) 2:27–30

Koç, H., Camcı, H., Kadiroğlu, A., Gür, K., (2006) Seçilmiş bazı haşhaş hatlarının morfin oranları yönünden değerlendirilmesi üzerine bir araştırma, Bitkisel Araştırma Dergisi (2006) 1: 31–35

Kolsarıcı, Ö. ve Bayraktar, N. 1987, Yağ bitkileri uygulama kılavuzu. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No, 1017, Ankara.

Koşar, F., Arslan, N., Leblebici, F., Köse, A. ve Bilir, Ö. 2014. Farklı Ekolojik Koşullarda Bazı Haşhaş (*Papaver somniferum* L.) Hat ve Çeşitlerinin Verim ve Kalite Performanslarının Belirlenmesi, 2. Tıbbi Ve Aromatik Bitkiler Sempozyumu 23–25 Eylül 2014 Yalova

Lo, D.S. ve Chua, T.H. 1992. Poppy seeds, implications of consumption. Medicine, Science and the Law, 32, 296-302.

Osalou, A. R. 2015 Tescilli Haşhaş (*Papaver Somniferum* L.) Çeşitlerinin Tarımsal Değerlerinin Karşılaştırılması, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. 2015.

Savaşlı, E., Çekiç, C., Önder, O., Dayıoğlu, R., Camcı, H., Çelikoğlu Koşar, F., Balcı, A. ve Kalaycı, H.M. 2011. Azotlu Gübrelemenin Haşhaş Tohum,

Kapsül Ve Morfin Oranları Üzerine Etkisi, Uluslararası Katılımlı, I. Ali Numan Kıraç, Tarım Kongresi Ve Fuarı, 27-30 Nisan, 2011.

Tetenyi, P. 1997. Opium poppy (Papaver somniferum): Botany and Horticulture. Horti. Rev., 19, 373-408.

Rahimi, A. 2013. Düşük morfinli haşhaş (Papaver somniferum L.) hatlarının bazı bitkisel ve tarımsal özellikleri üzerine araştırmalar. (Doktora Tezi), Ankara Üniversitesi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Ankara.

Ritchie, J.D. 2011. Cultivars of the poppy papaver bracteaum that produce seed capsules and thebaine in the first growing season. United States Patent Application Publication.

Yazici, L. 2018. Bazı haşhaş (*Papaver somniferum* L.) diallel melezlerinde verim ve kalite özellikleri ile heterosis etkisinin incelenmesi (Doktora Tezi). Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.

Yazici, L., Yılmaz, G., Özyılmaz, B. ve Gökalp, S. 2020 Bazı Haşhaş (*Papaver somniferum* L.) Çeşitlerinin Tokat Koşullarında Verim ve Alkaloid Özelliklerinin Belirlenmesi, ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi 2020 : 4(3)

Yazici, L. 2020. Bazı Haşhaş (*Papaver Somniferum* L.) Çeşitlerinin Line × Tester Melezlerinde Alkaloitlerin Belirlenmesi, Bahçe 49 (Özel Sayı 1: 2. Uluslararası Tarım Kongresi (UTAK 2019)): 93–97 (2020) ISSN 1300–8943.

Yazici, K. ve Akça, Ş. B. 2017. Tokat Ekolojik Koşullarında Yetişen Yaprağını Döken Manolya Magnolia x soulangeana Ağacının Uçucu Yağ Birleşenlerinin Belirlenmesi. Presented at the VI. Uluslararası Meslek Yüksekokulları Sempozyumu, Saraybosna.

Yazici, L. ve Yılmaz, G., 2021. Investigation of Alkaloids in Opium Poppy (*Papaver somniferum* L.) Varieties and Hybrids, J. Agr Sci-Tarim Bili e-ISSN: 2148-9297 jas.ankara.edu.tr

Bölüm 2

BAZI ÇELTİK ÇEŞİTLERİNDE DEMİRLİ GÜBREDEN YARARLANMA ORANLARI VE DEMİRİN TAŞINIMI

Güney AKINOĞLU[1]
Ahmet KORKMAZ[2]

1 Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 55139, Samsun, Türkiye, ORCİD ID Dr. Güney AKINOĞLU: 0000-0003-4624-2876
2 Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 55139, Samsun, Türkiye, ORCİD ID Prof. Dr. Ahmet KORKMAZ: 0000-0001-5595-0618

Bu çalışma Güney Akınoğlu'nun doktora tezinden üretilmiştir.

Doktora tezi: Bazı çeltik (Oryza sativa L.) çeşitlerinin çinko ve demir noksanlığı ile demir toksisitesine toleranslarının belirlenmesi

Danışman: Prof. Dr. Ahmet Korkmaz

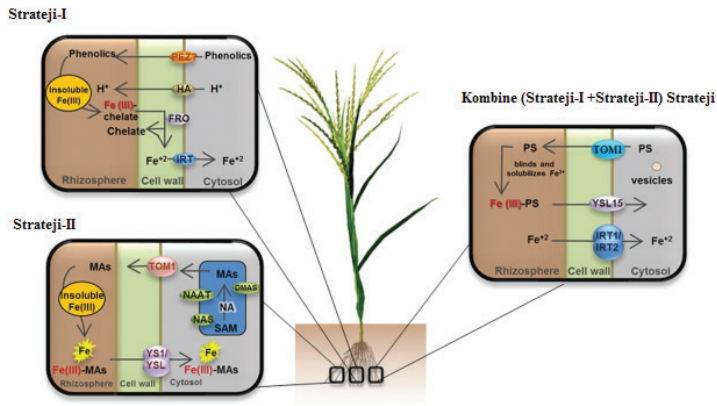
Enstitü: Ondokuz Mayıs Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Doktora Tez Savunma Tarihi: Temmuz, 2020

1. Giriş

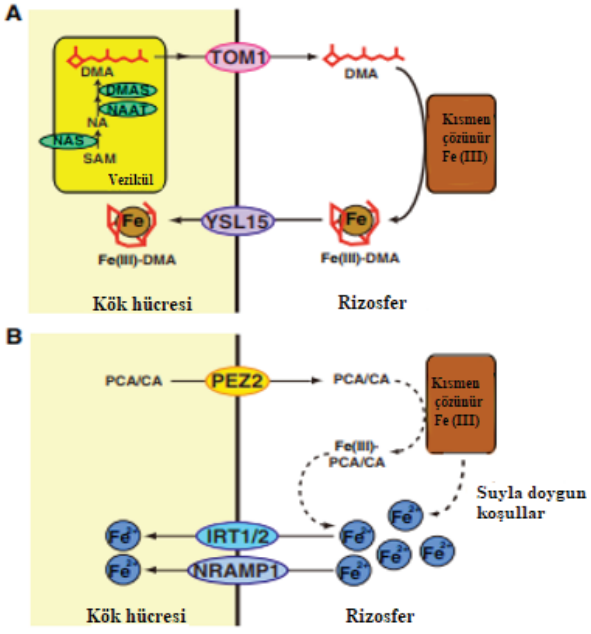
Bitkiler için demirin temel bir besin elementi olduğu ilk kez E. Griss (1843) isimli araştırıcı tarafından ortaya konulmuştur. Demir, genellikle bir mikro besin elementi olarak kabul edilmektedir. Bitkilerin mikro besinlere olan gereksinimi miktar olarak az olsa da, bu besinler mahsulün büyüme ve gelişmesini doğrudan etkiler. Demir; klorofil biyosentezi, fotosentez, solunum, DNA sentezi, protein sentezi ve nitratların amonyağa indirgenmesi gibi bitkinin birçok hücresel fonksiyonunda görev alan mutlak gerekli bir elementtir (Ishimaru ve ark., 2006; Kumar ve ark., 2013). Ek olarak, demir; sitokrom, katalaz, peroksidaz, Fe-S (ferrodoksin), akonitaz, süperoksit dismutaz enzimi de dahil hem proteini gibi hücresel redoks sisteminin ana maddesidir (Marschner, 1995).

dos Santos ve ark. (2017) yaptıkları bir çalışmada çeltik bitkisinde demirin absorpsiyonu ve taşınımını incelemişlerdir. Araştırıcılar, aynı zamanda Palmer ve Guerinot (2009); Kobayashi ve Nishizawa (2012); Bashir ve ark. (2013) tarafından bildirilen araştırma raporlarını değerlendirerek, çeltik bitkisinin demiri absorbe etme ve taşıma yönünden Strateji-I ve Strateji-II bitkilerinin kombine özelliklerini gösterdiğini belirtmişlerdir. Çeltik bitkisinin rizosfer ortamına H^+ iyonu vererek çözünemez formdaki Fe^{+3}'ü çözmesi ve ayrıca ferrik redüktaz oksidaz enzimi sayesinde Fe^{+3}'ün, Fe^{+2}'ye indirgenip hücre içerisine alınması Strateji-I bitkilerinin özelliğidir. Diğer yandan, çeltik bitkisinin köklerinden fitosiderofor salgılaması ve bu sayede çözünemez formdaki Fe^{+3}'ün çözünürlüğünü sağlayarak, Fe^{+3}'ün hücre içerisine alınmasını sağlaması Strateji-II bitkilerinin bir özelliğidir. Dolayısıyla araştırıcılar, demir alımı ve taşınımı yönünden çeltik bitkisinin, hem Strateji-I hem de Strateji-II bitkileri gibi davrandığını ve bu iki özelliğin bitkide kombine ortaya çıktığını belirtmişlerdir (Şekil 1).



Şekil 1. *Çeltikte demirin absorpsiyonu ve taşınımı (Palmer ve Guerinot, 2009; Kobayashi ve Nishizawa, 2012; Bashir ve ark., 2013)*

Çeltik bitkileri Fe eksikliğini önlemek için, demir-şelatlama bileşikleri içeren bir kompleks olarak ferrik demiri Fe (III) alır iken; Fe^{+2} iyonları doğrudan alınır (Römheld ve Marschner, 1986). Bununla birlikte, Fe alımını optimize etmek için demir alımından ve translokasyonundan sorumlu olan genler, düşük Fe yarayışlılığına cevaben transkripsiyonel olarak indüklenir ve yeterli Fe absorbe edildiğinde bastırılır. Bitkilerde demir (Fe) alımı ve taşınımının moleküler mekanizması iyi bir şekilde karakterize edilmiştir; ancak Fe homeostazının birçok bileşen hala belirsizliğini korumaktadır (Bashir ve ark., 2015). Bitkiler, topraktaki demirden yararlanmak için karmaşık mekanizmalar geliştirmiştir (Mori, 1999). Gramineli bitkiler, mugineik asit familyasındaki fitosideroforu (PS) ortamdaki demiri çözmek için mugineik asit 1 taşıyıcısı (TOM1) vasıtasıyla köklerinden sentezleyip salgılarlar (Nozoye ve ark., 2011). Elde edilen Fe-MA kompleksleri daha sonra sarı şerit 1 (YS1) familyasındaki taşıyıcıları aracılığıyla kök içerisine yeniden absorbe olur (Lee ve ark., 2009). MA'lar metiyoninden (L-Met) sentezlenir. Nikotianamin sentaz (NAS), daha sonra bir 3'-keto ara maddesi haline dönüştürülen nikotianamin (NA) oluşumunu katalize eder ve daha sonra keto Ara maddesinin 3'-karbonunun indirgenmesi ile deoksimugineik asit (DMA) üretir. DMA, bu yolda sentezlenen ilk MA'dır. MA biyosentezinde yer alan genler karakterize edilmiştir ve bu genlerin çoğu bitkilerin Fe durumu ile düzenlenmektedir (Bashir ve ark., 2010; Kobayashi ve Nishizawa, 2012).

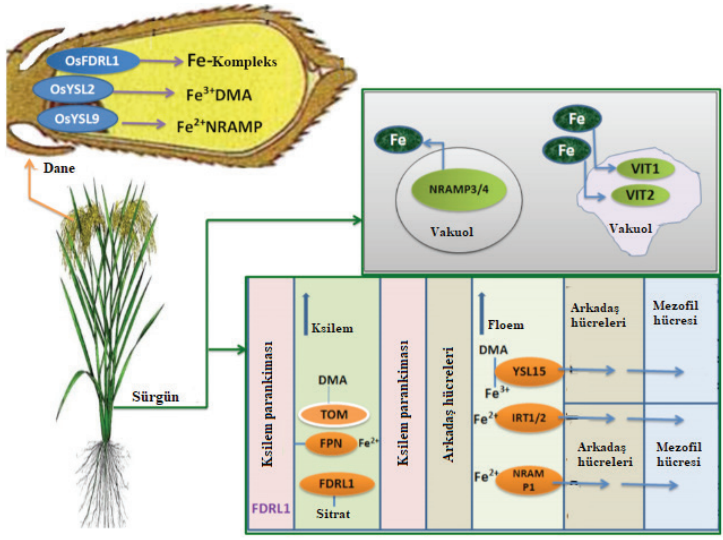


Şekil 2. *Çeltik köklerinde demir alınımı sistemleri (Kobayashi ve ark., 2014)*

[(A) Strateji-II sistemi. B) Kısmi Strateji I-sistemi [Ovaller, rizosferden Fe alımında merkezi rol oynayan taşıyıcıları ve enzimleri temsil eder. PEZ2 dışındaki tüm belirtilen taşıyıcılar ve enzimler, Fe eksikliğine cevap olarak kuvvetle indüklenir. Kırık çizgiler, varsayılan yolları belirtir. DMA, 2′-deoksimuginik asit, NA, nikotianamin, SAM, S-adenosil-L-metiyonin; PCA, protokateşik asit; CA, kafeik asit]

Topraktan bitki kökleri vasıtasıyla alınan Fe, karmaşık bir moleküler mekanizma yoluyla bitkinin diğer organlarına taşınır (Yamaji ve Ma, 2014). Ayrıca Fe'nin hücresel dağılımı da çok önemlidir. Hücresel Fe homeostazındaki bozulma, hücresel metabolizmada önemli değişikliklere neden olur (Zhang ve ark., 2012).

Fe iyonlarının kök sitozolünden toprak üstü aksamına olan hareketi, ksilem ve floem yoluyla gerçekleşir (Şekil 3). Bitki demir noksanlığı şartlarına yanıt olarak, az sayıda organik asidin (sitrat, malat ve süksinat) içeriğini arttırır (López-Millán ve ark., 2000). Demirin ksilem yoluyla sürgünlere taşınması esas olarak Fe^{+3}-sitrat kompleksi şeklinde gerçekleşir (Rellán Álvarez ve ark., 2010). Ferroportinler (FPN1) demirin ksileme yüklenmesine aracılık eder (Morrissey ve ark., 2009). Demirin ksilem yoluyla translokasyonu, aynı zamanda PS öncüllerine de katkıda bulunan Fe nikotianamin ve Fe-MA formunda gerçekleşir (Bonneau ve ark., 2016). Ksilemden hareket eden Feyapraklara ulaşmak için apoplastik boşluktan geçer. Floem temelli Fe transferinde, NA ve DMA'nın karmaşık formları da gözlenir (Curie ve ark., 2009). Fe'nin apoplasttan simplasta hareketine metal-NA taşıyıcıları olan AtYSL1, AtYSL2 ve AtYSL3 aracılık eder (Waters ve ark., 2006).



Şekil 3. *Çeltik bitkisinde köklerden sürgünlere ve danelere Fe-taşınmasının şematik diyagramı (Pradhan ve ark., 2020)*

(*Fe, VIT ile vakuollere taşınır ve NRAMP3 / 4 ile vakuolden dışarı akar. Tohumlara Fe-kompleksi taşınmasına Sarı Şerit Benzeri taşıyıcılar aracılık eder)

Çeltik bitkisi diğer pek çok bitkiden daha fazla demir alır. Fe^{+2}, çeltik tarlalarında hakim olan demir türüdür. Bitki kök korteksi içerisine alındıktan sonra indirgenmiş Fe^{+2}, kasparian şeriti boyunca simplastik bir geçitin ardından ksileme girebilir. Bununla birlikte, Fe^{+2}'nin büyük bir kısmı doğrudan bir apoplastik geçiş ile ksileme girer (Asch, 1997). Ksilem içerisinde Fe^{+2} iyonunun toprak üstü organlara uzun mesafe taşınımı transpirasyon akışını izler. Kır çeltiği mahsullerinde ve demirce toksik koşullar altında yetiştirilmeyen bitkilerde uzun mesafelere taşınımda, sitrat içeren Fe^{+3} kompleksleri (Schmidt, 1999) veya peptid karbonhidrat bileşikleri (Höfner, 1970) hakimdir. Yaprak apoplastik boşluğuna ulaşan demir simplasta tekrar girebilir. Demirin yaprak hücreleri tarafından alındığına dair kesin mekanizma henüz tam olarak anlaşılmamıştır. Çeltik bitkisinde bu alınım, muhtemelen simplastta fizyolojik olarak aktif demir formu olan Fe^{+2} şeklinde gerçekleşir (Machold ve ark., 1968). Hücre içinde aşırı miktarda bulunan Fe^{+2} iyonu; süperoksit, hidroksil radikali ve H_2O_2 gibi aktif oksijen türlerinin oluşumunu aşağıdaki gibi katalize edebilir:

$O_2 + Fe^{+2} \rightarrow O_2^- + Fe^{+3}$ veya $H_2O_2 + Fe^{+2} \rightarrow Fe^{+3} + OH^- + OH°$ (Marschner, 1995).

Demir bol olduğunda bu reaksiyonlar büyük ölçüde artar ve demirin kendisi yüksek oranda reaktif perferil radikallerinin bir parçası olabilir (Halliwell ve Gutteridge, 1984) veya yağ asitleri ile kombinasyon halinde Fe^{+2}, peroksi yağ asitlerini oluşturabilir (Peterson, 1991). Demir toksisitesinin neden olduğu zararlardan serbest radikaller sorumludur (Thongbai ve Goodman, 2000).

Fe kaynağı sınırlı olduğunda ise çeltik bitkileri klorofil eksikliğine bağlı olarak yapraklarda kloroz şeklinde ortaya çıkan demir eksikliği belirtileri gösterir, bu da bitkinin verim ve kalitesini ciddi ölçüde azaltır. Fe eksikliği koşullarıyla başa çıkmak için, çeltik bitkileri demirin topraktan alınmasında bir Fe şelatlama stratejisini (Strateji II) kullanır. Süreçte yer alan başlıca enzimler deoksimuginik asit (DMA) sentazlar (OsNAS1, OsNAS2, OsNAAT1 ve OsDMAS1), DMA efflux taşıyıcısı (TOM1) ve Fe^{+3}-DMA taşıyıcısı (OsYSL15)'dır (Kobayashi ve ark. 2014). Ayrıca çeltik bitkisi Fe^{+3}'ün (Kobayashi ve Nishizawa, 2012) indirgenmesi yoluyla oluşturulan Fe^{+2} iyonlarını harekete geçirmek için Fe^{+2} taşıyıcıları (OsIRT1, OsIRT2 ve OsNARMP1) kullanmaktadır (Kobayashi ve Nishizawa, 2012).

Kök gelişme ortamına uygulanan demir şelatlarının stabiliteleri ortamın pH derecesine ya da kireç içeriğine bağlı olup, şelatların bitkilerin demir beslenmesine katkı sağlayabilmeleri için uygun şelatların seçilmesi

gerekir. Ortamın pH derecesi ya da kireç içeriği şelatların stabiliteleri için uygun değil ise toprak çözeltisinde demir düzeyini arttırmak mümkün değildir. Özellikle Fe-EDDHA kireçli ortamlarda en uygun stabiliteye sahip demir şelatıdır. Fe-EDDHA'nın Fe-DTPA ve Fe-EDTA'ya göre daha yüksek stabiliteye sahip olduğu da bildirilmiştir (Lucena, 2006).

Tohumunda fazla miktarda demir içeren ve demir noksanlığına toleranslı çeltik varyetelerinin geliştirilmesinde çeltikte demir alım mekanizmalarının ve taşınımının anlaşılması son derece önemlidir. Son yıllarda Fe taşınımı ve homeostasis mekanizmalarının anlaşılması sonucu çeltik danelerinde demir kapsamının artması doğrultusunda gelişmeler sağlanmıştır. Demirce noksan ortam koşullarında danede demir düzeyini arttırmak için çeltik çeşitlerinde uygun demir taşıyıcılarına ve demir şelatlayıcılarına sahip çeltik çeşitlerinin tespit edilmesi önem taşımaktadır. Bitkiler, demiri topraktan absorbe etmek ve kökten sürgünlere ve orandan da daneye taşımak için mekanizmalar geliştirmişlerdir. *Gramineae* familyasındaki bitkiler yetişme ortamlarından demiri almak için, Fe (III)-MA komplekslerini çözünebilir bir hale getiren mugineik asit familyasından olan ve fitosiderofor adı verilen küçük moleküller salgılar ve böylece Fe (III)-MA kompleksleri, kök yüzeyinde özel taşıyıcı tarafından kolayca alınarak, bitkinin toprak üstü aksamına taşınır (Bashir ve ark., 2010).

Bu çalışmada, bazı çeltik çeşitlerinde demirli gübreden yararlanma oranları ve demirin taşınımı incelenmiştir.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada 5 farklı çeltik çeşidi kullanılmıştır. Bu çeşitler: Biga incisi, Osmancık-97, Hamzadere, Ronaldo ve Edirne çeltik çeşitleridir.

Çeltik tohumları % 5.0'lık (v/v) sodyum hipoklorit çözeltisi içerisinde 15 dakika bekletilerek, tohumların sterilizasyonu sağlanmıştır. Daha sonra çeltik tohumları deiyonize su ile yıkanıp nemli bez torbalarda çimlendirildi. Çimlenen tohumlar içerisinde perlit bulunan 40x25x5 cm boyutundaki beyaz plastik küvetlere aktarılarak 10 gün içinde çeltik fideleri haline gelmesi sağlandı. 5 farklı çeltik çeşidine ilişkin fideler 1 kg kuvars kumu dolu plastik saksılara (12x12 cm) her saksıda 10 bitki olacak şekilde dikilmiştir. Kum dolu saksılar kireçsiz ve kireç ilaveli (% 4) olarak doldurulmuştur.

Kireçsiz ve kireçli kum dolu saksılara çeltik bitkisine her kireç dozunda 0 ve 45 µM Fe dozlarında Fe-EDDHA içeren aşağıdaki bitki besin çözeltisi verilmiştir:

500 µM NH_4NO_3; 60 µM $NH_4H_2PO_4$; 230 µM K_2SO_4; 210 µM $CaCl_2$; 160 µM $MgSO_4 \cdot 7H_2O$; 2.5 µM $MnCl_2$; 0.75 µM $(NH_4)_6Mo_7O_{24}$; 3.2 µM H_3BO_3; 0.1 µM $CuSO_4$

Denemede saksılardaki kum yüzeyinden itibaren 3 cm su katmanı olacak şekilde besin çözeltisi 5 farklı çeltik çeşidine eşit hacimlerde ilave edilmiştir. Bitki besin çözeltisinin pH'sı, seyreltik HCl ya da KOH çözeltisi kullanılarak 5.5'e ayarlanmıştır. Deneme 5×2×2 (çeşit ×kireç dozu × demir dozu) faktöriyel deneme desenine göre 3 tekerrürlü yürütülmüştür. Deneme süresi 50 gündür. Deneme süresi sonunda her bir saksıya eşit miktarda kullanılan 0 ve 45 µM demir içeren (Fe-EDDHA) besin çözeltisi miktarı her çeltik çeşidi için 1680 mL'dir. Bu hacim üzerinden her çeltik çeşidine ya da her saksıya verilen toplam demir miktarı hesap edilmiştir.

Deneme süresi bitiminde çeltik bitkisinin kök ve toprak üstü aksamı hasat edilip, taze kök ağırlıkları hassas terazide tartılmıştır. Çeltik çeşitleri kök ve toprak üstü aksamı şeklinde ayrılarak, etüvde 65 ºC'de kurutulmuştur. Kurutulan kök ve toprak üstü aksamının kuru ağırlıkları tespit edilmiştir. Ardından bitki kök ve toprak üstü aksamı, paslanmaz çelikten yapılmış bıçaklara sahip bir öğütücüde öğütülerek analize hazır duruma getirilmiştir.

Kök ve sapta toplam demir, atomik absorpsiyon spektrofotometre (AAS) cihazı ile Kacar ve İnal (2008)'a göre belirlenmiştir.

Çeltik çeşitlerinin sapta veya kökte demir alımı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

Sapta veya kökte Fe alımı (µg Fe / saksı) = Sapta veya kökte Fe kapsamı (ppm) x Sap veya kök kuru madde ağırlığı (g)

Çeltik çeşitlerinin Fe-EDDHA'dan yararlanma oranı (%) aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesap edilmiştir.

Fe-EDDHA'dan yararlanma oranı, % = [(C-D) / E] × 100

Burada;

C = 45 µM Fe uygulanan çeşidin sap demir alımı, µg/saksı

D = Kontrolde (Fe 0) çeşidin demir alımı, µg/saksı

E = Çeşide verilen toplam demir miktarı, µg/saksı

Çeltik çeşitlerinin sapına taşınan demir oranı (%) aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesap edilmiştir.

Bitki sapına taşınan demir oranı (%) = (X / Y) × 100

Burada;

X = Bitki sapında demir alımı, µg Fe / saksı

Y = Bitki sap + kök demir alımı, µg Fe / saksı

Çeltik çeşitlerinin kökünde kalan demir oranı (%) aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesap edilmiştir.

Bitki kökünde kalan demir oranı (%) = (A / B) × 100

Burada;

A = Bitki kökünde demir alımı, µg Fe / saksı

B = Bitki sap + kök demir alımı, µg Fe /saksı

Faktöriyel denemelere ilişkin varyans analizleri SPSS 17.0 paket programı ile yapılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Çeltiğin Fe-EDDHA gübresinden yararlanma oranına çeşit farklılığının ve kirecin etkileri

Çeltiğin Fe-EDDHA gübresinden yararlanma oranına çeşit farklılığının ve kirecin etkilerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. *Çeltiğin Fe-EDDHA gübresinden yararlanma oranına çeşit farklılığının ve kirecin etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları*

Varyasyon kaynakları							
Çeşit		Kireç dozu		Çeşit × Kireç dozu interaksiyonu		Hata	
SD	KO	SD	KO	SD	KO	SD	KO
4	22.54**	1	16.58	4	16.09*	20	4.83

**p<0.01; *p<0.05; SD: Serbestlik derecesi; KO: Kareler ortalaması

Çizelge 1'in incelenmesinden anlaşılacağı gibi, çeltiğin Fe-EDDHA gübresinden yararlanma oranına çeşit farklılığının etkisi p<0.01 seviyesinde önemli bulunmuş; fakat kirecin etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Çeşit×kireç dozu interaksiyonunun etkisi ise p<0.05 seviyesinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çeltiğin Fe-EDDHA gübresinden yararlanma oranına çeşit farklılığının ve kirecin etkisine ilişkin değerler ise Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. *Çeltiğin Fe-EDDHA gübresinden yararlanma oranına çeşit farklılığının ve kirecin etkisine ilişkin değerler*

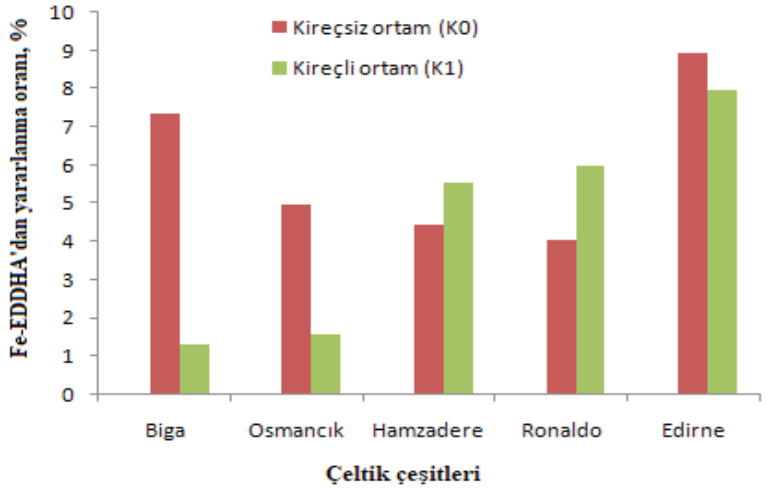
Çeltik çeşidi	Fe- EDDHA gübresinden yararlanma oranı (%)		
	Kireçsiz ortam	Kireçli ortam	Ortalama
Biga incisi	7.37ab	1.33d	4.35B
Osmancık-97	5.0bc	1.57d	3.28B
Hamzadere	4.47bcd	5.57abc	5.01B

Ronaldo	4.07bcd	5.97ab	5.01B
Edirne	8.93a	7.97ab	8.45A
Ortalama	5.97	4.48	

*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında % 5 düzeyinde fark yoktur

Genel ortalamalar dikkate alındığında Fe-EDDHA'dan yararlanma oranı en yüksek çeşit Edirne (%8.45) çeşidi; en düşük çeşit ise Osmancık-97 (%3.28) çeşidi bulunmuştur. Fe-EDDHA'dan yararlanma oranları bakımından Biga İncisi, Osmancık-97, Hamzadere ve Ronaldo çeltik çeşitleri aynı grupta yer almıştır. Diğer bir ifadeyle, bu çeşitler Fe-EDDHA'dan birbirlerine yakın oranlarda yararlanmışlardır.

Çeltiğin demirden yararlanma oranına kirecin etkisi çeşitlere bağlı bulunmuştur. Biga İncisi ve Osmancık-97 çeşitlerinde demirden yararlanma oranı kirecin etkisiyle önemli derecede azalma göstermiştir. Buna karşın, Hamzadere, Ronaldo ve Edirne çeltik çeşitlerinde demirden yararlanma oranı üzerine kirecin etkisi önemli bulunmamıştır (Şekil 4).



Şekil 4. *Çeltik çeşitlerinin Fe-EDDHA'dan yararlanma oranına kireç uygulamasının etkisi*

Simons ve ark. (1962), düşük pH'lardaki besin çözeltisine verilen Fe-EDDHA'nın mısır ve soya fasulyesinde ürün üzerine etkisini incelemek amacıyla yaptıkları su kültürü denemesinde: 1) Soya fasulyesinde ürün miktarının çözelti pH'sının 7.0 ve 8.0 olması halinde deneme bitkisinde ürün miktarının çözelti pH'sının 4.0 olması halindeki ürün miktarına oranla daha fazla olduğunu, 2) Mısır bitkisinde ürün miktarının soya

fasulyesindekinin tersi yönde olduğunu ve mısır bitkisinin yüksek pH derecelerinde Fe-EDDHA'dan yeterince yararlanamadığını, 3) Çözelti pH'sının artmasıyla ilişkili olarak mısır ve soya fasulyesi bitkisinin Fe-EDDHA'dan demir absorpsiyonunun azaldığını bildirmişlerdir.

Korkmaz (1982), asit karakterli bir toprağa ilave edilen kireç miktarı arttıkça, belli bir kireç oranına kadar mısır bitkisinin Fe-EDDHA'dan yararlanma oranının arttığını, fakat ortamda daha fazla kirecin Fe-EDDHA'dan yararlanma oranını azalttığını bildirmektedir.

3.2. Çeltikte kökte kalan demir oranı üzerine çeşidin, kireç ve demir dozunun etkileri

Çeltik bitkisinde kökte kalan demir oranına çeşidin, kireç ve Fe-EDDHA dozunun etkilerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 3'te gösterilmiştir.

Çizelge 3. *Çeltik bitkisinde kökte kalan demir oranına çeşidin, kireç dozunun, Fe-EDDHA dozunun etkilerine ilişkin varyans analiz sonuçları*

Varyasyon kaynakları							
Fe-EDDHA dozu		Çeşit		Kireç dozu		Çeşit×kireç dozu	
SD	KO	SD	KO	SD	KO	SD	KO
1	741.31**	4	11.75	1	948.04**	4	10.27

Varyasyon kaynakları							
Çeşit×Fe-EDDHA dozu		Kireç dozu×Fe-EDDHA dozu		Çeşit×kireç dozu×Fe-EDDHA dozu		Hata	
SD	KO	SD	KO	SD	KO	SD	KO
4	6.99	1	297.22**	4	4.73	40	25.13

**p<0.01; *p<0.05; SD: Serbestlik derecesi; KO: Kareler ortalaması

Çizelge 3'ün incelenmesinden anlaşılacağı üzere, bitki kökünde kalan demir oranı üzerine demir dozunun, kireç dozunun ve kireç dozu×demir dozu interaksiyonunun etkileri p<0.01 seviyesinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bitki kökünde kalan demir oranı üzerine çeşidin, çeşit×kireç dozu, çeşit×demir dozu ve çeşit×kireç dozu×demir dozu interaksiyonlarının etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çeltik bitkisinde kökte kalan demir oranına çeşidin, kireç dozunun, Fe-EDDHA dozunun etkisine ilişkin değerler ise Çizelge 4'te gösterilmiştir.

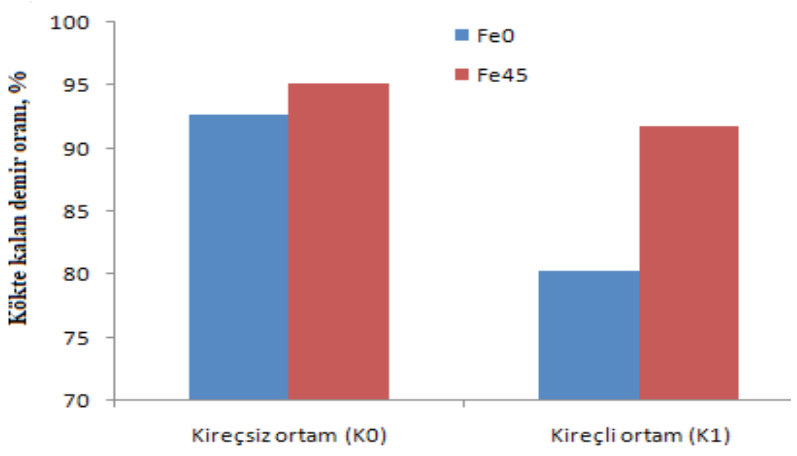
Çizelge 4. *Çeltik bitkisinde kökte kalan demir oranına çeşidin, kireç dozunun ve Fe-EDDHA dozunun etkileri*

	Bitki kökünde kalan demir oranı (%)				
	Kireçsiz ortam (K0)		Kireçli ortam (K1)		
Çeltik Çeşidi	Fe 0 (Kontrol)	45 µM Fe	Fe 0 (Kontrol)	45 µM Fe	Ortalama
Biga incisi	94.2	94.4	84.8	93.3	91.70
Osmancık-97	90.2	95.0	80.3	91.3	89.25
Hamzadere	92.9	96.0	79.7	91.3	90.02
Ronaldo	93.9	95.5	77.6	92.2	89.85
Edirne	92.2	95.3	79.0	90.7	89.34
	K0: 93.9		K1: 86.02		
Ortalama	Fe0: 86.5		Fe45: 93.5		

*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında % 5 düzeyinde fark yoktur

Kökte kalan demir oranları bakımından incelenen çeltik çeşitleri aynı grupta yer almışlardır. Diğer bir ifadeyle, incelenen çeltik çeşitlerinde kökte kalan demir oranı birbirlerine yakın değerler (%89.25 - %91.70 arasında) göstermiştir. Kökte kalan demir oranını, kireç uygulaması önemli derecede azaltmış; buna karşın, demir uygulaması ise arttırmıştır.

Çeltik çeşitlerinde kökte kalan demir oranı üzerine kirecin etkisi demir dozlarına bağlı bulunmuştur. Demir noksanlığı şartlarında yetiştirilen çeltik kökünde kalan demir oranı kireçleme ile önemli derecede azalma göstermiştir. Bununla birlikte, Fe-EDDHA'lı besin çözeltisi uygulayarak yetiştirilen çeltikte kökte kalan demir oranı aynı şekilde kirecin etkisiyle azalma göstermiş; fakat bu azalma önemli bulunmamıştır (Şekil 5).



Şekil 5. *Kireç x Fe-EDDHA interaksiyonunun çeltik bitkisinin kökünde kalan demir oranı üzerine etkisi*

3.3. Çeltikte sapa taşınan demir oranı üzerine çeşidin, kireç ve demir dozunun etkileri

Çeltikte sapa taşınan demir oranına çeşidin, kireç dozunun, Fe-EDDHA dozunun etkilerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5. *Çeltikte sapa taşınan demir oranı üzerine çeşidin, kireç dozunun, Fe-EDDHA dozunun etkilerine ilişkin varyans analiz sonuçları*

Varyasyon kaynakları							
Fe-EDDHA dozu		Çeşit		Kireç dozu		Çeşit×kireç dozu	
SD	KO	SD	KO	SD	KO	SD	KO
1	741.31**	4	11.75	1	948.04**	4	10.27

Varyasyon kaynakları							
Çeşit×Fe-EDDHA dozu		Kireç dozu×Fe-EDDHA dozu		Çeşit×kireç dozu×Fe-EDDHA dozu		Hata	
SD	KO	SD	KO	SD	KO	SD	KO
4	6.99	1	297.22**	4	4.73	40	25.13

**p<0.01; *p<0.05; SD: Serbestlik derecesi; KO: Kareler ortalaması

Çizelge 5'in incelenmesinden anlaşılacağı üzere bitki sapına taşınan demir oranı üzerine demir dozunun, kireç dozunun ve kireç dozu×demir dozu interaksiyonunun etkileri $p<0.01$ seviyesinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Buna karşın, bitki sapına taşınan demir oranı üzerine çeşidin, çeşit×kireç dozu, çeşit×demir dozu ve çeşit×kireç dozu×demir dozu interaksiyonlarının etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çeltikte sapa taşınan demir oranına çeşidin, kireç dozunun ve demir dozunun etkisine ilişkin değerler Çizelge 6'da gösterilmiştir.

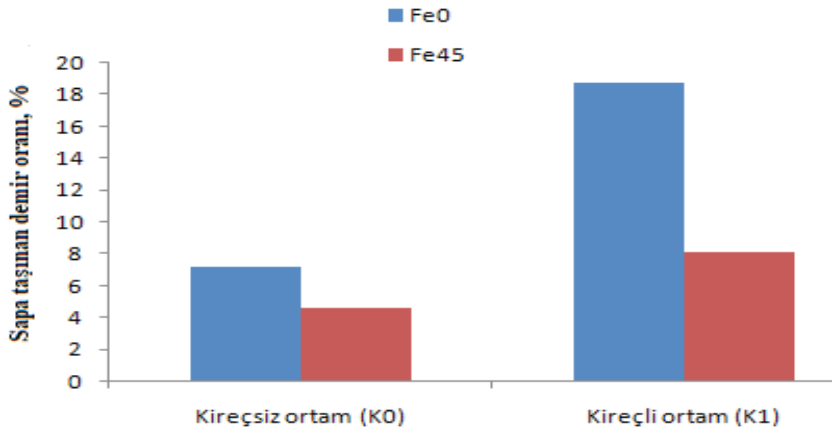
Çizelge 6. *Çeltikte sapa taşınan demir oranına çeşidin, kireç dozunun ve demir dozunun etkileri*

	Bitki sapına taşınan demir oranı (%)				
	Kireçsiz ortam (K0)		Kireçli ortam (K1)		
Çeltik Çeşidi	Fe 0 (Kontrol)	45 µM Fe	Fe 0 (Kontrol)	45 µM Fe	Ortalama
Biga incisi	5.7	5.5	15.1	6.7	8.30
Osmancık-97	9.7	4.9	15.5	8.6	10.75
Hamzadere	7.0	3.9	20.2	8.6	9.98
Ronaldo	6.0	4.4	22.3	7.7	10.15
Edirne	7.7	4.6	20.9	9.2	10.66
Ortalama	K0: 5.94		K1: 13.48		
	Fe0: 13.01		Fe45: 6.41		

*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında % 5 düzeyinde fark yoktur

Genel ortalamalar dikkate alındığında çeltikte sapa taşınan demir oranları bakımından çeşitler aynı grupta yer almıştır. Diğer bir ifadeyle, çeltik çeşitleri sapa taşınan demir oranları bakımından benzerlik göstermektedir. Çeltik çeşitlerinde sapa taşınan demir oranları ortalama %8.30 ila % 10.75 aralığında değişmiştir. Genel olarak, kireç uygulaması sapa taşınan demir oranını önemli derecede arttırmış; buna karşın, Fe-EDDHA içeren besin çözeltisi uygulaması ise azaltmıştır.

Çeltikte sapa taşınan demir oranı üzerine kirecin etkisi demir dozlarına bağlı bulunmuştur. Demir noksanlığı ve demir yeterli şartlarda yetiştirilen çeltik çeşitlerinde sap kısmına taşınan demir oranı kirecin etkisiyle artış göstermiş; fakat kirecin bu etkisi demir noksanlığı şartlarında daha önemli bulunmuştur (Şekil 6).



Şekil 6. *Kireç×Fe-EDDHA interaksiyonunun çeltikte sapa taşınan demir oranına etkisi*

Demir, bitki organlarında kolay taşınamayan bir besin elementi olmasına karşın, taşınımı örneğin kalsiyuma oranla daha yüksektir. Yaşlı yapraklardan genç yapraklara demir taşınımı çok az olduğundan bitkiler gelişmeleri süresince yetişme ortamından sürekli demir almak zorundadırlar. Diğer çoğu bitki besin elementlerinde olduğu gibi, bitkiler tarafından alınan demirin, gelişimin sürdürülebilmesi için doğrudan büyüme organlarına taşındığı ve öncelikle buralarda biriktirildiği belirtilmiştir (Turan ve Horuz, 2012). Toprakta demirin zayıf çözünürlüğüne karşı, bitkiler Fe hareketliliğini ve bu elementin sitozoldeki alımını arttırmak için çeşitli mekanizmalar geliştirmiştir (Zocchi ve ark., 2007). Fe eksikliği koşulları

altında yetiştirilen tüm bitkiler (çim bitkileri hariç), Strateji-I olarak adlandırılan bir dizi tepki başlatır (Guerinot ve Yi, 1994). Bu strateji, bitki kök yüzeyinde güçlü bir ferrik indirgeme aktivitesinin geliştirilmesi ile oluşur (Chaney ve ark., 1972). Ayrıca Strateji-I bitkileri, rizosfer asitleşmesine yol açan kök plazmalemindeki H^+-ATP_{az} aktivitesini arttırarak, aktif bir proton ekstrüzyonunu indükleyebilir (Zocchi ve Cocucci, 1990).

4. Sonuçlar

Fe-EDDHA gübresinden (45 µM Fe) yararlanma oranı en yüksek çeşidin Edirne çeltik çeşidi olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca Fe-EDDHA'dan yararlanma oranı değerlerine göre çeşitler istatistiksel olarak sırasıyla; Edirne > Ronaldo ~ Hamzadere ~ Biga incisi ~ Osmancık-97 şeklinde sıralanmıştır. İncelenen çeşitler arasında Biga incisi ve Osmancık-97 çeşitlerinde Fe-EDDHA gübresinden yararlanma oranı kireç uygulamasının etkisiyle önemli derecede azalma göstermiştir. Ancak diğer çeltik çeşitlerinde Fe-EDDHA'dan yararlanma oranı üzerine kireç uygulamasının etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Demir noksanlığı şartlarında yetiştirilen çeltik kökünde kalan demir oranı kireçleme ile önemli derecede azalma göstermiştir. Bununla birlikte, Fe-EDDHA'lı besin çözeltisi uygulayarak yetiştirilen çeltikte kökte kalan demir oranı aynı şekilde kirecin etkisiyle azalma göstermiş; fakat bu azalma önemli bulunmamıştır.

Demir noksanlığı ve demirin yeterli olduğu şartlarda yetiştirilen çeltik çeşitlerinde sap kısmına taşınan demir oranı kirecin etkisiyle artış göstermiş; fakat kirecin bu etkisi demir noksanlığı şartlarında daha önemli bulunmuştur.

Bu çalışmada demirden yararlanma oranı ve taşınımındaki farklılıklar; çeşitlerin genetik farklılıklarından ve yetiştirme ortamındaki kireç ve demir dozundan ileri gelmiştir.

KAYNAKLAR

Asch, F., 1997. Physiologische Faktoren der Salzresistenz bei Reis (*Oryza sativa* L.). Ph.D Thesis, University of Hamburg, Germany.

Bashir, K., Ishimaru, Y. and Nishizawa, N. K. 2010. Iron uptake and loading into rice grains. *Rice*, 3, 122-130.

Bashir, K., Takahashi, R., Akhtar, S., Ishimaru, Y., Nakanishi, H., Nishizawa, N.K., 2013. The knockdown of OsVIT2 and MIT affects iron localization in rice seed. *Rice.* 6, 31.

Bashir, K., Ishimaru, Y., Itai R.N., Senoura, T., Takahashi, M., An, G., Oikawa, T., Ueda, M., Sato, A., Uozumi, N., Nakanishi, H., Nishizawa, N.K. 2015. Iron deficiency regulated OsOPT7 is essential for iron homeostasis in rice. *Plant Molecular Biology* 88: 165-176.

Bonneau, J., Baumann, U., Beasley, J., Li, Y., and Johnson, A. A. 2016. Identification and molecular characterization of the nicotianamine synthase gene family in bread wheat. Plant *Biotechnol. J.* 14, 2228-2239. doi: 10.1111/pbi.12577

Chaney, R.L., Brown, J.C., Tiffin, L.O., 1972. Obligatory reduction of ferric chelates in iron uptake by soybeans. Plant Physiology, 50: 734-739.

Curie, C., Cassin, G., Couch, D., Divol, F., Higuchi, K., Le Jean, M. et al., 2009. Metal movement within the plant: contribution of nicotianamine and yellow stripe 1-like transporters. *Ann. Bot*. 103: 1-11.

Dos Santos, R.S., de Araujo Júnior, A.T., Pegoraro, C. and de Oliveira, A.C., 2017. Dealing with iron metabolism in rice: From breeding for stress tolerance to biofortification. *Genetics and Molecular Biology*, 40: 312-325.

Gris, E. (1843). Memoir relatif a la action des composés solubles ferruguineaux sur la vegetation [Report concerning the action of soluble ferrous compounds in plants]. Compte Rendu de l'Academie des Sciences, 17: 679.

Guerinot, M. L. and Yi, Y. 1994. Iron: nutritious, noxious, and not readily available. *Plant Physiology*, 104, 815-820.

Halliwell, B., and Gutteridge, J.M.C., 1984. Oxygen toxicity, oxygen radicals, transition metals and disease, *Biochem. J.*, 219(1): 1-14.

Höfner, W., 1970. Eisen- und manganhaltige Verbindungen im Blutungssaft von Helianthus annuus. *Physiol. Plant*. 23, 673-677.

Ishimaru, Y., Suzuki, M., Tsukamoto, T., Suzuki, K., Nakazono, M., Kobayashi, T., Wada, Y., Watanabe, S., Matsuhashi, S., Takahashi, M., Nakanishi, H., Mori, S. and Nishizawa, N. K., 2006. Rice plants take up iron as an Fe^{+3} - phytosiderophore and as Fe^{+2}. *Plant Journal*, 45, 335-346.

Kacar, B., İnal, A. 2008. Bitki Analizleri, 1. Basım. Nobel Yayınları, Ankara, Türkiye

Kobayashi, T. and Nishizawa, N.K., 2012. Iron uptake, translocation, and regulation in higher plants. *Annual Review of Plant Biology*, 63, 131-152.

Kobayashi, T., Nishizawa, N.K., 2014. Iron sensors and signals in response to iron deficiency. *Plant Sci*. 224: 36-43.

Kobayashi, T., Itai, R.N., Nishizawa, N.K., 2014. Iron deficiency responses in rice roots. Rice, 7:27

Korkmaz, A., 1982. Asit toprakta mısır bitkisinin demir bileşiklerinden yararlanması üzerine kirecin etkileri. Doktora Tezi, 88, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Kumar, S., Asif M.H., Chakrabarty, D., Tripathi, R.D., Dubey, R.S. & Trivedi, P.K., 2013. Differential expression of rice lambda class GST gene family members during plant growth, development, and in response to stress conditions. *Plant Molecular Biology Reporter* 31, 569-580.

Lee, S., Chiecko, J.C., Kim, S.A., Walker, E.L., Lee, Y., Guerinot, M.L., et al. Disruption of OsYSL15 leads to iron inefficiency in rice plants. *Plant Physiol*. 2009;150: 786-800.

López-Millan, A.F., Morales, F., Andaluz, S., Gogorcena, Y., Abadia, A., De Las Rivas, J., Abadia, J., 2000. Responses of sugar beet roots to iron deficiency. Changes in carbon assimilation and oxygen use. *Plant Physiology*. 124: 885-897.

Lucena, C., Waters, B. M., Romera, F. J., Garcia, M. J., Morales, M., Alcantara, E. and Perez-Vicente, R. 2006. Ethylene could influence ferric reductase, iron transporter, and H+ -ATPase gene expression by affecting FER (or FER-like) gene activity. *Journal of Experimental Botany*, 57(15), 4145-4154.

Machold, O., Meisel, W., Schnorr, H., 1968. Bestimmung der Bindungsformen des Eisens in Blättern durch Mössbauer-Spektrometrie. *Naturwissensch*. 55, 499-500.

Marschner, H., 1995. Mineral nutrition of higher plants. Functions of mineral nutrients: Micronutrients: Iron. Academic Press, London, pp. 313-323

Mori, S., 1999. Iron acquisition by plants. *Curr Opin Plant Biol*, 2: 250-253.

Morrissey, J., Baxter, I.R., Lee, J., Li, L., Lahner, B., Grotz, N., Kaplan, J., Salt, D.E., Guerinot, M.L., 2009. The ferroportin metal efflux proteins function in iron and cobalt homeostasis in Arabidopsis. *Plant Cell* 21: 3326-3338.

Nozoye, T., Nagasaka, S., Kobayashi, T., Takahashi, M., Sato, Y., Sato, Y., Uozumi, N., Nakanishi, H. and Nsihizawa N. K., 2011. Phytosiderophore efflux transporters are crucial for iron acquisition in graminaceous plants. *Journal of Biological Chemistry*, 286(7), 5446-5454.

Palmer, C.M. and Guerinot, M.L., 2009. Facing the challenges of Cu, Fe and Zn homeostasis in plants. *Nature Chemical Biology*, 5, 333-340.

Peterson, D.A., 1991. Enhanced electron transfer by unsaturated fatty acids and superoxide dismutase. *Free Radicals Res. Comm*. 12/13, 161-166.

Pradhan, S.K., Pandit, E., Pawar, S., Pradhan, A., Behera, L., Das, S.R., Pathak, H., 2020. Genetic regulation of homeostasis, uptake, biofortification and efficiency enhancement of iron in rice. *Environmental and Experimental Botany*, 177.

Rellán-Álvarez, R., Andaluz, S., Rodríguez-Celma, J., Wohlgemuth, G., Zocchi, G., Álvarez-Fernández, A., Fiehn, O., López-Millán, A.F., Abadía, J., 2010. Changes in the proteomic and metabolic profiles of *Beta vulgaris* root tips in response to iron deficiency and resupply. *BMC Plant Biology* 10(1): 120.

Römheld, V., Marschner, H., 1986. Evidence for a specific uptake system for iron phytosiderophore in roots of grasses. *Plant Physiol* 80: 175-180

Schmidt, W., 1999. Mechanisms and regulation of reduction-based iron uptake in plants. *New Phytol*. 141, 1-26.

Simons, J. N., Swidler, R. and Benedict, H. M. 1962. Absorption of chelated Iron by soybean roots in nutrient solutions. *Plant Physiology*, 37, 60-66.

Thongbai, P., and Goodman, B.A., 2000. Free radical generation and post anoxic injury in an iron toxic soil. *J. Plant Physiol*. 23, 1887-1990. doi: 10.1080/01904160009382151

Waters, B.M., Chu, H.H., Didonato, R.J., Roberts, L.A., Eisley, R.B., Lahner, B., Salt, D.E., Walker, E.L., 2006. Mutations in Arabidopsis yellow stripe-like1 and yellow stripe-like3 reveal their roles in metal ion homeostasis and loading of metal ions in seeds. *Plant Physiol* 141: 1446-1458

Yamaji, N., Ma, J.F., 2014. The node, a hub for mineral nutrient distribution in graminaceous plants. *Trends in Plant Science* 19, 556-563.

Zhang, Y., Xu, Y.H., Yi, H.Y., and Gong, J.M., 2012. Vacuolar membrane transporters OsVIT1 and OsVIT2 modulate iron translocation between flag leaves and seeds in rice. *Plant J*. 72: 400-410.

Zocchi, G, and Cocucci, S. 1990. Fe uptake mechanism in Fe-efficient cucumber roots. *Plant Physiologist*, 92, 908-911.

Zocchi, G., De Nisi, P., Dell'Orto, M., Espen, L. and Gallina, P. M. 2007. Iron deficiency differently affects metabolic responses in soybean roots. *Journal of Experimental Botany*, 58, 993-1000.

Bölüm 3

ORMAN YANGINLARIYLA MÜCADELEDE ORMAN YOLLARI, YANGIN EMNİYET YOL VE ŞERİTLERİNİN ÖNEMİ

Tolga ÖZTÜRK[1]
İkram ÇELİK[2]
Muhittin İNAN[3]

1 Prof.Dr. Tolga ÖZTÜRK, ORCID: 0000-0002-3066-1788, , İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Fakültesi, 34473, İstanbul, Türkiye
2 Or.Müh. İkram ÇELİK, 0000-0002-4782-1936, İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü, Orman Yangınlarıyla Mücadele Şube Müdürü
3 Dr.Öğr. Üyesi Muhittin İNAN, ORCID: 0000-0001-8179-9499, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Fakültesi, 34473, İstanbul, Türkiye

1. Giriş

Ülkemiz toplam alanının % 27,6'sını kaplayan 22.35 milyon ha ormana sahiptir. Bu ormanlık alanlarımızdan teknik ve sosyal üretim şeklinde yararlanılmaktadır. Teknik üretimde talebe bağlı olarak değişen asli ve tali orman ürünlerinin üretimi yer alırken, sosyal üretimde turizm, rekreasyonel faydalanma, doğal kaynakların kullanımı, askeri alanlar gibi farklı konuları kapsamaktadır. Ülkemizde ormanlık alanların yaklaşık % 75'i, % 40'tan fazla eğimli dik arazilerde yer almaktadır. Yüz yıllarca yoğun kullanım nedeni ile ormanlık alanlarımız dağlık bölgelere doğru çekilmişlerdir. Ormanlık alanların %53'ü verimli orman, %47'si ise imar ve ıslaha ihtiyaç duyan verimsiz orman olarak belirlenmiştir (OGM, 2020).

Yollar; taşıt ve yayaların faydalanmasına açık olan bir şerit, yaya ve araçların hareketine olanak veren tesviye edilmiş eğimli yüzeyler, gitmek istenen yerler arasında araçların ve yayaların nakliyatını emniyetli, ekonomik ve amaca uygun şekilde sağlayan ve her türlü yüklenmeyi zemine güvenle aktaran, alt ve üst yapıdan oluşan bir mühendislik yapısı olarak tanımlanabilmektedir (Seçkin, 1997; Umar ve Yayla, 1986; Erdaş, 1997; Hasdemir ve Demir, 2005). Yolların sınıflandırılması ise; Otoyollar, Devlet, Köy ve Orman Yolları olarak yapılabilir (Yayla, 2018; Akgül, 2007). Orman yolları karayollarından standartları bakımından daha özellikli olarak ayrılan yapılardır. Odun hammaddesinin taşınması, ağaçlandırma, silvikültürel müdahaleler, koruma, yangınlarla mücadele, rekreasyon amaçlı kullanım ve turizm gibi ormanlık alanların farklı fonksiyonlarının gerçekleştirilebilmesi için orman yolları ana tesislerdir. Yangın emniyet yol ve şeritleri ise yangınlarla mücadele ve ormanların korunması amacıyla inşa edilen yapılardır. Tüm bu amaçların gerçekleştirilebilmesi için ormanlık alanların her noktasına orman yol şebekeleri ile doğaya ve tekniğe en uygun şekilde ulaşılabilmesi gerekmektedir. Ormancılık çalışmaları için anahtar kelime orman yol ağlarıdır (Krc and Begus, 2013).

Ülkemizde ormanlık alanların uygun kullanımına göre (üretim ormanı, milli park vb.) fonksiyonel planlar yapılmakta, tüm orman yol yoğunluğu ve orman yol aralıkları bu planlara göre belirlenmektedir (Şentürk ve ark., 2007). Günümüzde orman yollarının yapım teknikleri çevresel faktörler göz önüne alınarak ihtiyaca göre yol standartları ve yol inşa araçları modern teknolojiye ayak uydurarak planlanmaktadır.

İklimsel değişiklikler ve tüm dünyanın etkilendiği mevsimsel geçişlerde yaşanan düzensizliklerden ülkemizde son yıllarda oldukça etkilenmektedir. Son yıllarda artan ani yağışlar, ani sıcaklık yükselmeleri, deniz seviyelerinin yıldan yıla yükselmesi gibi etkenler birçok olumsuzlukları da beraberinde getirmektedir. Özellikle kuraklık ve sıcaklık artışları yangına hassas olan ormanlık alanlarımızda büyük yangınlara neden olmakta ve bu

yangınlar ormanlık alanlarımızı kaybetmemiz yanında can ve mal kaybına da neden olmaktadır.

Ülkemizde 1937 yılından 2020 yılında kadar meydana gelmiş orman yangını sayısı 114941 olup, yıl olarak incelendiğinde yılda 1369 orman yangını ortaya çıkmaktadır. Yıllık yangın sayıları ilk yıllarda düşük olup, 1980'li yıllardan sonra artış göstermiştir. Özellikle 2011-2020 yılları arasındaki 10 yıllık dönemde toplam 26311 adet yangın çıkmıştır. Bu durumda yıllık bazda 2631 yangın demektir. Bunun yanında, yangından etkilenen alan olarak bakıldığında, 1937 – 2020 yılları arasında orman yangınlarından etkilenen alan miktarı 1 711 973 ha'dır. Yıllık ortalama yanan ormanlık alan miktarı 20381 ha'dır. Yangın başına düşen yanan alan miktarı ise 14,90 ha olarak hesaplanmıştır. Orman yangınlarının çıkış nedenlerine bakıldığında ise, 10 yıllık verilere göre yangınların %36'lık bölümü dikkatsizlik, kaza ve ihmal, %11'lik kısmı yıldırım, %6'lık kısmı kasıt ve %47'lik kısımının ise çıkış nedeni belirlenememiştir (OGM, 2020).

Türkiye ormancılığında orman yangınlarıyla mücadele için yangın yolları ve şeritleri yapılmaktadır. Yangın emniyet yolları ile ormanlık alanlar parçalara ayrılarak orman yangınlarının kontrol edilmesi ve yangının yayılma hızının düşürülmesi açısından bu yol ve şeritler yardımcı olmaktadır (Hasdemir ve ark., 2009). Network analizi kullanılarak gerçekleştirilen çalışmada yangın emniyet yol ve şeritlerinin orman yol ağı planına dahil edilmesi durumunda yangına erken müdahalede daha kısa mesafe ve zaman alındığı tespit edilmiştir. (Bilici, 2009). Yangın emniyet yollarının orman yolları ile bağlantılı olması ve ormanlık alanları bir ağ şeklinde kaplaması orman yangınlarıyla mücadeleye güç kazandırmaktadır (Laschi ve ark., 2019).

Ülkemizde meydana gelen orman yangınları sonrasında birçok çalışma yapılmış ve halen yapılmaktadır. Bunlarda biri 2008 yılında Antalya Serik - Taşağıl yangını sonrası Orman Genel Müdürlüğü tarafından "Yanan Orman Alanlarının Rehabilitasyonu ve Yangına Dirençli Ormanlar Tesisi Projesi (YARDOP)"'dir. Proje de temel hedef "yangına hassas ormanlarda yangınlara karşı direnci arttırmak, yanıcı madde miktarını azaltmaya yönelik meşcere bakımlarını yapmak, yangın sırasında açığa çıkan ısı enerjisini düşürmeye yönelik yangını zayıflatma alanları oluşturmak, ağaç, ağaççık ve çalılardan oluşan hatlar tesis etmek, ihtiyaç halinde ulaşım tesisleri yapmak, ayrıca yangına direnç gösteren yöreye uygun türler ile karışık ormanlar kurmak" olarak geçmektedir (OGM, 2014).

YARDOP projesi kapsamında planlanan yollar ve gerekli tesisler esas olarak yangınla mücadele faaliyetleri için kullanılırken, yangını durdurmaya veya zayıflatmaya da hizmet etmektedir. Özellikle gerekli sahalar ve yangın riski yüksek alanlarda, iyi planlanmalı ve yangının orman ekosis-

temi üzerindeki olası zararlarını azaltmak için sahada doğru şekilde uygulanmalıdır (Bilici vd.,2018).

Ülkemiz genelindeki ormanlık alanlarda tüm ormancılık çalışmalarını gerçekleştirebilmek amacıyla planlanan orman yolu miktarı 315 000 km olup, bunun 286 704 km'si tamamlanmıştır. Bu ormanlardan 181927 km'si yangına I.derecede hassas olan ormanlık alanlarda yer almaktadır. Bunun yanında, ormanlık alanlarımızda bulunan mevcut yangın emniyet yolu miktarı ise 25 300 km'dir (OGM, 2020). Orman yollarının ve yangın emniyet yol ve şeritlerinin tam anlamıyla hizmet verebilmesi için yangın sezonlarından önce bakımlarının yapılması ve yolların 7/24 ulaşıma açık olması gerekir. Orman yollarının fonksiyonlarına göre değerlendirilerek standartlarının arttırılması ve özellikle yangına hassas bölgelerdeki orman yollarının itfaiye ve tankerler gibi ağır tonajlı araçların geçişine izin verecek şekilde düzenlenmesi büyük bir gerekliliktir.

Orman yollarının uzun süreli hizmet verebilmesi sanat yapılarının ve üst yapı çalışmalarının tamamlanması gerekliliktir. Koruyucu yapılar olan istinat duvarları ve kaplama duvarlarının yanında drenaj yapıları olan büz, menfez, köprü gibi farklı sanat yapılarının orman yolunun ihtiyaç duyulan yerlerine yapılması gerekir. Bunun yanında, orman yollarının ağır yüklere mukavemet edebilmesi için üst yapı çalışmaları da özellikle trafik yoğunluğunun çok olduğu yollarda yerine getirilmelidir (Öztürk ve Şentürk, 2021).

2. Orman Yangınları

Yanma, oksijen ve yanıcı maddelerden oluşan üç faktörün bir arada bulunmasıyla meydana gelir. Yangının söndürülebilmesi için ise; yanma olayını ortaya çıkaran üç faktörden birinin ortadan kaldırılması gerekmektedir. Ormanlık alanlarda yanma olayının gerçekleştirilmesi için bulunan katı yakıtlar için; ortam sıcaklığının 260-400 C'den, ortamda bulunan oksijenin ise % 15'den fazla olması ve aynı zamanda alanda yangını başlatacak miktarda yangını başlatabilecek miktarda yanıcı maddenin bulunması gerekir (Şekil 1).



Şekil 1. *Orman yangını – Fethiye*

Orman Yangını: Ormanda bulunan yanıcı maddeleri (ağaçlar, kütükler, ibre, yaprak, ot, kuru ağaçlar vb.) kısmen veya tamamen yakan ve etrafının açık olması nedeniyle serbestçe yayılma (ve büyüme) eğilimi gösteren yangınlara "orman yangınları" denir.

Orman Yangını Türleri: 1.Örtü Yangını, 2.Tepe Yangını, 3.Toprak Yangını

Orman yangınları Toprak, Örtü ve Tepe yangını olarak üç şekilde olmasına rağmen Türkiye'de çoğunlukla iki yangın çeşidi görülmektedir. Bunlar; örtü ve tepe yangınlarıdır. Bu yangın türlerini inceleyecek olursak;

Örtü Yangını: Ormanlık alan içerisinde toprağı örten yangındır (Fidan, çayır, funda, ot, kütük, kuru dal, yosun, yaprak, kesim artıkları vb.) ölü ve diri örtüyü yakan. Bu yangın türünde orman alanı içerisindeki ağaçlara zarar gelme riski düşüktür. Ormanlık alan içerisinde toprak üzerinde yanıcı maddelerin yoğun ve fazla olması durumunda ise ateş büyüyerek ormanlık alana zarar verebilir. Bu durumda yanan alanın yangın sonrası takip ve kontrol edilmesinde fayda bulunmaktadır. Ayrıca yıldırım kaynaklı yangınlar hariç tepe yangınları öncelikli olarak örtü yangını şeklinde başlar.

Tepe Yangını: Bu tip yangınlarda yangın ağaçların ve ağaççıkların tepe bölümlerini yakarak ilerler. Tepe yangının da ormanın örtüsü, ağaçların gövdeleri ve tepeleri farklı şiddet ve durumda yandığından ağaçlar genellikle kuruduğu için yangın alanı içerisindeki ağaçlar canlılığını yitirirler. Bu yangın türü en tehlikeli yangın türüdür.

Yangına neden olan ana faktörler doğa olayı yıldırımlar ve insanlardır. İnsanların faaliyetleri arasında; anız ve çöp yakma, bağ-bahçe temizliği, piknik ateşi, enerji nakil hatları ve çoban ateşi vb. sayılabilir. Orman yangınlarının nedenlerini 4 ana başlıkta toplayabiliriz. Bunlar;

1. Doğal (Yıldırım), 2. Kasıt, 3. İhmal ve dikkatsizlik, 4. Nedeni bilinmeyen etkenler olarak dört gruba ayrılır.

Orman yangınlarının tehlikeleri; hava durumu (iklim), yanıcı maddeler ve topoğrafya olmak üzere üç grupta sınıflandırılabilir. Bu üç grup, orman yangınlarının ortamda hareket tavrını kontrol etmek için temel bileşenlerdir.

Orman yangınlarını etkileyen faktörler:

a-Yanıcı madde

b- Hava Halleri (İklim – Klima)

c- Topografik Yapı (Arazi Yapısı)'dır.

a-Yanıcı Madde: Orman içinde **ö**lü örtü olarak adlandırılan alt tabakada çayır bitkileri, ot, çalılar, ağaç enkazları, kesim artıkları, ağaç ve ağaççık vb. maddelerden oluşmaktadır. Yanıcı maddenin; 1.Yoğunluğu, 2.Miktarı, 3. Boyutu, 4. Rutubet içeriği, 5.Sürekliliği, 6.Tutuşabilirliği gibi farklı durumlar yanma olayını etkileyen faktörlerdir.

b-Hava Halleri: 1.Rüzgâr, 2.Sıcaklık, 3.Bağıl Nem 4- Yağış

Yangın hızını etkileyen en önemli faktörler sıcaklık, nispi nem, yağış ve rüzgâr hızı'dır. Bölgedeki nemin %30'den düşük olması yangın oluşma riskini arttırmaktadır. Bunun yanında, rüzgâr hızının saatte 20 km ve bunun üzerinde oluşu kurak yaz günlerinde yangını körüklemektedir.

c-Topografik Yapı: 1.Eğim,2.Bakı,3.Yükselti.

Ormanlık alan içerisinde bakı, arazi eğimi, yükseklik, arazinin şekli, derelerdir. Denizden direkt olarak gelen rüzgâra açık alanlarda, ada, yarımada gibi olan alanlarda yangın oldukça hızlanır. Yangın tehlikesi bakımında güney, batı, doğu ve kuzey yamaçlar olmak üzere yangın için öncelik sıralaması yapılabilir. Eğimli arazilerde yangın düz arazilere göre 8-10 kat daha hızlı ilerlemektedir. (Küçükosmanoğlu ve Hasdemir, 1991; Anonim, 2021).

Orman yangınının şiddetini gösteren iki yangın özelliği, alev boyutu ve alandaki yayılış oranıdır. Yangının yayılma oranı, yangının büyüklüğünü ve zarar verdiği alanı açıklamak için kullanılmaktadır. Yayılma oranı eğimin fazla olmasından, alandaki yanıcı madde özelliklerinden ve değişen rüzgâr hızından etkilenmektedir (URL-1).

3. Orman Yollarının Teknik Özellikleri

Orman yolları, bir yıl süresince üzerinden taşınacak ürün miktarına, trafik yoğunluğu, yol üzerinde hareket eden araçların tonajları, büyüklüğü ve yapılış nedenleri dikkate alınarak üç ana gruba bölünmüştür. Bunlar;

Ana orman yolu, Tali orman yolu (A tipi – B tipi) ve Traktör yoludur. Yolların geometrik standartları Tablo 1'de gösterilmiştir. Orman yoluna ait enkesit Şekil 2'de gösterilmiştir (Öztürk ve Şentürk, 2021).

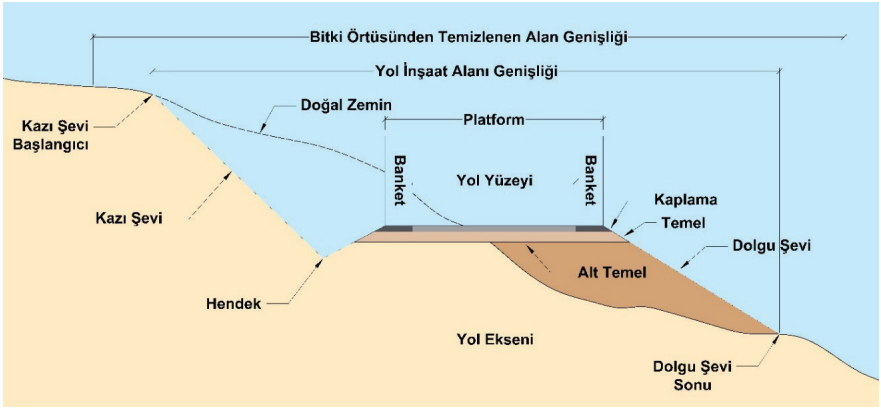
Tablo 1. *Orman yollarının standartları (OGM, 2008)*

Yolun Tipi	Birim	Ana Orman Yolu	Tali Orman Yolu				Traktör Yolu
			A Tipi	B Tipi			
				SBT	NBT	EBT	
Platform genişliği	m	7	6	5	4	3	3.5
Şerit sayısı	adet	2	1	1	1	1	1
Şerit genişliği	m	3	3	3	3	3	3
Mak. eğim	%	8	10	9	12	12	20
Min.kurp yarıçapı	m	50	35	20	12	8	8
Banket genişliği	m	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Hendek genişliği	m	1	1	1	1	0.50	--
Üst yapı genişliği	m	6	5	4	3	3	--
Köprü genişliği	m	7+(2x0.6)	6+(2x0.6)	5+(2x0.6)		4+(2x0.6)	--

SBT: Standartları yükseltilmiş B Tipi tali orman yolları

NBT: Normal B Tipi tali orman yolları

EBT: Ekstrem B Tipi tali orman yolları



Şekil 2. *Orman yolu enkesiti*

3.1. Ana Orman Yolları

Ana orman yolları, trafiğe uygun olan platform genişliği 7 m ve yol hendek genişliği 1 m olup, orman yolunun toplam genişliği 8 m olan ve ormanlık alana giriş yapmamızı sağlayan dereleri takip eden yollardır. Ana orman yolunu yapabilmek için, o yol üzerinden bir yılda geçecek ürün miktarı 50000 m³'ten fazla olmalıdır. Bu yolların tamamı 6 m genişlikte

bir üst yapı malzemesi ile kaplanmalıdır. Orman yolunun minimum kurp yarıçapı 50 m, maksimum eğimi %8 olmalıdır. Bu yol tipinde standart olan trafik işaretlerinin konması zorunludur (OGM, 2008).

3.2. Tali Orman Yolları

3.2.1. A Tipi Tali Orman Yolları

A tipi tali orman yollarında platform genişliği 6 m, hendek genişliği 1 m ve bu tip yolun toplam genişliği 7 m'dir. Bu yollar orman içindeki dereleri takip eden yollardır. A tipi tali orman yolu yapabilmek için, o yol üzerinden bir yılda geçecek ürün miktarı 25000-50000 m³ arasında olmalıdır. Bu yolların platformu 5 m genişlikte bir üst yapı malzemesi ile kaplanmalıdır. Orman yolunun minimum kurp yarıçapı 35 m, maksimum eğimi %10 olmalıdır (Şekil 3) (OGM, 2008).



Şekil 3. *A tipi orman yolu (Foto: T.Öztürk)*

3.2.2. B Tipi Tali Orman Yolları

B tipi tali orman yolunun platform genişliği 4-5 m ve hendek genişliği 1 m'dir. Ormanlık alanlarda en çok kullanılan bu yolların 5-6 m arasında değişen, dere ve yamaç yollarıdır. Bu orman yolunda o yol üzerinden bir yılda geçecek ürün miktarı 25000 m³'ten az olmalıdır. Bu yolların tamamı 3-4 m genişlikte bir üst yapı malzemesi ile kaplanmalıdır. Orman yolunun minimum kurp yarıçapı 12 m, maksimum eğimi %9 olmalıdır. Kısa mesafelerde olmak üzere maksimum eğim %12'ye çıkarılabilir (Şekil 4) (OGM, 2008).



Şekil 4. *B tipi orman yolu (Foto: T.Öztürk)*

B tipi tali orman yolları kendi arasında üçe ayrılmaktadır. Bunlar;

1. Standartları yükseltilmiş B Tipi tali orman yolları
2. Normal B Tipi tali orman yolları
3. Ekstrem B Tipi tali orman yolları (OGM, 2008).

3.3. Traktör Yolları

Üretim alanları içerisinde üretilen ve çeşitli şekillerde sürütülerek orman alanı içerisindeki rampalarda toplanan ürünleri sürütmek veya taşımak amacıyla yapılan geçici yollara traktör yolları denir. Bu yollarda uygulanan eğimler, iniş aşağı nakliyatta maksimum %20, yokuş yukarı nakliyatta maksimum %12 olmalıdır. Traktör yolunun genişliği 3.5 m olarak planlanır. Bu yollarda kurp yarıçapı 8 m'dir ve sanat yapıları zorunlu olmadıkça yapılmamaktadır (Şekil 5) (OGM, 2008).



Şekil 5. *Traktör yolu (Foto: T.Öztürk)*

3.4. Ormancılıktaki fonksiyonlara göre orman yolları

Orman yolları, ormancılık çalışmalarındaki fonksiyonlara göre belirlenmektedir. Bu fonksiyonlara göre orman yollarının standartlarının yükseltilmesi ve ihtiyaca en iyi şekilde cevap vermesi çok önemlidir. Özellikle yangın alanlarına ulaşımı sağlayan yolların standartlarının yüksek olması ve bakımlarla yılın 12 ayı açık olması sağlanmalıdır. Özellikle yangın esnasında ağır tonajlı itfaiye araçlarının ve su tankerlerinin alan ulaşabilmesi zaman ve yangının seyri için önemlidir. Yol standartları düşük olan yollarda bu tür ağır ve uzun araçlar kurpları ve laşeleri dönememekte ve aynı zamanda yol genişlikleri bakımından büyük sıkıntılar yaşanmaktadır. Bundan dolayı, orman yollarında özellikle yangına 1. ve 2. derecede hassa olan bölgelerde orman yolu standartlarının en kısa zamanda iyileştirilmesi gerekmektedir. Aynı zamanda bu yolların bakım ve onarım çalışmaları da belirli periyodlar ile yapılmalıdır. Ülkemizde 2020 yılı verilerine göre mevcut orman yollarının Orman Bölge Müdürlüklerine göre durumu Tablo 1'de gösterilmiştir (OGM, 2021).

Tablo 2. *Türkiye'deki ormanlık alanlar içerisindeki mevcut toplam yol uzunlukları (OGM, 2020)*

Bölge Müdürlükleri	Mevcut B Tipi Orman Yolu Uzunluğu	Orman İçi Mevcut Köy Yolu Uzunluğu	Orman İçi Mevcut Karayolu Uzunluğu	Diğer Mevcut Yol (Yayla, maden vb.) Uzunluğu	Orman İçinde Kullanılan Toplam Yol Uzunluğu
	km	km	km	km	km
Adana	7400	1910	367	246	9923
Amasya	16022	4319	917	1135	22393
Ankara	6454	819	144	39	7456
Antalya	10237	2534	541	173	13485
Artvin	3661	1108	259	--	5028
Balıkesir	7808	1996	389	215	10408
Bolu	9455	1357	288	816	11916
Bursa	8800	1443	312	2182	12737
Çanakkale	6168	1269	292	107	7836
Denizli	10422	1588	190	70	12270
Elazığ	3790	1973	44	3	5810
Erzurum	4549	734	180	--	5463
Eskişehir	4813	1543	135	535	7026
Giresun	6173	2142	430	1240	9985
Isparta	8923	1865	287	272	11347
İstanbul	8298	1502	525	275	10600
İzmir	10730	3598	725	263	15316
K.Maraş	6119	2543	255	33	8950
Kastamonu	13110	4329	960	344	18743

Kayseri	3863	1447	390	463	6163
Konya	3468	1722	616	326	6132
Kütahya	6698	1413	468	100	8679
Mersin	10643	1946	403	25	13017
Muğla	14072	3148	887	1056	19163
Sakarya	4315	665	163	148	5291
Şanlıurfa	2714	1168	76	8	3966
Trabzon	3593	3533	234	2010	9370
Zonguldak	6446	1334	401	50	8231
Toplam	208744	54948	10878	12134	286704

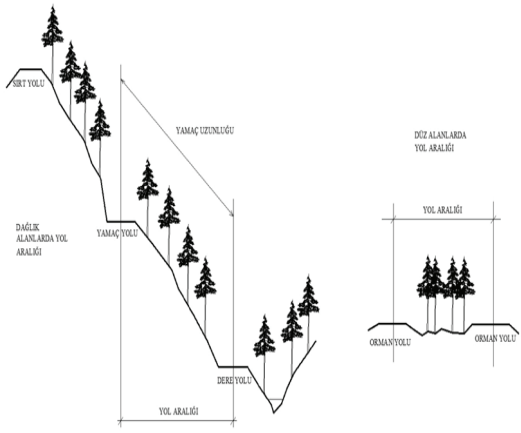
Tablo 3'de ülkemizde kullanılan yangın emniyet yollarının ve diğer amaçlarla yapılan orman yollarının 1998-2019 yılları arasındaki yapım miktarları verilmiştir.

Orman yolları düşük standartlı yollar olup, karayolları ile kıyaslandığında yapım tekniği ve üst yapı bakımında daha düşük yapılardır (Demir ve Hasdemir, 1995). Orman yollarının inşa edildiği yere göre; dere, yamaç ve sırt yolu olarak adlandırılmaktadır. Bu yolların durumu Şekil 6'da gösterilmiştir.

Tablo 3. *1998 – 2019 yılları arasında ülkemizde ormancılık amaçları için yapılan yolların durumu*

Yıl	**Yangın emniyet yol yapımı**	**Yangın emniyet yolu bakım**	**Kule yolu yapımı**	**Kule yolu bakım**	**Üretim yolu bakım**	**Depo dahili yol**
	km					
1998	538	14 025	20	1 638	97 740	62
1999	235	13 846	3	1 601	101 409	37
2000	206	15 147	3	1 822	108 146	40
2001	36	15 515	2	1 482	113 952	13
2002	73	15 813	7	1 583	123 327	15
2003	113	15 807	1	1 673	121 914	36
2004	152	16 275	7	1 647	125 689	53
2005	195	16 500	5	1 832	132 836	80
2006	162	17 002	2	1 684	131 092	143
2007	214	17 173	3	1 668	131 040	67
2008	336	17 530	9	1 692	130 106	85
2009	365	18 110	8	1 630	131 606	78
2010	469	18 459	4	1 514	138 267	120
2011	401	18 509	8	1 423	136 197	72
2012	379	19 440	21	1 448	138 186	92
2013	378	18 306	6	1 480	140 662	113
2014	310	20 481	10	1 476	130 630	100

2015	382	19 871	11	1 531	136 216	114
2016	324	23 675	4	1 628	154 260	171
2017	125	23 765	2	1 579	157 891	139
2018	169	24 584	3	1 605	169 293	148
2019	113	24 911	-	1 562	168 590	136
Toplam	**5 675**	**404 744**	**139**	**35 198**	**2 919 049**	**1 914**
Ort.	**258**	**18 397**	**7**	**1 600**	**132 684**	**87**



Şekil 6. *Orman yollarının konumlarına göre adlandırılması*

Orman yollarının ülkemizde uygulanan ormancılık fonksiyonlarına göre sınıflandırılması aşağıdaki Tablo 3'de açıklanmıştır (Öztürk ve Şentürk, 2021).

Tablo 3. *Orman yollarının konumlarına ve fonksiyonlara göre sınıflandırılması*

Yol Tipi	Yoğun Kullanım Şekli	Sınıfı	Sanat Yapıları	Üst Yapı	Karşılaşma Yerleri
Dere Yolları	Ormanlık alana giriş, odun üretimi, koruma, milli parklar, rekreasyon alanları, turizm	A – B	Mevcut	Var / Yok	Var
Yamaç Yolları	Odun üretimi, koruma, yangın	B	Mevcut	Var / Yok	Yok
Sırt Yolları	Yangın, koruma, turizm, odun üretimi	B	Yok	Var / Yok	Yok

Dere yolları, karayolları ile bağlantıyı sağlayan yollardır (Şekil 7). Ormanlık alanlarda üretilen odun hammaddesinin piyasaya ulaştırılmasında, milli parklar ve rekreasyon amaçlı kullanımda, turizm amaçlı kullanımlarda dere yolları en çok tercih edilen yollardır.



Şekil 7. *Dere kenarına inşa edilmiş orman yolları (Foto: T.Öztürk)*

Yamaçlarda inşa edilen orman yolları dere yollarında sırt yollarına ulaşımı sağlayan yollar olması yanında, odun üretiminde nakliyat çalışmalarında ve yangınlarla mücadelede de etken rol oynamaktadırlar (Şekil 8). Yangına hassas ormanlık alanlarda yamaç yollarında standart yükseltme çalışmaları kurp ve laselerde yapılacak genişletme çalışmaları ve karşılaşma yerlerinin inşası şeklinde olmalıdır. Aynı zamanda, bu yolların genişliklerinin arttırılması yangın hareketini önleyebilecek şekilde düzenlenebilir.



Şekil 8. *Yamaca inşa edilmiş orman yolları (Foto: T.Öztürk)*

Sırt yolları ormanlık alanlarda yamacın en üst kısmında inşa edilen yollardır (Şekil 9). Sırt yollar bölgenin izlenmesi, yangın kontrol edilmesi yangına müdahale edilmesi ve alanın korunması amacıyla inşa edilmeleri yanında, odun üretim çalışmalarında da kullanılmaktadır. Son yıllarda, bu yollar turistik gezi ve faaliyetlerde yoğun olarak kullanılmaktadır.



Şekil 9. *Sırta inşa edilmiş orman yolları (Foto: T.Öztürk)*

4. Yangın Emniyet Yol ve Şeritleri

Orman yangınları ile mücadelede başarılı olmak en önemli amaçlarımızdan biridir. Hâlihazırdaki ibreli ormanlar ve yeni kurulmuş - kurulacak olan ibreli orman alanlarının güvenliğini sağlamak için ormanlık alanlarda yangın emniyet yol ve şeritlerinin açılması gerekmektedir. Yangınları önlemek için açılan yangın emniyet yol ve şeritleri, ormanlık alanda yangın oluşmadan önce doğal ve yapay engellerden de yararlanılarak inşa edilen yangının yayılmasını önleyen tesislerdir. Bu tesisler üçe ayrılır.

Bunlar;

1) Yangın emniyet yolları

2) Yangın emniyet şeritleri

3) Yangın emniyet yol ve şeritleri

Yangın emniyet yol ve şeritlerinin yapım amaçları şu şekildedir;

a) Yangınla mücadele için savunma hattı

b) Karşı ateşi uygulama yerleri

c) Mekanik yangın engeli (Direkt engel)

d) Transport (ulaşım) amaçları ile inşa edilmektedirler.

Yangın emniyet yol ve şeritlerinin ana amacı, yangınların yayılmasına engel oluşturmak ve yangınların küçük alanlar içinde kalmasını sağlayarak ormanlık alana verilen zararın en aza indirilmesini temin etmektir (Anonim, 2021).

4.1. Yangın Emniyet Yolları

Yolun üst kısmında yanıcı madde bulunmayan çıplak tesislerdir. Genişlikleri ortalama 6-15 m arasında değişiklik göstermektedir. Orman kenarından veya içinden geçen yangın emniyet yollarının genişliğinin ölçülmesinde yol kenarlardaki ağaçların dallarının uçlarının izdüşümleri dikkate alınmaktadır. Yangın emniyet yolları %20 eğime kadar transport amacı ile de kullanılmaktadır. % 20 eğim üzerinde çıplak tesis olarak diğer ormancılık amaçlarına hizmet edecektir.

Yangın emniyet yollarının açılması gereken genişlikleri yangına hassasiyet durumuna göre dik sırtlarda 6-12 m aralığında, düze yakın sırtlarda 10-15 m aralığında inşa edilmektedir (Şekil 10).



Şekil 10. *Yangın emniyet yolu*

4.2.Yangın Emniyet Şeritleri

Mevcut olan veya iler ki tarihlerde yapılacak yolların (Devlet İl Yolları, Köy, Orman, Yangın Emniyet Yolları vb.) kenarlarında tek veya iki taraflı inşa edilecek yangını önleyici yeşil tesislerdir.

Tek yönden genişlik 25-50 m aralığındadır. Yangına duyarlılık ve hâkim rüzgâr yönüne göre şeridin genişlik tespit edilmektedir (Şekil 11).

Yangın emniyet şeritleri;

1. Şeridin üst yüzeyi çeşitli yanıcı maddelerden temizlenerek, yüzey ot ve çayırdan yeşil bir örtü ile kaplanarak,

2. Şerit ormanlık bir alanın içinden geçiyorsa, ağaçların seyreltilmesi, alt dalların mümkün olduğunca budanması ve alandaki bitki artıklarının temizlenerek,

3. Şerit ağaçlandırma ve tensil sahalarından geçmekte ise şeridin inşası sırasında yangına dayanıklı ağaç ve ağaççıkların rüzgâr perdesi şeklinde dikilmesi ile tesis edilecektir.



Şekil 11. *Yangın emniyet şeridi*

4.3.Yangın Emniyet Yol ve Şeritleri

Yangın emniyet yolu ile bu yolların bir veya her iki tarafında oluşturulan yangın emniyet şeritlerinin kombine edilmesi ile meydana gelir. Yangın emniyet yolunun bir tarafında şeridin yapılması durumunda her ikisi için toplam genişlik 31-65 m arasında, yangın emniyet yolunun her iki tarafında yangın emniyet şeridi inşası durumunda toplam genişlik 60-120 m arasında olmalıdır.

Yangın emniyet yol ve şeritlerinin ulaşımı sağlama gereklilikleri vardır. Eğer bu tesisin bazı bölgelerinde yangın emniyet yolu % 20 eğimin üzerinde olup, nakliyat için uygun değilse, yolun bu gibi yerlerinde nakliyatı sağlamak için B tipi orman yolu veya traktör yolu boyutlarında irtibat yolu planlanıp inşa edilecektir. Yapılan bu çalışma ile alan üzerinde kesintiye uğramadan hareket sağlanmış olacaktır (Şekil 12).



Şekil 12. *Yangın emniyet yol ve şeritleri*

Yangın emniyet yol ve şeritlerinin kullanım alanları aşağıda sırasıyla verilmiştir;

1- Yangın Emniyet Yolları: Yangın emniyet yolu tek başına, yangına duyarlı, değerli ve tehlikeli sahalarda bloklar oluşturarak yangını önlemektir.

2- Yangın Emniyet Şeridi: Tek başına, yangın çıkma riski yüksek olan alanlardaki yol kenarlarında oluşabilecek yangın tehlikesini önlemek için kullanılmaktadır.

3- Yangın Emniyet Yol ve Şeridi: Yangın çıkma ihtimali bulunan, yangına duyarlı ormanlarda, rekreasyon alanları ve çevresinde, yangın çıkması olası olan komşu alanların sınırlarında (komşu devlet, özel orman, anız, yakılan tarım alanları vb.) yangını önlemektir. Bu yapılar yangının gücünün artmasına neden olan kuvvetli rüzgâr olan sahalarda, orman içi ve bitişiğindeki fabrikalar, turistik tesisler, çöplükler, askeri alanlar, orman içi ve bitişiğindeki kırsal alanların çevresinde yapılırlar. Bunun yanında, ibreli ağaçlandırma ve tensil alanlarını yangın riskinden korumak için, verimli ibreli ormanları yangının hızla ilerlediği makilik alanlardan ayırmak için tesis edilmektedirler.

4.4.Yangın Emniyet Yol ve Şeritlerinin Planlama Esasları

Yangın emniyet yol ve şeritlerinin planlamasında önemli olan esaslar;

1- Çalışma ünitesi

Orman İşletme Şeflikleri çalışma ünitesi olarak kabul edilmektedir. Planlamanın gerçekleştirileceği ormanlık alan bloklara ayrılmakta ve blok olarak çalışma ünitesi olan şeflik havza ve doğal sınırlarla çevrili bir orman bütünü olarak tespit edilmektedir. Blokların seçilmesinde ormanın yangı-

nına duyarlılık durumu, meteorolojik veriler, topoğrafik yapı ve alandaki bitki örtüsü gibi durumlar dikkate alınmaktadır. Bloklar bölgeyi arazi yapısı ve oluşabilecek yangın durumuna göre 5.000-10.000 ha büyüklükte ayırmaktadır. Bloklar ayrı ayrı numaralandırılarak çalışma ünitesi planlaması şeflik bazında tamamlanmaktadır.

2- Yangın emniyet yolları, Yangın emniyet şeritleri ve Yangın emniyet yol ve şeritleri

Bakım giderleri ve yol maliyetleri nedeniyle yangın tehlikesinin fazla olduğu ibreli doğal ormanlar ile ağaçlandırma sahalarında otuz yaştan küçük ormanlarda planlama yapılacaktır. Bu ağaç türleri Kızılcam, Sahilçamı, Fıstıkçamı, Sedir, Karaçam ve Sarıçam ormanlarıdır. Ancak, yaşlı ormanlar ve alt kısımlarının diri örtü ile kaplı ormanlık alanlarda rüzgâr ve fırtına tehlikesi dikkate alınarak planlama yapılmaktadır.

3- Yangın tehlikesi olan alanların bitişiğinde geniş bir makilik alan varsa (asgari 50 ha) bu iki tip alanın denk geldiği yerlerde yangın emniyet yol ve şeriti iyi bir şekilde planlanmalı ve ayrıca ihtiyaç durumuna göre maki alanı yangın emniyet yolları ile bloklara ayrılmalıdır. Yangın emniyet yolu, yangın emniyet şeridi ve yangın emniyet yol ve şeritlerinin Güneydoğu ve Akdeniz bölgelerinde 1200 m rakımına, Ege bölgesinde 1000 m rakımına, Marmara bölgesinde 800 m rakımına kadar, mevcut ve yeni kurulacak ibreli ormanlarda inşa edilmesi önemlidir. Yangına duyarlı olmayan ormanlarda ağaçlandırma projelerinin yönlendirdiği iç taksimat ağı ve orman üretim yolları ile yeterli olmaktadır.

4- Av üretme alanları, milli parklar, piknik ve mesire yerleri ile tarihi ve turistik yerlerdeki yangına duyarlı ormanlarda yapılacak yangın emniyet yol ve şeritleri alanın doğal yapısını etkilemeyecek, işletme amaçlarına ters düşmeyecek şekilde düzenlenmektedir. Kullanım amacı farklı olan orman blokları arasında, daha çok tampon bölgeler ve sınır hatlarında planlama yapılmalıdır.

5. Yangın emniyet yol ve şeritleri ile parsellere ayrılacak alanlarda blok büyüklükleri değişiklikler göstermektedir. Bu blok büyüklükleri şu şekilde olmaktadır;

a) Birinci derece yangına duyarlı alanlar 200-300 ha

b) İkinci derece yangına duyarlı alanlar 301-500 ha

c) Üçüncü derece yangına duyarlı alanlar 501- 800 ha

6. Yangın emniyet yol ve şeritlerinin uygulama yerleri

Yangın emniyet yol ve şeritlerinin ana sırtları takip ederek yapılması gerekliliktir. Ancak, blokların oluşumu için, bakı değişikliği gösteren tali sırtlardan da planlama gerçekleştirilebilir. Planlama sırasında alternatif

kullanılabilecek sırtlar var ise bölgenin hâkim rüzgârlarına dik olarak bulunan sırtla tercih edilmelidir. Düz alanlarda parseller oluşturulurken hâkim rüzgâr yönünde uzunlamasına oluşacak şekilde planlanmaktadır. Planlanan yangın emniyet yol ve şeritlerinin diğer ulaşım yolları ile bağlantısının mutlaka en az bir noktadan olacak şekilde yapılması gerekmektedir. Yangın emniyet yolları, yangın emniyet yol ve şeritleri ile oluşturulan bloklar içindeki ana sırt ve tali sırtlardan planlama yapılmalıdır. Düz sahalarda hâkim rüzgâr yönüne dik olarak planlama yapılmalıdır.

5. Türkiye'deki Orman Yangınlarının Durumu

Ülkemizde son yıllarda yangın sayıları ve yangın sonucunda yanan alanların büyüklükleri artmaktadır. Özellikle 2021 yılında meydana gelen yangınlar henüz yangın sezonu tamamlanmamış olmasına rağmen bugüne kadar olan en büyük orman yangınları sınıfına girmektedir. 2021 yılında bugüne kadar yaklaşık 150 bin ha alanın yandığı tahmin edilmektedir.

Akdeniz iklimine sahip ülkelerde sıcaklık artışı ve düşük nem nedeniyle son yıllarda oldukça fazla orman yangını meydana gelmektedir. Nedeni ne olursa olsun oluşan bu yangınlar yerleşim yerlerini tehdit etmiş, can ve mal kaybına neden olmuştur. Bunun yanında, büyük miktarlarda ormanlık alanın kaybına sebep vermiştir. Ülkemizde son 10 yıl içinde meydana gelmiş orman yangınlarının Orman Bölge Müdürlüklerine göre sayıları Tablo 4'de, yanan orman alanlarının miktarları ise Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 4. *Türkiye'de 2011-2020 yılları arasındaki 10 yıllık sürede meydana gelen yangın sayıları (OGM, 2020)*

Bölge Müdür.	Yıllar içindeki Yangın Sayıları (adet)										10 Yıllık Toplam	Yıllık Ortalama
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020		
Adana	88	101	173	81	176	183	151	124	174	186	1437	144
Amasya	93	95	144	84	60	121	79	86	81	157	1001	100
Ankara	73	113	233	46	43	125	98	46	55	67	899	90
Antalya	152	214	321	169	189	281	273	244	199	260	2302	230
Artvin	5	3	7	66	5	--	11	3	23	19	82	8
Balıkesir	79	73	96	72	68	73	56	60	71	80	728	73
Bolu	32	40	57	26	24	44	30	25	54	57	390	39
Bursa	72	81	118	64	43	78	63	40	84	69	712	71
Çanakkale	--	--	--	--	--	63	44	56	92	123	378	76
Denizli	76	68	146	47	41	84	45	33	24	39	603	60
Elazığ	14	4	72	79	84	80	42	47	157	149	728	73
Erzurum	7	16	21	5	17	9	79	11	48	33	246	25
Eskişehir	32	38	79	21	12	55	33	25	35	23	353	35
Giresun	16	30	40	46	43	38	36	18	64	71	402	40
Isparta	56	105	120	70	74	54	54	48	67	71	719	72

İstanbul	172	228	271	108	153	254	173	82	204	197	1842	184
İzmir	197	269	344	284	265	377	233	264	240	285	2758	276
K.Maraş	78	132	262	155	170	232	183	169	160	264	1805	181
Kastamonu	63	120	146	88	57	82	108	66	98	211	1039	104
Kayseri	54	16	69	27	26	74	38	23	18	28	373	47
Konya	32	50	91	31	29	47	13	20	30	34	377	38
Kütahya	41	54	90	55	33	68	48	52	38	58	537	54
Mersin	98	75	155	91	80	107	54	71	90	87	908	91
Muğla	267	383	395	320	254	373	233	355	302	329	3211	321
Sakarya	58	56	78	33	46	61	50	31	66	135	614	61
Şanlıurfa	21	23	101	66	89	150	80	125	121	242	1018	127
Trabzon	21	6	41	29	22	27	38	18	73	61	336	34
Zonguldak	57	57	85	46	47	48	66	25	20	62	513	51
Toplam	1954	2450	3755	2149	2150	3188	2411	2167	2688	3399	26311	2631

Tablo 5. *Türkiye'de 2011-2020 yılları arasındaki 10 yıllık sürede meydana gelen yangınlarda yanan alan büyüklükleri (OGM, 2020)*

Bölge Müdür.	Yıllar İçindeki Yangınlarda Yanan Alan Büyüklükleri (ha)										10 Yıllık Toplam	Yıllık Ort.
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020		
Adana	222	916	875	145	402	177	162	163	159	2776	5997	600
Amasya	158	139	280	201	119	390	137	53	151	562	2190	219
Ankara	165	158	177	36	15	414	92	80	70	781	1988	199
Antalya	92	653	1312	234	197	2159	2750	594	235	400	8625	862
Artvin	20	7	20	9	5	--	5	1	17	18	102	10
Balıkesir	421	658	2350	33	39	601	168	24	75	104	4473	447
Bolu	83	65	77	14	51	30	279	22	42	204	867	87
Bursa	121	343	532	40	263	139	254	62	304	97	2156	216
Çanakkale	--	--	--	--	--	505	320	130	290	930	2175	435
Denizli	116	235	122	80	34	117	444	84	13	542	1788	179
Elazığ	73	20	53	63	71	41	26	81	652	210	1292	129
Erzurum	40	66	55	9	83	69	901	33	210	57	1523	152
Eskişehir	54	105	155	22	5	225	75	14	75	68	799	80
Giresun	27	32	91	89	74	70	61	51	128	85	708	71
Isparta	127	297	97	61	54	32	103	41	140	49	1002	100
İstanbul	67	107	77	18	41	92	39	26	54	316	837	84
İzmir	733	474	862	270	153	1041	2022	392	4904	4110	14962	1496
K.Maraş	204	3669	1579	160	184	315	249	1489	626	5409	13885	1389
Kastamonu	40	205	77	45	30	41	103	299	110	1959	2908	291
Kayseri	161	51	203	69	41	214	104	111	35	81	1070	107
Konya	78	85	182	49	64	84	11	106	64	72	796	80
Kütahya	14	183	72	52	6	285	960	44	112	118	1746	175
Mersin	114	505	509	79	282	198	928	70	361	509	3555	355
Muğla	165	242	972	724	174	481	442	232	960	815	5218	522
Sakarya	106	99	117	27	34	46	82	11	56	90	668	67

Şanlıurfa	45	89	387	302	536	1302	1133	1385	1033	423	6636	664
Trabzon	73	39	166	268	141	60	167	32	444	100	1489	149
Zonguldak	91	1013	57	19	111	28	74	14	11	85	1502	150
Toplam	3612	10455	11456	3118	3219	9156	11993	5644	11332	20971	90956	9096

6. Sonuç ve Öneriler

Orman yolları ülkemizde uzun zamanlar boyunca sadece odun üretimini gerçekleştirebilmek amacıyla yapılmaktaydı. Özellikle ormanlık alanların kullanım fonksiyonlarının gelişmesi ve farklılaşması ile orman yollarına gereksinim daha da artmıştır. Son yıllarda farklı kullanımları yanında özellikle ormanların yangınlara karşı korunması açısından da orman yollarına olan ihtiyaç oldukça artmıştır. Orman yangınlarına müdahalede arazözlerin ve su tankerlerinin alan ulaşımı, yangın işçilerinin ve teknik ekibin yangına ulaşması ve müdahalesi için alanda mutlaka iyi orman yol ağı olmalıdır. Orman yollarının yetersiz olduğu ormanlık alanlarda yangına müdahalelere geç kalınmakta ve özellikle rüzgâr ve düşük nem nedeniyle yangının önü alınamamaktadır. Bunun yanında, önemli olan bir diğer konu ise, orman yollarının yangın esnasında bir kaçış rotası oluşturması da çok önemlidir. Bazı durumlarda yeterli yol, yeterli hava desteği ve yeterli müdahale olmasına rağmen yangını durdurmak mümkün olmayabilir. Bu durumlarda yangın ekiplerinin alandan uzaklaşabilmesi için yol ağlarının alanda mümkün olması gerekmektedir.

Orman yollarının yangına hassas bölgelerde mutlaka standartlarının yükseltilmesi gerekir. Mevcut olan yollarda bakım ve onarımlarla, yeni yapılacak olan yollarda ise yangın her zaman göz önünde bulundurularak planlamalar yapılmalıdır. Mevcut olan yollarda özellikle kurp ve laşelerin genişletilmesi, yangına hassas bölgelerdeki yol aliymanlarının genişletilmesi yangına müdahalede öne çıkan iyileştirmelerdir. Yangın anında arazözler dışında itfaiye araçları, askeri araçlar ve su tankerleri gibi ağır ve büyük araçların ormanlık alan ulaşabilmesi için kurplar ve laşeler genişletilmeli ve yol eğimleri gözden geçirilmelidir.

Orman yollarının planlama çalışmalarında uzun yıllar boyunca orman alanlarının kayıpları göz önünde bulundurulmuş ve çevresel zararların minimumda tutulmaya çalışılmıştır. Günümüzde de bu planlama kriterleri hep göz önünde olmasına rağmen yangına hassas olan bölgelerde ormanlık alan kaybı ikinci planda tutularak yol genişlikleri ve kurp – lase genişlikleri yangına müdahale araçlarına göre belirlenmelidir. Büyük orman yangınlarında kaybettiğimiz orman miktarları aynı alanda yapılmış veya yapılacak olan yollarda kaybedilen ormanlık alanlara göre çok daha büyüktür. Standardı yükseltilmiş ve daha geniş yollar aynı zamanda yangın emniyet yolu görevini de nispeten sağlamış olacaktır.

Orman yollarının bakım ve onarım çalışmaları da çok önemlidir. Özellikle orman yangınına hassas alanlarda bulunan mevcut orman yollarının periyodik bakımlarının yangın sezonlarından önce tamamlanması gerekir. Aynı zamanda, orman yollarının tüm sezon boyunca açık olması ve gereklilik durumunda kullanılabilmesi gerekir.

Orman yollarının sürekli açık olması ve uzun süreli kullanımı için mevcut yolların koruyucu duvarlarının ve drenaj yapılarının tamamlanması, onarım ihtiyacı olan yapıların mutlaka onarılması ve bakımlarının yapılması gerekir. Orman yollarının yangınlarda daha efektif olarak kullanılabilmesi için üst yapılarının da tamamlanması büyük bir avantaj sağlayacaktır. Üst yapı orman yollarının taşıma kapasitelerini arttırdığı için bu üst yapıların tamamlanması ağır tonajlı araçların orman yollarını kullanmasını kolaylaştıracaktır. Bunun yanında, son yıllarda malzeme bilgisinde ve teknolojisinde meydana gelen gelişmeler sonucunda üst yapı çalışmalarında kullanılabilecek ateşe dayanıklı malzemeler yardımıyla yangına karşı bir adım daha atılmış olacaktır.

Orman yangınlarıyla mücadele için olmazsa olmaz olan yangın emniyet yol ve şeritleri yangına duyarlı olan alanlarda mutlaka tamamlanmalı ve periyodik bakımlarının yapılması gerekir. Yangın emniyet yol ve şeritlerinin uygun genişlikte açılması gerekli olan tüm tekniklerin uygulanması gerekir. Eğimli alanlarda inşa edilen yangın emniyet yol ve şeritlerinin çıplak olması nedeniyle yağmurlardan sonra bu alanlarda toprak erozyonu meydana gelmektedir. Bu erozyonun önlenebilmesi için yangın emniyet yol ve şeritlerinde yol üstü açık menfezler ile yüzeysel akış minimuma indirilebilir. Bu yol ve şeritlerde yapılacak olan küçük ölçekli drenaj çalışmaları erozyona karşı bu alanları koruyabilir.

Orman yangınları can ve mal kaybına neden olmasının yanında ülkemizin geleceği için çok önemli olan orman alanlarının kaybına da neden olmaktadır. Bunun yanında ormanlık alanlardaki ekosistemin değişmesi, yaban hayatının büyük ölçekte darbe alması da kaçınılmaz olmaktadır. Yangını önleme tesisleri, yeterli hava gücü ve etkin bir yönetim ile orman yangınlarının zararları minimuma indirilebilir. Önemli olan tüm yapıların tekniğine uygun inşa edilmesi veya onarılmasıdır. Bunun yanında, kara ekiplerini desteklemek ve yangının hızını keserek tepe yangınlarının yere indirilmesini ve alev boyunun kısaltılması için ülkemiz arazi yapısına uygun yangın söndürme uçağı ve helikopter filosuna sahip olmak da yangınlarla mücadelede önemli bir kriterdir.

Kaynaklar

Anonim (2021). Orman Yangınlarının Önlenmesi ve Söndürülmesinde Uygulama Esasları. Orman Genel Müdürlüğü, 285 Sayılı Tebliğ, Ankara.

Bilici, E. (2009). Orman Yangın Emniyet Yolları ve Şeritleri İle Orman Yol Şebekelerinin Entegrasyonu, Planlamaları ve Uygulamaları Üzerine Bir Araştırma (Gelibolu Milli Parkı Örneği), İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 59, sayı 2, s. 85-101.

Bilici, E., Gençal, B., Taş, İ., Akay, A.E. (2018). Assessment of Firefighting Facilities and Roads Regarding with Fire-Resistant Forest Project (YARDOP), Proceedings of the Biennial International Symposium "Forest and Sustainable Development" 8 th Edition, 25th -27th of October 2018, Braşov, Romania, p,171-176.

Demir, M., Hasdemir, M. (1995). Türkiye'de Orman Yollarını Karayollarından Ayıran Özellikler ve Bu Yolların Sınıflandırılması. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, B50(2): 85-96.

Erdaş, O. (1997). Orman Yolları. Cilt II, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayın No. 187, Trabzon.

Hasdemir, M., Demir, M. (2005). Ormancılıkta Gelişmelere Bağlı Olarak Orman Yol Şebekelerinin Fonksiyonel Planlama Esasları ve Orman Yol Yoğunluğu. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, B55(2): 1-2.

Hasdemir, M., Küçükosmanoğlu, A., Demir, M., Öztürk, T., Akgül, M., Bilici, E. (2009). Türkiye'de Orman Yangınlarının Önlenmesi Kapsamında Orman Yolları, Yangın Emniyet Yol ve Şeritlerinin Değerlendirilmesi. I. Orman Yangınlarıyla Mücadele Sempozyumu, Antalya.

Krč, J., Beguš, J. (2013). Planning Forest Opening with Forest Roads. Croatian Journal of Forest Engineering, 34(2): 217-228.

Küçükosmanoğlu, A., Hasdemir, M. (1991). Orman Yol Şebekelerinde Yangın Emniyet Yolları ve Şeritlerinin Yeri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, B41 (3-4): 83-91.

Laschi, A., Foderi, C., Fabiano, F., Neri, F., Cambi, M., Mariotti, B., Marchi, E. (2019). Forest Road Planning, Construction and Maintenance to Improve Forest Fire Fighting: a Review. Croatian Journal of Forest Engineering, 40(1): 207–219.

OGM (2008). Orman Yolları Planlaması, Yapımı ve Bakımı, Tebliğ No: 292, Ankara.

OGM (2014). Yanan Orman Alanlarının Rehabilitasyonu ve Yangına Dirençli Ormanlar Tesisi Projesi (YAR-DOP). T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Silvikültür Dairesi Başkanlığı, Tamim No: 6976, 29 sayfa, Eylül, Ankara.

OGM (2020). 2020 yılı Orman Yangınlarıyla Mücadele Değerlendirme Raporu. Orman Genel Müdürlüğü, Ankara, s.5.

OGM (2021). 2021 Orman Yangınları Mücadele Eylem Planı. Orman Genel Müdürlüğü, Ankara, s.30.

Öztürk, T., Şentürk, N. (2021). Türkiye'de Ormancılık Çalışmaları İçin Planlanan Orman Yollarının Teknik Özellikleri. Ziraat, Orman ve Su Ürünlerinde Araştırma ve Değerlendirmeler, Gece Kitaplığı, Ankara: 73-98.

Seçkin, Ö.B. (1997). Peyzaj Yapıları II. İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No. 447, İstanbul.

Şentürk, N., Öztürk, T., Demir, M. (2007). Orman Transport Bilgi Sisteminin Oluşturulması (Belgrad Ormanı Örneği), İ.Ü. Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi, Proje No: 243/23082004, İstanbul.

Umar, F., Yayla, N. (1986). Yol İnşaatı. İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Yayınları, No. 1333, İstanbul.

URL-1. https://www.hatayinternettv.com/makale/akilli-sehirlerde-orman-yanginlari-ozelinde-afet-ve-acil-durum-yonetimi-5025

Bölüm 4

TÜKETİCİLERİN GERİ DÖNÜŞÜM DAVRANIŞLARI İLE İLGİLİ BİR LİTERATÜR İNCELEMESİ*

Alptekin Mert YILMAZ[1]
Özge Can NİYAZ[2]
Oktay TOMAR[3]

* Bu çalışma 3-5 Haziran 2021 tarihinde yapılan Uluslararası Küresel İklim Değişikliği Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

1 Arş. Gör. Alptekin Mert YILMAZ, Kocaeli Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Sorumlu Yazar: alptekin.yilmaz@kocaeli.edu.tr
, ORCID: 0000-0002-7062-4770
2 Dr. Öğr. Üyesi Özge Can NİYAZ, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, ORCID: 0000-0002-4958-9931
3 Doç. Dr. Oktay TOMAR, Kocaeli Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, ORCID: 0000-0001-5761-7157

1. Giriş

Nüfus artışı, sanayileşme ve çarpık kentleşme gibi sebeplerden dolayı iklim değişikliği, çölleşme ve çevre kirliliği gibi sorunlar artış göstermektedir. Çevre kirliliği sonucu tahribata uğrayan doğal kaynakların çoğu yenilenemez türde kaynaklardır. İnsanların yaşam tarzlarına paralel olarak artan çevre tahribatı ve kirliliği giderek önemli bir hale gelmektedir (Roy ve Pal, 2009; Fu ve Geng, 2019; Fang ve ark., 2021). Çevresel sorunların büyük ölçüde insan davranışından kaynaklandığı düşünüldüğünden (Oskamp, 1995; Abun ve Aguot, 2017; Casalo ve Escario, 2018; Thondhlana ve Hlatshwayo, 2018) insan davranışındaki değişikliklerle uzun vadede çevre sorunlarına çözüm getirebilmek mümkündür. Çevre kirliliğini yaratan ve bundan etkilenenler de insanlar olduğu için çevre kirliliği iki yönlü bir sorundur. İnsanların tüketimi sonucu ortaya çıkan atık miktarı ve niteliği çevre ekonomisi bakımından önem arz etmektedir. Bu kapsamda, çevre sorunlarından biri olan çevresel atıklarla mücadele her geçen yıl daha ciddi sorunlara neden olmaktadır (Oskamp, 2000; Vlek ve Steg, 2007; Song ve ark., 2015). Katı atıkların doğayı kirletmesini önlemenin yolu ise geri dönüşümdür. Geri dönüşüm "Enerji geri kazanımı ve yakıt olarak kullanımı ya da dolgu yapmak üzere atıkların tekrar işlenmesi hariç olmak üzere, organik maddelerin tekrar işlenmesi dâhil atıkların işlenerek asıl kullanım amacı ya da diğer amaçlar doğrultusunda ürünlere, malzemelere ya da maddelere dönüştürüldüğü herhangi bir geri kazanım işlemini" ifade etmektedir (TCRG, 2019). Kısaca katı atıkların toplanıp işlenerek yeni ürünlere dönüştürülmesine geri dönüşüm denir. Geri dönüşüm, atıkları en aza indirmesi ve doğal kaynakları koruması ile çevreye iki yönlü katkı sağlamaktadır (Kollmuss ve Agyeman, 2002; Oliver ve ark., 2019). Geri dönüşüm faaliyeti, hem doğal kaynakları korumakta hem de enerji tüketimini azaltmaktadır (Chan ve Bishop, 2013; Oudejans, 2017; Canatan, 2019). Geri dönüşüm, atıkları çöplerde depolamak yerine geri kazandırmak için bir alternatiftir (Ruiz, 1993; Smith, 2015; Ajayi ve Oyedele, 2017; Morris, 2017). Ayrıca geri dönüşüm, çöp ve depolama alanlarının aşırı kullanım sorununun üstesinden gelmek için de önemli bir yöntemdir (Siwar ve ark., 2000; Ara ve ark., 2021). Geri dönüşüm sayesinde kaynakların yeniden kullanımı ile ekonomik kazanım da söz konusu olmaktadır. Böylece çevre kirliliği ve doğal kaynak tahribatı azaltılabilmektedir. Geri dönüşüm, çevre kirliliğini azaltmadaki rolünün yanı sıra istihdam yaratması ve ekonomik kalkınmada etkili olması açısından da önemli bir faaliyet olarak görülmektedir (Whitmarsh, 2009; Jekria ve Daud, 2016; Öznur ve Genç, 2018). Tüketicilerin katılımı, plastik (Khan ve ark., 2019) ve gıda (Russell ve ark., 2017) gibi diğer atık türlerinin başarılı geri dönüşüm müdahaleleri için çok önemlidir. Geri dönüşümün çevresel faydaları nedeniyle, daha fazla insanın geri dönüşüm programlarına dahil olması

gerektiği belirtilmektedir (Chan ve Bishop, 2013; Jaiswal, 2020; Sarah ve Binbol, 2020). Ayrıca geri dönüşüm programlarının başarıya ulaşması için tüketicilerin katılımı önemlidir (Aadland ve Caplan, 2006; Rousta ve Dahlen, 2015; Hahladakis ve Iacovidou, 2019). Bu araştırmanın amacı, geri dönüşümün önemine ve tüketicilerin geri dönüşümdeki önemine paralel olarak tüketicilerin geri dönüşüm davranışları ile ilgili bir literatür incelemesi yapmaktır. Çalışmanın materyalini ikincil veriler oluşturmaktadır. Bu kapsamda son on beş yılda yapılmış uluslararası ve ulusal düzeydeki tüketicilerin geri dönüşüm davranışlarını ele alan çalışmalar taranmıştır. Araştırma kapsamında geri dönüşüm konusunda tüketicileri kapsama alan ve orijinal (birincil) veriler ile hazırlanmış çalışmalar incelenmiştir.

2. Literatür İncelemesi

Davis ve arkadaşları (2008), Avustralya'da Griffith Üniversitesi'nde görev yapan akademik olmayan personellerin sürdürülebilir tutum ve davranışlarını 100 kişi ile online olarak yaptıkları anket çalışması ile karakterize etmeyi amaçlamışlardır. Araştırma sonuçlarına göre kadınların, erkeklere göre bölümlerinde daha fazla kağıt geri dönüşümü yaptığı belirlenmiştir. Ankete katılanların geri dönüşüm davranışları yaş gruplarına göre karşılaştırıldığında, 40 ile 64 yaş arasında olanların daha genç gruba (25 ile 39 yaş arası) göre daha fazla kağıt geri dönüştürdükleri belirlenmiştir. Katılımcılar medeni durumlarına göre karşılaştırıldığında, evli katılımcıların evlerindeki atıkları ve iş yerindeki içecek kaplarını geri dönüştürme oranının bekar katılımcılara göre daha yüksek olduğu ortaya konmuştur. Ayrıca araştırma kapsamındaki bir yıldan daha kısa bir süredir çalışan grubun, bir yıldan uzun bir süredir çalışanlara kıyasla geri dönüştürme alışkanlıklarının daha sınırlı olduğu görülmüştür. Araştırma önerilerine göre bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, geri dönüşüm konusunda planlama yapacak kurumlara yardımcı olacaktır. Ayrıca çalışmada sahada kolay erişilebilir geri dönüşüm sistemlerinin bulunmasının geri dönüşüm açısından önemi de vurgulanmıştır.

Mahmud ve Osman (2010), Malezya'da rastgele seçilen 400 ortaokul öğrencisi ile yaptıkları bir çalışmada ortaokul öğrencileri arasında geri dönüşüm davranışının belirleyicilerini araştırmışlardır. Çalışma kapsamında elde edilen birincil verilerin analizinde doğrulayıcı faktör analizi ve yapısal eşitlik modellemesi kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre algılanan davranış kontrolü, geri dönüşüm niyetinin en önemli belirleyicisi olarak tespit edilmiştir. Ayrıca öznel normların geri dönüşüm niyetinin en önemli ikinci belirleyicisi olduğu belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre öznel normlar ve algılanan davranış kontrolü arttıkça, geri dönüşüm niyetinin arttığı ortaya konulmuştur. Araştırma önerilerine göre Malezya'daki okullarda öğrencilere çevreci davranışları aşılayacak durumlara odaklanılması gerektiği vurgulanmıştır. Ayrıca çalışmada geri dönüşüm

bilincinin insanlara çocuklukta aşılanması gerektiğinin de altını çizmişlerdir.

Yılmaz ve arkadaşları (2010), Türkiye'nin büyük illerinde (İstanbul, Ankara, İzmir vs.) bulunan 349 istatistik bölümü öğrencisi ile anket yapmışlardır. Bu çalışmada öğrencilerin geri dönüşüm ve enerji çeşitlerine yönelik tutumların çevresel davranışa etkisini ölçmeyi amaçlamışlardır. Anketlerden elde edilen verilerin analizinde yapısal eşitlik modellemesi kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre araştırma kapsamındaki öğrencilerin çevresel duyarsızlıklarında artış olması durumunda, öğrencilerin geri dönüşüme yönelik olumlu tutumlarında azalış beklenmektedir. Öğrencilerin geri dönüşüme yönelik olumlu tutumlarında artış olması senaryosunda ise yine öğrencilerin çevreci davranışlarında artış yaşanacağı belirlenmiştir. Çalışma sonunda eğitim seviyesi düşük bireylere yönelik olarak yapılacak bilgilendirmeler ile bireylerin geri dönüşüm davranışlarında olumlu gelişmeler sağlanabileceği vurgulanmıştır.

Bezzina ve Dimech (2011), rastgele seçilen 400 kişi ile telefon aracılığıyla veya online olarak yapılan anket çalışması aracılığıyla Malta'da yaşayan kişilerin geri dönüşüm davranışlarını araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre araştırma kapsamındaki bireylerin geri dönüşüme yönelik olumlu tutumlara, geri dönüşüm konusunda yüksek ahlaki yükümlülük algısına ve atıkları ayırmak için gereken stratejiler hakkında iyi bir bilgi birikimine sahip oldukları tespit edilmiştir. Ayrıca araştırma kapsamındaki tüketicilerin atıkları geri dönüşüm tesisine götürmek yerine, kapıdan kapıya toplama sistemini daha uygun buldukları belirlenmiştir. Tüketicilerin geri dönüşüme katılım oranını artırmak için istekli oldukları da ortaya konmuştur. Bu çalışmada araştırma kapsamındaki tüketicilerin, atıkların geri dönüştürülmediği durumlarda ortaya çıkacak potansiyel sorunların farkında oldukları da belirlenmiştir. Çalışma kapsamında, demografik değişkenlerin Malta sakinlerinin geri dönüşüm davranışı üzerinde etkili olmadığı tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda kapıdan kapıya atık toplama sistemine yönelik fayda-maliyet analizi içeren fizibilite çalışmaları yapılması tavsiye edilmiştir. Ayrıca kişilerin çocukluk çağında geri dönüşüm konusunda eğitilmesi de araştırma kapsamında önerilmiştir.

Wan ve arkadaşları (2012), Hong Kong'da 179 öğrenci ve 26 personel olmak üzere toplam 205 kişiyle yaptıkları anket çalışmasıyla üniversite öğrencilerinin ve personelinin geri dönüşüm tutum ve davranışlarını araştırmışlardır. Çalışmada anketlerden elde edilen birincil verilerin analizinde kısmi en küçük kareler yöntemi, varyans analizi ve t-testi kullanılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre geri dönüşümle ilgili davranışsal niyetin tutumdan, öznel normlardan, algılanan davranışsal kontrolden, farkındalıktan, ahlaki normlardan ve kolaylıktan etkilendiği tespit edilmiştir. Araştırma önerilerine göre geri dönüşüm faaliyetlerinin faydalarını, önemini ve geri

dönüşüm tesislerinin kullanımının rahatlığını vurgulayan eğitim ve tanıtım programlarının kampüste geri dönüşümü teşvik etmek için kullanılabileceği belirtilmiştir. Araştırmadaki üniversite kampüsüne daha fazla geri dönüşüm tesisinin sağlanması ile geri dönüşüm faaliyetlerinin daha kolay hale getirilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Ayrıca çalışma sonuçlarına göre öğrenciler dışında çoğunluğu idari veya akademik personel olan popülasyonlar ile de çalışma yapılması sonraki çalışmalara tavsiye edilmiştir.

Bakar (2013), Batı Karadeniz Bölgesinde yer alan bilim ve sanat merkezlerinde öğrenim gören 175 ortaokul öğrencisinin, plastik atıkların geri dönüşümüne yönelik tutumlarını bir anket çalışmasıyla belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışmada elde edilen birincil verilerin analizinde t-testi ve tek yönlü varyans analizi kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, araştırma kapsamındaki öğrencilerin plastik atıkların geri dönüşümü konusunda tutum puanlarının olumlu olduğu tespit edilmiştir. Araştırma kapsamındaki öğrencilerin çevreye karşı duyarlı oldukları fakat bu duyarlılığı geri dönüşüm kutusu kullanma davranışlarına yansıtmadıkları belirlenmiştir. Araştırma kapsamındaki kız öğrencilerin, erkek öğrencilerle karşılaştırıldığında çevresel sorunlara daha duyarlı oldukları ortaya konmuştur. Çalışma sonucunda, öğrencilerin çevreye yönelik bilinçlerinin artırılması amacıyla doğa gezileri düzenlenmesi tavsiye edilmiştir. Ayrıca çalışmada geri dönüşüm ile ilgili konuların okullarda müfredat kapsamına alınması da önerilmiştir.

Chan ve Bishop (2013), Avustralya Curtin Üniversitesi'nde elverişlilik ve kartopu örnekleme yöntemleri ile belirlenen 271 öğrenci ile yaptıkları çalışmada, ahlaki normların planlı davranış teorisini nasıl genişleteceğini araştırmayı amaçlamıştır. Çalışmada elde edilen verilerin analizinde doğrulayıcı faktör analizi ve yol analizinden yararlanılmıştır. Çalışma sonucunda, araştırma kapsamındaki öğrencilerin geri dönüşüm tutumları ile ahlaki normları arasında pozitif bir bağlantı bulunmuştur. Araştırmaya göre çalışmanın hedef kitlesi olan öğrenciler aynı zamanda sosyal baskıya da yatkın bir topluluktur. Bu nedenle sonraki çalışmalarda genel popülasyonu temsil eden ve heterojen populasyonlu çalışmalar yapılması tavsiye edilmiştir.

Thomas ve Sharp (2013), İngiltere'deki bireylerin geri dönüşüm davranışlarını incelemişlerdir. Araştırma kapsamında birçok insanın geri dönüşümün faydalarının farkında olmasına rağmen kendilerini geri dönüşümün bir parçası olarak görmediğini tespit etmişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre, geri dönüşüm için bireylere yeterli imkanları sağlamanın, geri dönüşüm oranını artırmada önemli bir rol oynadığı belirtilmiştir. Çalışmada çevredeki diğer insanların geri dönüşüm yaptığına dair sosyal baskının, insanların geri dönüşüm davranışını olumlu etkilediği ortaya

konulmuştur. Çalışma sonuçlarına göre, geri dönüşüm yapmayan insanlara yönelik neyin, nasıl, ne zaman ve neden geri dönüştürüleceğine dair bilgilendirmeler yapılmasının insanları geri dönüşüme teşvik edebileceği belirtilmiştir.

Byrne ve O'Regan (2014), İrlanda'da basit tesadüfi örnekleme ile belirlenen 509 kişiyle değişen evsel atık geri dönüşüm davranışlarını etkileyen faktörleri belirlemek amacı ile anket yapmışlardır. Anketlerden elde edilen verilerin analizinde frekans analizi, çapraz tablolama ve ki-kare analizleri kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre katılımcıların %43'ü geri dönüşüm şartları kendileri için daha uygun hale getirilirse daha fazla geri dönüşüm yapacaklarını ifade etmişlerdir. Ayrıca araştırma kapsamındaki çoğu insanın evlerinde geri dönüşüm yapmaya istekli olduğu tespit edilmiştir. Araştırmada kişilerin geri dönüşüm faaliyetlerinin, başkalarının eylemlerinden etkilenebileceğini belirtmişlerdir. Araştırma önerilerine göre atık toplama hizmetinden yararlanamayan hanelerin bu konudaki görüşlerini ve tutumlarını belirlemek için yeni çalışmalar yapılması gerektiği vurgulanmıştır. Araştırmada gençleri hedef alan çevre eğitiminin, çevre konularında farkındalık yaratmada etkili olabileceğini belirtmişlerdir.

Botetzagias ve arkadaşları (2015), demografik özelliklerinin ve ahlaki normların, geri dönüşüm niyeti ve geri dönüşüm davranışını açıklamak için planlı davranış teorisinin belirleyicileri olan tutum, öznel normlar ve algılanan davranış kontrolüyle nasıl etkileşime geçtiğini açıklamayı amaçlamışlardır. Çalışmada örnekleme yöntemi olarak basit tesadüfi ve kartopu örnekleme yöntemleri kullanılmıştır. Bu çalışmanın anket aşamasında Yunanistan'da üç üniversitenin akademik e-mail veri tabanları aracılığıyla 293 kişiye ulaşılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre demografik karakteristiklerin geri dönüşüm niyetini belirlemede çok zayıf ve önemsiz etkenler olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca ahlaki normların geri dönüşüm niyeti üzerinde, tutumlardan daha fazla bir etkisi olduğu belirlenmiştir. Araştırma kapsamında, geri dönüşüm davranışının en büyük belirleyicisinin algılanan davranış kontrolü olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda, Yunanistan'da geri dönüşüm faaliyeti tüm sosyo-demografik katmanlar tarafından uygulandığı için yaşlı, az eğitimli vb. vatandaşlara yönelik politikaların uygulanmasına gerek olmadığı vurgulanmıştır.

Kışoğlu ve Yıldırım (2015), İç Anadolu Bölgesinde yer alan bir üniversitenin eğitim fakültesinde öğrenim gören fen bilgisi, sosyal bilgiler ve sınıf öğretmenliği öğrencilerinin geri dönüşüme yönelik tutumlarını 149 kişilik bir anket çalışmasıyla araştırmışlardır. Bu çalışma kapsamında tarama modeli kullanılmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin katı atıkların geri dönüşümüne yönelik tutumlarının olumlu olduğu belirlenmiştir. Araştırma kapsamındaki kız öğrencilerin, erkek öğrencilerle karşılaştı-

rıldığında katı atıkların geri dönüşümü konusunda daha olumlu tutumlara sahip olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada öneri olarak, öğrencilerin öğrenim gördüğü bölümlerde çevre ile ilgili derslerin artırılması tavsiye edilmiştir. Çevre ile ilgili kuruluşların öğrencilere tanıtılması ve öğrencilerin bu kuruluşlara üye olmalarının teşvik edilmesi de getirilen öneriler arasındadır.

Tabernero ve arkadaşları (2015), İspanya'nın güneyinde yer alan Cordoba'da sistematik rastgele örnekleme yöntemi ile belirlenen 1.501 kişiyle yüz yüze yaptıkları anket çalışmasıyla çok düzeyli bir modelin geliştirilmesi yoluyla, geri dönüşüm oranını artırmaya yardımcı olan geri dönüşüm davranışı üzerinde etkili değişkenleri belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışma sonuçlarına göre geri dönüşüm hizmet kalitesi ile geri dönüşüm davranışı arasındaki ilişkinin nüfusu fazla olan yerlerde nüfusu az olan yerlere göre daha güçlü olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre araştırma kapsamındaki kadınların erkeklere göre, yaşlı kişilerin daha genç kişilere göre ve yüksek eğitim seviyesine sahip kişilerin daha az eğitim görmüş kişilere göre çevre dostu davranışlarının daha fazla olduğu belirlenmiştir. Ayrıca araştırma kapsamındaki kişilerden büyük şehirlerde yaşayanların, küçük veya orta büyüklükte şehirlerde yaşayanlara göre enerji tüketiminin daha fazla olduğu ortaya konmuştur. Çalışma önerilerine göre insanları çevreye duyarlı davranışlara teşvik etmek için uluslararası politikaların ve kampanyaların daha genç insanlara ve daha düşük eğitim düzeyine sahip bireylere yönelik yapılması gerektiği vurgulanmıştır. Çalışma sonunda atık yönetiminden sorumlu kamu kurumlarının çeşitli müdahalelerde bulunması tavsiye edilmiştir. Ayrıca çalışma sonunda, insanlara sunulan geri dönüşüm hizmetlerinin kalitesinin artırılması ve tüketici davranışlarının daha detaylı araştırılması da geri dönüşümü artırmak için tavsiye edilmiştir.

Üstündağlı ve Güzeloğlu (2015), kolayda örnekleme yöntemi kullanarak belirledikleri Ege Üniversitesi'nde öğrenim gören 539 lisans öğrencisi ile yüz yüze anket yapmışlardır. Bu araştırma kapsamında cinsiyet, tutum, satın alma davranışı ve farkındalıklara göre yeşil tüketici profil analizi yapmayı amaçlamışlardır. Araştırma kapsamındaki öğrencilerin yaklaşık %64'ünün yeşil farkındalığı yüksek olarak bulunmuştur. Araştırmada öğrenciler arasında katı atıkların ortadan kaldırılması için gerekli imkanların yetersiz olduğuna yönelik yaygın bir görüş tespit edilmiştir. Öğrenciler olabildiği kadar çevre dostu ürün satın alma tercihinde bulunduklarını ve geri dönüşüm yaptıklarını belirtmişlerdir. Araştırma kapsamındaki öğrencilerin fiyatının muadil ürünlerle aynı olması halinde çevre dostu ürünleri tercih ettiği tespit edilmiştir. Araştırma kapsamındaki kız öğrencilerin, erkek öğrencilerle karşılaştırıldığında tutumlarının daha olumlu olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonunda, sonraki çalışmalara öğrenciler dışındaki farklı gruplarla da çalışmalar yapılması tavsiye edilmiştir.

Jekria ve Daud (2016), Malezya'nın Selangor eyaletinde 143 kişiyle yaptıkları anket çalışmasıyla hanehalklarının geri dönüşüm davranışlarını belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırma verileri yapısal eşitlik modellemesi ve kısmi en küçük kareler analizi ile değerlendirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre kişilerin çevresel kaygılarının, tutumları ile olumlu yönde ilişkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca kişilerin sahip oldukları tutumun, geri dönüşüm davranışının önemli bir belirleyicisi olduğu ortaya konulmuştur. Malezya'da hanehalkının geri dönüşüme katılımının olmaması ve Malezya'daki atık toplamak için kullanılan ekipmanların yetersizliği araştırma bölgesindeki geri dönüşüm sistemindeki zorluklar olarak belirtilmiştir. Araştırma önerilerine göre Malezya'daki bireylerin algılanan davranışsal kontrolünü artırmak amacıyla geri dönüşüm sistemlerinin varlığına yönelik tanıtım çalışmalarının yapılması gerektiği belirtilmiştir.

Miliute-Plepienea ve arkadaşları (2016), Litvanya'da çok aşamalı tabakalı olasılıklı örnekleme yöntemi kullanılarak belirlenen 400 kişi ile anket çalışması yapmışlardır. Yapılan bu çalışmada geri dönüşüm sistemi gelişmekte olan Litvanya ve geri dönüşüm sistemi gelişmiş olan İsveç'te hanehalkı geri dönüşüm davranışlarının belirlenmesi ve iki ülke arasındaki farklılıklarının karşılaştırılması amaçlanmıştır. Çalışmada verilerin analizinde regresyon analizine dayalı sıralı probit model kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre sosyal normların Litvanya'da önemli olduğu tespit edilmiştir. Fakat geri dönüşüm sistemi gelişmiş İsveç'te sosyal normların öneminin azaldığı belirlenmiştir. Çevre konusunda endişeli kişilerin, hem İsveç'de hem de Litvanya'da geri dönüşüme daha yatkın olduğu tespit edilmiştir. Litvanya'da aile ve arkadaşların geri dönüşüm üzerindeki etkisinin İsveç'e göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Litvanya'da toplanan atıkların uygun olarak olarak ayrıştırıldığı ve geri dönüştürüldüğü konusunda halka güven aşılamak için medyanın kullanılması tavsiye edilmiştir.

Yılmaz ve Doğan (2016), tabakalı örnekleme yöntemi kullanılarak belirlenen ve Eskişehir Osmangazi Üniversitesi'nde öğrenim gören 350 öğrenci ile yapılan anket çalışması ile geri dönüşüm davranışının belirleyicilerini araştırmışlardır. Araştırma verileri yapısal eşitlik modellemesi kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre öğrencilerin geri dönüşüm davranışlarının, öğrencilerin önemsedikleri kişiler tarafından olumlu olarak etkilendiği belirlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin tutum, öznel norm ve algılanan davranış kontrollerindeki artışın geri dönüşüm niyetlerinde de artışa neden olacağı ortaya konulmuştur. Bunun yanı sıra öğrencilerin geri dönüşüm niyetlerindeki artışın, geri dönüşüm davranışlarında da artış yarattığı belirtilmiştir. Araştırma kapsamındaki öğrencilerin geri dönüşüm davranışı üzerindeki en önemli belirleyici ise öznel norm olarak bulunmuştur. Geri dönüşüm davranışı üzerinde en önemli

ikinci belirleyicinin tutum olduğu belirlenmiştir. Araştırma kapsamındaki kız öğrencilerin erkek öğrencilere göre geri dönüşüm konusunda daha duyarlı ve dikkatli olduğu tespit edilmiştir. Araştırma önerilerine göre mevcut geri dönüşüm kutularının sayısının ve çeşidinin artırılması gerektiğinin altı çizilmiştir. Geri dönüşüm davranışını artırmak amacı ile, geri dönüşüm kutularının görsel açıdan daha çekici hale getirilmesi gerektiği de bu çalışmada önemli görülmüştür. Kamu kurum ve kuruluşları tarafından düzenlenecek etkinlikler ile bireylere geri dönüşüm bilincinin aktarılmasının ve geri dönüşüm davranışlarının yaygınlaşmasının sağlanabileceği belirtilmiştir. Ayrıca araştırma sonunda, öğrenciler dışında ev hanımları vb. diğer toplum kesimlerine yönelik çalışmalar yapılması da tavsiye edilmiştir.

Bendak ve Attili (2017), rastgele seçilen 989 kişi ile yapılan anket çalışmasıyla Birleşik Arap Emirlikleri'ndeki tüketicilerin evsel atık geri dönüşümüne yönelik tutum ve davranışlarını araştırmışlardır. Araştırma sonucunda elde edilen verilerin analizinde tanımlayıcı istatistikler, t-testi ve Kruskal Wallis testi uygulanmıştır. Araştırma kapsamındaki tüketicilerin çevre kalitesinin giderek kötüleştiğinin farkında olmalarına ve geri dönüşümün önemini bilmelerine rağmen, yine de çok az kişinin geri dönüşüm yaptığı belirlenmiştir. Katılımcılar arasındaki geri dönüşüme yönelik olumlu algı ve tutumlar, geri dönüşüme yüksek düzeyde katılım anlamına gelmemektedir. Araştırma kapsamındaki katılımcıların %83'ünün kullandığı ürünlerin %10'undan daha azını geri dönüştürdüğü tespit edilmiştir. Bu sonuç araştırma kapsamındaki tüketicilerin çok azının geri dönüşüm yaptığını ortaya koymaktadır. Araştırma kapsamındaki tüketicilerin %73'ünün geri dönüşüm konusunda bilgi kaynağı olarak en çok interneti kullandıkları belirlenmiştir. İnterneti sırasıyla radyo ve televizyon kanalları, afiş ve broşür gibi basılı materyaller ve gazete makaleleri gibi diğer araçlar izlemektedir. Ayrıca, ankete katılanların neredeyse üçte ikisinin geri dönüşümü kendileri için uygun bulmadıkları tespit edilmiştir. Ayrıca araştırma kapsamındaki tüketicilerin yeterli kağıt geri dönüşüm kutusunun çevrelerinde mevcut olmadığını düşündükleri belirlenmiştir. Geri dönüşüm kutularına uzaklığın fazla olması ve yeterli geri dönüşüm kutusunun olmaması gibi nedenler tüketicilerin geri dönüşüm alışkanlıklarında olumsuz bir rol oynamaktadır. Tüketicilerin çoğunun, erişilebilir geri dönüşüm kutularının olması durumunda ve geri dönüşüm kutularına daha kısa mesafelerde ulaşabildikleri sürece geri dönüşüme istekli olabilecekleri belirlenmiştir. Araştırma kapsamında giysilerin, diğer tüm geri dönüştürülebilir ürünlere kıyasla daha yüksek bir geri dönüşüm oranına sahip olduğu tespit edilmiştir. Devlet ve sivil toplum kuruluşları tarafından geri dönüşüm konusunda bilgilendirme çalışmaları yapılması tavsiye edilmiştir. Zorunlu atık toplama yasalarının uygulanmasının ge-

rekliliği de vurgulanmıştır. Ayrıca belediyeler tarafından geri dönüşüm istatistiklerinin toplanması ve yayınlanması önerilmiştir.

Öztekin ve arkadaşları (2017), Türkiye'de iki büyük devlet üniversitesinin kampüsünde 564'ü öğrenci, 216'sı akademik personel ve 74'ü akademik olmayan personel olmak üzere toplam 863 kişi ile yaptıkları çalışmada geri dönüşüm davranışında cinsiyet farkını araştırmışlardır. Çalışmada verilerin analizinde tanımlayıcı istatistikler, t-testi ve yapısal eşitlik modellemesi kullanılmıştır. Araştırma kapsamındaki kadınların erkeklere göre daha olumlu tutumlar sergilediği belirlenmiştir. Ayrıca araştırma kapsamındaki kadınların geri dönüşüm niyetlerinin erkeklere göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Algılanan davranış kontrolünün geri dönüşüm niyetini açıklamada en önemli değişken olduğu ortaya konmuştur. Erkeklerin geri dönüşüm niyetinin açıklanmasında en etkili değişkenin geçmiş deneyim olduğu, kadınların geri dönüşüm niyetinin açıklanmasında en etkili değişkenin ise algılanan davranış kontrolü olduğu tespit edilmiştir. Çalışma önerilerine göre kadınlar için geri dönüşümün daha kolay ve uygun hale getirilmesi için önlemler alınması tavsiye edilmiştir.

Wan ve arkadaşları (2017), Hongkong'da rastgele belirlenen 246 kişi ile yapılan anket çalışması ile tutum ve öznel normların geri dönüşüm niyeti üzerine etkilerini araştırmışlardır. Regresyon analizi yapılan çalışmanın sonuçlarına göre, tutum ve öznel normun geri dönüşüm niyeti üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Çalışmada bireylerin çevreleri tarafından teşvik edilmeleri halinde geri dönüşüm davranışı sergileyebileceği belirtilmiştir. Çalışma sonunda kitle iletişim araçlarının bireylerin geri dönüşüm davranışlarının etkilenmesi konusunda kullanılması tavsiye edilmiştir. Ayrıca ünlülerin geri dönüşüm konusunda halkı ikna edici olabileceği belirtilmiştir.

Taş Divrik ve arkadaşları (2018), maksimum çeşitlilik örnekleme yöntemi kullanılarak belirlenen 1.035 meslek yüksekokulu öğrencisiyle yaptıkları yüz yüze anket çalışmasıyla öğrencilerin plastik atıklara yönelik geri dönüşüm tutumlarını belirlemeyi amaçlamışlardır. Anketlerden elde edilen birincil verilerin analizinde temel istatistiki analizlerin yanı sıra Mann Whitney U ve Kruskal Wallis testleri kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre öğrencilerin geri dönüşümün çevreye etkilerini bildikleri fakat bunu davranışlarına yansıtmadıkları tespit edilmiştir. Lise döneminde çevre ile ilgili dersler alan sayısal bölümü öğrencilerinin, eşit ağırlık ve sözel bölümü okumuş öğrencilerden daha olumlu tutumlar sergiledikleri ortaya konmuştur. Öğrencilerin çevre sorunlarını gözlemleyerek öğrenmeleri için gezi, film izleme, projeler gibi etkinliklerle derslerin uygulamalı bir hale getirilmesi tavsiye edilmiştir. Çalışma sonucunda, meslek yüksekokullarının bulunduğu bölgelerdeki kamu kuruluşları ve sivil toplum örgütleri ile birlikte yürütülecek çalışmalarla öğrencilerin tutumlarının iyileştirilmesi önerilmiştir.

Arı ve Yılmaz (2019), Eskişehir Osmangazi Üniversitesinde öğrenim gören 288 öğrenci ile yüz yüze yaptıkları anket çalışmasıyla buradaki öğrencilerin evsel atık ayrıştırma davranışlarını incelemişlerdir. Planlı davranış teorisi kullanılarak hazırlanan bu çalışmada, verilerin analizinde yapısal eşitlik modellemesi kullanılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, öğrencilerin evsel atıkları ayırma niyetlerinin artması halinde evsel atık ayırma davranışlarının da arttığı tespit edilmiştir. Araştırma kapsamındaki öğrencilerin, evsel atık ayırma niyetlerinin tutum ve öznel normlardan etkilendiği belirlenmiştir. Ayrıca araştırmadaki öğrencilerin geri dönüşüm programlarına katılım kararlarının sosyal baskıdan etkilendiği de ortaya konulmuştur. Araştırma kapsamındaki öğrencilerin algılanan davranış kontrolünün ise geri dönüşüm niyeti ve davranışı üzerinde etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Bunun yanında kız öğrencilerin evsel atık ayırma davranışlarına yönelik tutum, niyet ve davranışlarının erkek öğrencilerden daha yüksek olduğu, kız öğrencilerin erkek öğrencilere göre çevrelerinden daha çok etkilendikleri ve kız öğrencilerin hangi atıkların geri dönüşümünün yapılacağını daha iyi bildikleri tespit edilmiştir. Çalışma önerilerine göre ileride yapılacak çalışmalarda, bu çalışmada uygulanan modele ek olarak algılanan siyasi etkinlik ve ahlaki normlar gibi değişkenlerin eklenmesi de tavsiye edilmiştir. Bununla birlikte sonraki çalışmalarda hükümet politikaları ve tüketicilerin geri dönüşüm davranışları arasındaki korelasyonun araştırılması da önerilmiştir.

Cho (2019), Amerika Birleşik Devletleri'nde 434 kişiyle online olarak yaptığı anket çalışması ile üniversite öğrencilerinin geri dönüşüm konusundaki niyet ve davranışlarını araştırmıştır. Çalışmada toplanan verilerin analizinde doğrulayıcı faktör analizi ve yapısal eşitlik modellemesi uygulanmıştır. Sonuç olarak araştırma kapsamındaki öğrencilerin üniversitedeki geri dönüşüm politikalarına aşina oldukları belirlenmiştir. Bu araştırmadaki öğrencilerin suçlu ve utanmış hissettiklerinde daha çok geri dönüşüm yaptıkları ortaya konmuştur. Ayrıca çalışmada geri dönüşüme yönelik tutumun ve algılanan davranışsal kontrolünün öğrencilerin geri dönüşüm niyeti üzerinde olumlu etkisi tespit edilmiştir. Fakat öznel normun geri dönüşüm niyeti üzerindeki etkisi anlamlı bulunmamıştır. Algılanan davranışsal kontrol, geri dönüşüm niyetinin en güçlü belirleyicisi olarak belirlenmiştir. Gelecekte yapılacak çalışmalarda öznel norm ve geri dönüşüm davranışı arası ilişkinin daha detaylı araştırılması önerilmiştir.

Birsen (2020), Türkiye'de devlet ve vakıf üniversitelerinde öğrenim gören öğrencilerin geri dönüşüme yönelik tutum ve görüşlerini belirlemeyi ve öğrencilerin geri dönüşüm davranışlarını etkileyen faktörleri belirlemeyi amaçlamıştır. Ayrıca öğrencilerin geri dönüşüm davranışlarına yönelik algılarının üniversite türü ve cinsiyete göre nasıl farklılaştığı da irdelenmiştir. Çalışmada tarama modeli kullanılmıştır. Çalışmanın veri-

leri kolayda örnekleme yöntemi ile belirlenen 394 üniversite öğrencisi ile çevrimiçi anket aracılığıyla toplanmıştır. Çalışmada elde edilen verilerin analizinde bağımsız örneklem t-testi uygulanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, araştırma kapsamındaki üniversite öğrencilerinin geri dönüşüme yönelik algılarının, geri dönüşüm davranışı sonuçlarına yönelik görüşlerinin, öznel normlarının, algılanan beklentilerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca araştırma kapsamındaki üniversite öğrencilerinin geri dönüşüm davranışlarının sonucunun öneminin cinsiyete göre farklılık gösterdiği ortaya konmuştur. Bunun yanında geri dönüşüme yönelik beklentilerin öneminin üniversite türüne göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Araştırma önerilerine göre, öğrencilerin çevre ve sürdürülebilirlik konularında farkındalıklarının artırılmasına yönelik müfredat planlaması yapılması tavsiye edilmiştir.

Dinçol Özgür (2020), Türkiye'de yer alan bir devlet üniversitesinde öğrenim gören ve uygun örnekleme yöntemi ile belirlenen 310 öğrenci ile anket çalışması yapmıştır. Çalışmada öğrencilerin geri dönüşüme yönelik farkındalıklarının cinsiyetlerine ve çevre ile ilgili ders alma durumlarına göre incelenmesini amaçlamıştır. Çalışmada tarama modeli kullanılmıştır. Çalışmada elde edilen verilerin analizinde Mann-Whitney U Testi ve betimsel istatistiklerden yararlanılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre öğrencilerin geri dönüşüme yönelik farkındalıklarının yüksek olduğu tespit edilmiştir. Öğrencilerin geri dönüşüme yönelik farkındalıklarının incelenmesinde "doğal kaynakları korur" faktöründe erkek öğrencilerin kız öğrencilere göre faktör puanının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bunun dışında öğrencilerin geri dönüşüme yönelik farkındalıkları cinsiyete göre farklılık göstermemektedir. Ayrıca üniversitede çevre ile ilgili ders alan öğrencilerin geri dönüşüme yönelik farkındalıklarının daha yüksek olduğu ortaya konmuştur. Fakat öğrencilerin geri dönüşüme yönelik bilgi eksiklikleri olduğu da vurgulanmıştır. Araştırma önerilerine göre öğrencilerin tamamının öğrenim gördükleri bölümden bağımsız olarak çevre ile ilgili ders almasının sağlanması tavsiye edilmiştir. Ayrıca öğrencilerin düzenlenecek etkinlikler ile geri dönüşüme yönelik farkındalıkların artırılması önerilmiştir.

3. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma kapsamında uluslararası ve ulusal hakemli dergilerde yayınlanan otuzdan fazla kaynak incelenmiştir. Bu kaynaklardan, birincil veriler ile hazırlanmış 14 uluslararası ve 10 ulusal kaynağın literatür özetine yer verilmiştir. İlk olarak, tüketicilerin geri dönüşüm davranışları ile ilgili literatür incelendiğinde, ulusal ve uluslararası alanda tüketicilerin geri dönüşüm davranışlarını modelleyen çalışmaların sınırlı sayıda olduğu görülmüştür. Özellikle ulusal düzeyde, Türkiye'nin genelini ele alan geniş kapsamlı çalışmalara rastlanmamıştır. Dolayısıyla Türkiye'de tüke-

ticilerin geri dönüşüm davranışlarının belirlenmesine ve modellenmesine yönelik yapılacak olan çalışmaların literatürdeki önemli bir boşluğu doldurması öngörülmektedir. Çalışma kapsamında yapılan literatür incelemesi sonucunda elde edilen bilgilere göre; yapılan araştırmalarda kadın tüketicilerin erkek tüketicilere göre daha olumlu tutumlara sahip oldukları tespit edilmiştir. Buna göre erkeklerin geri dönüşüm konusundaki bilinç düzeylerini yükseltecek kamu spotları ve kampanyalar yapılması önerilmektedir. Literatür incelemesi sonucunda öğrencilere yönelik yapılan çalışmalarda ise kız öğrencilerin erkek öğrencilere göre katı atıkların geri dönüşümü konusunda daha olumlu tutumlara sahip olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle okullarda erkek öğrencilerin geri dönüşüm konusunda alışkanlık kazanmalarını sağlayacak faaliyetlere yer verilmesi önerisi geliştirilmiştir. Literatürdeki mevcut birincil veriler ile yapılan çalışmalarda örnekleme kolaylığı açısından çeşitli düzeylerde öğrencileri kapsayan çalışmalara ağırlık verildiği görülmektedir. Bu sebeple, geri dönüşüm davranışlarını daha iyi anlayabilmek amacı ile gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerdeki yetişkin tüketicilerin de kapsama alındığı çalışmaların sayısının artırılması önerilmektedir. Çalışmalarda genel olarak tüketicilerin geri dönüşüm konusunda duyarlı oldukları ve tutumlarının olumlu olduğu ortaya konmuştur. Ayrıca bazı çalışmalarda tüketicilerin geri dönüşüm konusunda çevresindeki insanlardan etkilendiği ve sosyal baskıya yatkın olduğu tespit edilmiştir. Geri dönüşüm davranışının artırılması için insan etkileşimlerinden yararlanılabilmektedir. Bu sebeplerle, tüm ülkelerin merkezi yönetimleri ve illerin yerel yönetimleri veya Sivil Toplum Kuruluşları tarafından geri dönüşüm kampanyalarının ve geri dönüşüm imkanlarının artırılması önemli görülmektedir.

KAYNAKÇA

Aadland, D. ve Caplan, A. J. (2006). Curbside recycling: Waste resource or waste of resources?. *Journal of Policy Analysis and Management*, 25, 855-874.

Abun, A. ve Aguot, F. (2017). Measuring environmental attitude and environmental behavior of senior high school students of DivineWord Colleges in Region I, Philippines. *Int. J. Educ. Res*. 1 (2), 33-69.

Ajayi, S.O. ve Oyedele, L.O. (2017). Policy imperatives for diverting construction waste from landfill: Experts' recommendations for UK policy expansion. *Journal of Cleaner Production* 147: 57–65.

Ara, S., Khatun, R., Uddin, M. S. (2021). Urbanization Challenge: Solid Waste Management in Sylhet City, Bangladesh. *International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology*, 2021Vol. 5, Issue 10, ISSN No. 2455-2143, Pages 20-28.

Arı, E. ve Yılmaz, V. (2019). Üniversite Öğrencilerinin Evsel Atık Ayırma Davranışlarının Planlı Davranış Teorisi Yardımıyla Araştırılması. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi* Cilt 9 Sayı 1.

Bakar, F. (2013). *Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerinin Plastik Atıkların Geri Dönüşümü ve Çevreye Etkileri Konusundaki Tutumlarının Belirlenmesi (Batı Karadeniz Bölgesi Örneklemi)*. Kastamonu Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. Kastamonu/Türkiye.

Bendak, S. ve Attili, AB. (2017). Consumers Attitude and Behavior Towards Domestic Waste Recycling in Developing Countries: A Case Study. *Adv Recycling Waste Manag* 2: 124.

Bezzina, F. H. ve Dimech, S. (2011). Investigating the determinants of recycling behaviour in Malta. *Management of Environmental Quality: An International Journal* Vol. 22 No. 4, 2011 pp. 463-485 © Emerald Group Publishing Limited 1477-7835.

Birsen, V. (2020). *Üniversite öğrencilerinin geri dönüşüm davranışlarına ilişkin görüş ve tutumlarının belirlenmesi.* Çağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Mersin/Türkiye.

Botetzagias, I., Dima, A., Malesios, C. (2015). Extending the Theory of Planned Behavior in the context of recycling: The role of moral norms and of demographic predictors. *Resources, Conservation and Recycling* 95 58–67.

Byrne, S. ve O'Regan, B. (2014). Attitudes and actions towards recycling behaviours in the Limerick, Ireland region*. Resources, Conservation and Recycling* 87 89–96.

Canatan, C. (2019). *Plastik ambalaj atıklarının geri kazanımı Aksaray ili örneği*. Yüksek lisans tezi, Aksaray Üniversitesi, Aksaray.

Casalo, L.V. ve Escario, J.J. (2018). Heterogeneity in the association between environmental attitudes and pro-environmental behavior: a multilevel regression approach. *J. Clean. Prod*. 175, 155-163.

Chan, L. ve Bishop, B. (2013). A moral basis for recycling: Extending the theory of planned Behavior. *Journal of Environmental Psychology* 36 96-102.

Cho, M. (2019). Campus sustainability An integrated model of college students' recycling behavior on campus. *International Journal of Sustainability in Higher Education* Vol. 20 No. 6, pp. 1042-1060 © Emerald Publishing Limited 1467-6370.

Davis, G., O'Callaghan, F., Knox, K. (2008). Sustainable attitudes and behaviours amongst a sample of non-academic staff A case study from an Information Services Department, Griffith University, Brisbane. *International Journal of Sustainability in Higher Education* Vol. 10 No. 2, 2009 pp. 136-151 © Emerald Group Publishing Limited 1467-6370.

Dinçol Özgür, S. (2020). Öğretmen adaylarının geri dönüşüm farkındalıklarının çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(3), 837-856.

Fang, W. T., Huang, M. H., Cheng, B. Y., Chiu, R. J., Chiang, Y. T., Hsu, C. W., Ng, E. (2021). Applying a Comprehensive Action Determination Model to Examine the Recycling Behavior of Taipei City Residents. *Sustainability*, 13(2), 490.

Fu, J. ve Geng, Y. (2019). Public participation, regulatory compliance and green development in China based on provincial panel data. *Journal of Cleaner Production*, 230, 1344–1353.

Hahladakis, J. N. ve Iacovidou, E. (2019). An overview of the challenges and trade-offs in closing the loop of post-consumer plastic waste (PCPW): Focus on recycling. *Journal of hazardous materials,* 380, 120887.

Jaiswal, J. (2020). A Conceptual Framework to Understand the Role of Anthropomorphism in Driving Circular Economy. *Academy of Marketing Studies Journal*, 24(1), 1-15.

Jekria, N. ve Daud, S. (2016). Environmental Concern and Recycling Behaviour. *Procedia Economics and Finance* 35 667 – 673.

Khan, F., Ahmed,W., Najmi, A. (2019). Understanding consumers' behavior intentions towards dealing with the plastic waste: perspective of a developing country. *Resour. Conserv. Recycl*. 142, 49-58.

Kışoğlu, M. ve Yıldırım, T. (2015). İlkokul ve ortaokullarda çevre eğitimi verecek olan öğretmen adaylarının katı atıklar ve geri dönüşüme yönelik tutumlarının farklı değişkenler açısından incelenmesi. *International Journal of Human Sciences*, 12(1), 1518-1536.

Kollmuss, A. ve Agyeman, J. (2002). Mind the gap: why do people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behavior?. *Environ Educ Res* 2002;8(3):239–60.

Mahmud, S. N. D. ve Osman, K. (2010). The determinants of recycling intention behavior among the Malaysian school students: an application of theory of planned Behavior. *Procedia Social and Behavioral Sciences* 9 119–124.

Miliute-Plepienea, J., Hagec, O., Plepysd, A., Reipase, A. (2016). What motivates households recycling behaviour in recycling schemes of different maturity? Lessons from Lithuania and Sweden. *Resources, Conservation and Recycling* 113 40–52.

Morris, J.D. (2017). New recycling facility will help divert waste from Sonoma County's Central Landfill. The Press Democrat, 12 May.

Oliver, J., Benjamin, S., Leonard, H. (2019). Recycling on vacation: Does pro-environmental behavior change when consumers travel?. *Journal of Global Scholars of Marketing Science*, 29(2), 266-280.

Oskamp, S. (1995). Applying social psychology to avoid ecological disaster. *Journal of Social Issues,* 51, 217-239.

Oskamp, S. (2000). A sustainable future for humanity? How can psychology help? American Psychologist, 55, 496-508.

Oudejans, L. (2017). Report on the 2016 US Environmental Protection Agency (EPA) International Decontamination Research and Development Conference. US Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA/600/R-17/174.

Öznur, A. K. ve Genç, A. T. (2018). Üniversite öğrencilerinin geri dönüşüm bilinci üzerine bir araştırma: Sakarya Üniversitesi Örneği. *Uluslararası Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 4(2).

Öztekin, C., Teksöz, G., Pamuk, S., Şahin, E., Kılıç, D. S. (2017). Gender perspective on the factors predicting recycling behavior: Implications from the theory of planned behavior. *Waste Management* 62 290–302.

Rousta, K. ve Dahlén, L. (2015). Source Separation of Household Waste: Technology and Social Aspects. In Resource Recovery to Approach Zero Municipal Waste; CRC Press: Boca Raton, FL, USA, pp. 61–76.

Roy, J. ve Pal, S. (2009). Lifestyles and climate change: Link awaiting activation. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 1, 192-200.

Ruiz, J.A. (1993). Recycling overview and growth. In H. Lund (Ed.), The McGraw-Hill recycling handbook (pp. 1.1-1.10). New York: McGraw-Hill.

Russell, S., Young, C., Unsworth, K., Robinson, C. (2017). Bringing habits and emotions into food waste behaviour. *Resour. Conserv. Recycl*. 125, 107-114.

Sarah, J. ve Binbol, N. L. (2020). Assessing Barriers To Household Waste Recycling: A Case Study Of Coventry University Postgraduate Students. *International Journal of Scientific and Research Publications*, Volume 10, Issue 1, January 2020.

Siwar, C., Hossain, A., Chamuri, N. (2000). Waste recycling and scavenging : review of concepts and practices for waste minimization in Malaysia. *Paper presented at Conference on Environmental Management Issues and Challenges in Malaysia*.

Smith, K. (2015). Report: L.A. County must expedite recycling to meet landfill reduction goals. *San Gabriel Valley Tribune*, 13 July.

Song, Q., Li, J., Zeng, X. (2015). Minimizing the increasing solid waste through zero waste strategy. *Journal of Cleaner Production*, 104, 199-210.

T.C Resmi Gazete (TCRG) (2019). Geri Kazanım Katılım Payına İlişkin Yönetmelik. (30995, 31 Aralık 2019). Erişim Adresi: https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/12/20191231M4-4.htmErişim Tarihi: 21.06.2021.

Tabernero, C., Hernandez, B., Cuadrado, E., Luque, B., Pereira, C. R. (2015). A multilevel perspective to explain recycling behaviour in Communities. *Journal of Environmental Management* 159 192-201.

Taş Divrik, M., Karakaş, H., Divrik, B. (2018). Meslek Yüksekokulu Öğrencilerinin Plastik Atıklar ve Geri Dönüşüme Yönelik Tutumları. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi* Cilt 21, Sayı 2, Sayfa: 448 – 470.

Thomas, C. ve Sharp, V. (2013). Understanding the normalisation of recycling behaviour and its implications for other pro-environmental behaviours: A review of social norms and recycling. *Resources, Conservation and Recycling* 79 11– 20.

Thondhlana, G. ve Hlatshwayo, T.N. (2018). Pro-environmental behaviour in student residences at Rhodes University, South Africa. *Sustainability* 10, 2746.

Üstündağlı, E. ve Güzeloğlu, E. (2015). Gençlerin Yeşil Tüketim Profili: Farkındalık, Tutum ve Davranış Pratiklerine Yönelik Analiz. *Global Media Journal TR Edition*, 5 (10).

Vlek, C. ve Steg, L. (2007). Human behavior and environmental sustainability: Problems, driving forces, and research topics. *Journal of Social Issues*, 63, 1-19.

Wan, C., Cheung, R., Shen, G. Q. (2012). Recycling attitude and behavior in university campus: a case study in Hong Kong. Facilities Vol. 30 No. 13/14, 2012 pp. 630-646 © *Emerald Group Publishing Limited* 0263-2772.

Wan, C., Shen, G. Q., Choi, S. (2017). Experiential and instrumental attitudes: Interaction effect of attitude and subjective norm on recycling intention. *Journal of Environmental Psychology* 50 69-79.

Whitmarsh, L. (2009). Behavioural responses to climate change: Asymmetry of intentions and impacts. *J. Environ. Psychol*. 29, 13–23.

Yılmaz, V. ve Doğan, M. (2016). Planlanmış Davranış Teorisi Kullanılarak Önerilen Bir Yapısal Eşitlik Modeli ile Geri Dönüşüm Davranışlarının Araştırılması. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* 191-205.

Yılmaz, V., Çelik, H. E., Arslan, M. S. T. (2010). Enerji Çeşitleri ve Geri Dönüşüme Karşı Tutumların Çevresel Davranışa Etkisi. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler* Cilt: 20, Sayı: 2, Sayfa: 323-342, Elazığ.

Bölüm 5

KARABÜK İLİNİN ETNOBOTANİK YAPISINA YÖNELİK DEĞERLENDİRMELER

Ufuk COŞGUN[1]
Öykü COŞGUN[2]

1 Doç. Dr., Karabük Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü, KARABÜK.
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-4738-6636 ufukcosgun@karabuk.edu.tr.
2 Ecz., Ege Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yük. Lis. Öğrencisi, İZMİR.
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-1243-8371. oykucosgunn@gmail.com

1- GİRİŞ

Etnobotanik ile ilgili tanımlamalar ve çalışmaların 19.yüzyıla dayandığı görülmektedir. Bu anlamda Amerikalı bilim insanı W. Harshberger tarafından ilk Etnobotanik içeriğinin tanımlama çalışmalarının olduğu görülmektedir. Bu yaklaşımın en basit ve doğal haliyle "insan-bitki ilişkisi" olarak ele alındığı görülmektedir. Etnobotanik içerikli çalışmalar; insanların yüzyıllardan buyana elde ettikleri bitkilerle insanların sağlıklarına etkide bulunma deneyimlerinin kullanılma biçimleridir. Bitkilerin yapılarında yer alan içerikler dikkate alınarak insanların yararına kullanılmasının yaygınlık kazanması Etnobotanik biliminin de zamanla gelişmesini sağlamıştır.

Etnobotanik çalışmalar bitkilerin tedavi amaçlı, gıda, baharat, boya, yakacak ve eşya olarak kullanımlarını, aynı zamanda hayvan yemi ve veteriner hekimlikteki kullanımlarını da kapsamaktadır (Kendir ve Güvenç, 2010). Kırsal kesim veya yerleşim yerlerine uzak bölgelerde, bitkiler etnobotanik açıdan çok önemlidir. İnsanlar bu bitkilerden değişik amaçlarla yararlanmaktadır. Etnobotanik amaçlı kullanım, bitkilerdeki gelişme ve çoğalmanın daha yüksek oranda olması nedeniyle doğaya pek zarar vermez. Ancak yüksek oranda doğadan toplanması ve buna bağlı olarak iç ve dış ticaretinin yapılması, doğal tahribatın oluşmasına neden olur. Aşırı miktarda doğadan elde edilen bu türlerin yok olma tehlikesi ile karşı karşıya kaldığı yani tehdit altına girdiği de görülmektedir (Coşkun, 2006).

Etnobotanik çalışmaların merkezindeki tıbbi ve aromatik bitkiler; gıda, ilaç, kozmetik ve baharat gibi birçok kullanım amaçları olan ve insanlık tarihinin başlangıcından itibaren benzeri amaçlarla kullanıldıkları bilinen bitkilerdir. Tıbbı ve aromatik bitkiler olarak etnobotanikte geniş yer alan bu bitkilerin bir kısmı yukarıda da değinildiği üzere doğadan toplanırken bir bölümü de kültüre edilmek yoluyla kullanılabilmektedir. Etnobotanik kapsamında yer alan bitkilerin en çok göze çarpan ve araştırmaya konu olan özellikleri tedavi amaçlı kullanımlarıdır. Bitkilerle tedavi; geleneksel tedavi, tamamlayıcı tedavi, doğal tedavi gibi farklı isimlerle, gelişmemiş ülkeler başta olmak üzere dünyanın birçok ülkesinde kullanılmaktadır.

Etnobotanik kapsamında bitkilerin tedavi edici amaçlarla kullanımı beraberinde bu bitkilerin ticaretini ve büyük bir ticaret hacmini de ortaya çıkarmıştır. Etnobotanik kapsamındaki tıbbi ve aromatik bitkilerin ticaretinde bu bitkilerin ağırlıklı olarak kurutularak ticaretinin gerçekleştirildiği görülmektedir. Bunula beraber özellikle uçucu yağlarından yararlanabilmek için taze olarak da ticarete konu olduğu görülmektedir. Dünya genelinde her yıl yaklaşık yarım milyon ton kurutulmuş tıbbi ve aromatik bitkinin uluslararası ticareti yapılmakta olup, yerel ve ulusal pazarlarda da miktarı tam olarak bilinmeyen önemli miktarda tıbbi ve aromatik bitki ticareti de bulunmaktadır (Acıbuca ve Budak, 2018).

Dünya genelinde 60 bin tür bitkinin tıbbi, beslenme ve aromatik amaçlı kullanıldığı ve sadece tıbbi amaçlı kullanım için ticareti yapılan türlerin yıllık ticaret değerinin 2,5 milyar ABD dolarının üzerinde olduğu tahmin edilmektedir (WHO, 2015). Dünyada en fazla tıbbi ve aromatik bitki ihracatı yapan ülkeler Çin, Hindistan, ABD, Güney Kore, Singapur ve Almanya'dır. Bitkisel droglar için başlıca ticaret merkezleri Hamburg (Almanya), New York (ABD), ve Osaka (Japonya)'dır. Hong-Kong, Çin drogları ve ginseng için ana ticaret merkezi konumundadır.

Yurdumuzda çeşitli bölgelerde yapılan etnobotanik çalışmalara göre; yöre halkı çevresinde yetişen doğal bitki türlerinin ortalama %10-12'sini çeşitli amaçlarla kullanmaktadır. Yenen doğal bitkilerimizin 104'ü endemik olmak üzere toplam 1.182 olduğu (Ertuğ, 2015), yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde ülkemizde en az 1.000 bitkiden tıbbi amaçla çeşitli şekillerde yararlanıldığı ve 400 kadarının da ticaretinin yapıldığı tahmin edilmektedir. (Arslan, 2017)

Türkiye; doğal bitki örtüsü bakımından Akdeniz, İran-Turan ve Avrupa-Sibirya, fitocoğrafik bölgeleri geçiş zonları üzerindedir. Dünyada üç farklı sıcak noktaya sahip nadir ülkelerden biri olan ülkemiz; Asya, Avrupa ve Afrika arasında geçiş bölgesinde olması, farklı abiyotik özelliklere sahip olması (Şekercioglu ve Ark. 2011) ve alan kullanım tarihi (Ambarlı ve Bilgin, 2014) nedeniyle biyolojik çeşitlilik açısından önemli bir coğrafyada yaşadığımızı göstermektedir. Ülkemizin biyolojik çeşitliliği denince özellikle bitki zenginliği ve endemik bitki türü sayısının çokluğu ön plana çıkmaktadır (Anonim, 2020). Türkiye'de tanımlanmış tohumlu bitki türü sayısı günümüzde 9.753 civarındadır. Tür ve tür altı takson sayısı ise 11.707'e ulaşmıştır. Yeni türlerin tanımlanması ile bu sayı her geçen gün artmaktadır. Aynı zamanda sahip olduğu taksonların %31,82 si (3.649) endemiktir. Endemizm oranının bu derecede yüksek olması Türkiye'yi damarlı bitkiler açısından ilginç kılmakta ve cazibe merkezi olma özelliğini sürdürmektedir (Anonim, 2019). Avrupa'daki tür sayısı 12.500 civarındadır.

Çalışmaya konu olan Karabük İl'inin yüzölçümü 4.145 km²'dir ve Karadeniz Bölgesi'nin Batı Karadeniz Bölümü'nde yer almaktadır. Kuzeyde Bartın, kuzeydoğu ve doğuda Kastamonu, güneydoğuda Çankırı, güneybatıda Bolu, batıda Zonguldak illeriyle komşudur. 2019 yılı Orman Genel Müdürlüğü (OGM) istatistiklerine göre Türkiye orman varlığı 22,7 milyon ha iken Karabük ili orman varlığı 278.830 ha.'dır. Orman varlığı; Türkiye'nin yüzölçümüne göre kapladığı alan açısından %71 oranı ile en zengin il'idir. Özellikle Yenice ormanları Türkiye'nin 122 önemli bitki alanlarından biridir, büyük ölçüde nemli orman topluluklarından oluşmaktadır. Küresel ölçekte tehlike altında türleri (3 Takson), Avrupa ölçeğinde tehlike altında türleri (3 Takson) ve Ulusal ölçekte Nadir türleri (8 Takson)

barındırmaktadır. Önemli Bitki Alanları (ÖBA) içinde iki bölüm; Kavaklı Tabiatı Koruma Alanı (334 ha) ve Çitdere Koruma alanları (721,5 ha) içerdiği zengin orman ekosistemleri nedeniyle koruma altına alınmıştır. WWF, 1999 yılında Avrupa Kıtası'nda bulunan zengin biyolojik çeşitliliğe sahip ve acil olarak korunması gereken ormanlık alanları belirlemiştir. Belirlenen bu ormanlara 'Avrupa'nın 100 Orman Sıcak Noktası' ismi verilmiştir. Türkiye'den bu listeye 9 orman sıcak noktası alınmıştır. Karabük-Yenice ormanları 9 sıcak noktadan bir tanesidir (Özhatay ve ark.,2005).

Zengin bitki örtüsüne sahip Karabük ilinde insan bitki ilişkileri ve yoğun yararlanma doğal gelişen bir süreçtir. Yöre insanları çevresindeki bu doğal yapıda yer alan bitkileri günlük yaşamlarının beslenme, geleneksel tedavi olma, alet olarak kullanma, gıda, kumaş/yün boyamada, ısınma ve barınma gibi her alanında kullanmaktadır.

Karabük'te yabani bitkilerden gıda ve ilaç olarak yararlanmak yaygın bir alışkanlıktır. Semt pazarlarında bu ürünlerin kök, yaprak, çiçek ve sürgünlerinin hem mevsimsel taze ve hem de kurutularak pazarlandığı görülmektedir. Karabük kırsalında daha yoğun görülen ve doğal ortamlarından toplanan sebze / meyve ve çiçekler merkez yerleşim de aktarlara, yerel marketlere ve semt pazarlarına, ayrıca büyük kentlerden gelen aracı tüccarlara satışa sunulmaktadır.

Karabük İli Yenice orman alanlarında saf ve karışık olarak yer alan ***Tillia tomentosa***, Ihlamur çiçeği üretimi de önemli bir yer tutmaktadır. Yörede yaklaşık olarak 12 ton/yıl civarında bir ıhlamur çiçeği üretim potansiyeli söz konusudur. Ancak yapılan üretimin, ıhlamur ağaçlarının vahşi bir şekilde budanması sürdürülemez bir yararlanma şeklidir. Bu önemli potansiyelin çeşitli pazarlama sorunları da söz konusudur.

Doğal ortamlarından kültüre alınarak yetiştirilen bir tür olan Safran (Crocus sativus) Safranbolu yöre ekonomisinde önemli rol oynamaktadır. Safran çiçeğinin tepecik kısmı (koyu kırmızı renkli stigması) yararlanılan bölümüdür. Gıda ve gıda sanayi, eczacılık ve boya endüstrisinde çok değerli bir üründür. Safranbolu bölgesi köylerinde üretimi yapılmaktadır. Bu türde yöre mutfağında (Safranlı pilav, helva, zerde, lokum), boyama endüstrisinde ve tıbbi bitki olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde en pahalı baharat konumundadır. 2021 yılı için kilogram satış fiyatı 30 bin TL'dir.



Şekil 1: Karabük Pazarlarında Satılan Yerli Sebze Tohumları

Yöre için diğer önemli bir nokta; kültüre alınmış yetiştiricilikte yerel tohumların/yumru ve soğanların kullanılmasıdır. Çoğu ATA tohumu özelliği taşıyan bu tohum kaynaklarının korunması ülkemiz tarımı için çok önemlidir, tanıtımı ve yaygınlaştırılması büyük önem taşımaktadır (Şekil 1). Yöreye özgü fasulye çeşitleri, domates çeşidi (Mania), Yaprak bezelye, Bamya, Kıvırcık maydanoz (Frenk Maydanoz) ve safran yumrusu bu ürünlerden öne çıkanlarıdır.

2- MATERYAL ve YÖNTEM

2.1 Materyal

Çalışma verileri; ülke ve Karabük ili genelindeki etnobotanik alanında yapılmış çalışmaların kaynak taraması, Karabük ili özelinde de yöre halkı ile doğa turizmine konu olan havza bazında yer alan köylerde odak grup toplantılarıyla, yöre pazarlarındaki üreticilerle yüz yüze görüşmelerden elde edilmiştir.

Türkiye ve Karabük ili florası ile ilgili yapılan çalışmalar değerlendirilmiştir. Bu bağlamda; Karabük ili florası ile ilgili çalışmalarda kayıtlı bitki türlerinin Türkiye Etnobotanik Veritabanı'nda karşılaştırmalı taranması sonucu oluşturulan tablolar sunulmuştur. Karabük ili ve yakın çevresindeki Karabük ili ve ilçelerinde pazarlar da pazarlanan ürünler taranmış, yöresel isimleri ve kullanım alanları ile ilgili bilgiler derlenmiştir. Yenice ilçesinde Yenice Belediyesi tarafından Ihlamur Terasta gerçekleştirilen Yenice'ye Eski Adet 1. Ekoturizm Çalıştayı programına katılımcı olarak davet edilen

ve geleneksel yemekleri ile birlikte Çalıştay'da satışa sundukları kooperatif/ bireysel üretimleri hakkında katılımcılarla yüz yüze görüşmeler yapılmış ürünlerin yöresel adları ve pişirme tarifleri hakkında bilgiler alınmıştır. Karabük ili Keltepe havzasında yer alan yöre köylüleri ile gerçekleştirilen odak grup çalışmalarıyla yararlanılan bitkiler yöresel adları ve kullanım şekillerine yönelik veriler elde edilmiştir.

2.2. Metod

Çalışmada Karabük yöresi için oluşturulmuş olan "Plants of Turkey" A4 birimi verileri, Karabük İli Yenice İlçesi Kavaklı ve Çitdere Tabiyatı Koruma Alanları için oluşturulmuş bitki sistematik verileri, yöre köylüleri ile gerçekleştirilen görüşmelerden elde edilen bilgiler derlenerek Etnobotanik veri tabanlarıyla karşılaştırılarak değerlendirmeler ve tablolar oluşturulmuştur.

3- BULGULAR

3.1. Türkiye Florası Veri tabanları

Türkiye Florası'nda yer alan bitkilere ait verileri daha etkin ve verimli yönetebilmek konusundaki çabalar daha çok bitki veritabanlarının oluşturulması şeklinde son yirmi yıl içerisinde artarak devam etmiştir. Ülkemizde bitki veritabanı çalışmalarının ilk adımları Babaç ve arkadaşları ile 1985 yılında hazırlanan "Elazığ Yöresinde Yayılış Gösteren Leguminosae Bitkileri Veritabanı", 1987 yılında hazırlanan "Malatya-Pötürge Yöresi Floristik Veritabanı" ve "Malatya Yöresinin Tıbbi ve Endüstriyel Bitkileri Veritabanı", 1988'de hazırlanan "Türkiye Leguminosae Bitkileri Veritabanı" ve 1995 yılında hazırlanan ilk büyük ulusal bitki veritabanı olan "TUBVET" şeklinde atılmıştır. 2002 yılında, 11 ciltlik "Türkiye ve Doğu Ege Adaları Florası"nda kayıtlı taksonların tamamını içeren bir veritabanı, bilimsel amaçlı ticari bir kaynağa dönüştürülerek, "Türkiye Florası 1.0" hazırlanmıştır. Hemen ardından bu çalışmadan hareketle "IZEF Herbaryumu 1.0" veritabanı ise görsel içerikli gerçek örnek verilerine uzaktan ulaşılabilen, Türkiye'nin ilk sanal herbaryumu olmuştur. 2010 yılında "Türkiye Florası 1.0" yazılımında yer alan taksonlara ve bunlara ait lokalite verilerine dayanılarak, "Türkiye Fitocoğrafya Haritası" adlı Türkiye'nin ilk sayısal fitocoğrafya haritası hazırlanmıştır. 2012 yılında "FFD Monografları Veritabanı", "Türkiye Tıbbi Bitkileri Bibliyografyası Veritabanı" ve "Türkiye'nin Etnofarmasötik Botanik Kullanımı Bulunan Bitkileri Veritabanı" tamamlanmıştır (Urhan ve ark.,2016)

3.2. Karabük Florası Üzerine Etnobotanik Çalışmalar

Zonguldak, Bartın, Sakarya, Karabük, Kocaeli illerini kapsayan Kuzeybatı Anadolu'da 67 bitki ve 8 hayvandan elde edilen 116 halk ilacı saptanmıştır (Kendir ve Güvenç, 2010). Daha güncel olarak; Karabük ilinde

73 katılımcıyla yapılan bir etnobotanik çalışmadan aşağıdaki verilere ulaşılmıştır (Urhan ve ark. 2016). Ek olarak sahadan elde edilen bilgiler ve gözlemlerde sonuç bölümünde vurgulanmıştır.

Tablo 1: Kuzeybatı Anadolu Yöresinde Etnobotanik Olarak Yararlanılan Bitkiler

Bitki Familyası/Türü/ Herbaryum numarası	**Yerel İsim**	**Kullanılan Kısım**	**Kullanım Amacı**	**Hazırlanış-Kullanılış Şekli**
Adoxaceae/Sambucus nigra L. /08KR04	Şehmelik	Yaprakları	Yara-inflamasyonlu yaralar için yara iyi edici	Isıtılarak yara üzerine uygulanır.
Anacardiaceae/Rhus coriaria L./ 05CR01	Tetre	Yaprakları	Boyar Bitki	Suda kaynatılıp yün kumaşlar renklendirilir.
Apiaceae/Petroselinum crispum (Mill.)/ 08KR02, 06TR01	Maydonoz	Toprak üstü kısımlar	Diüretik, Gıda	Taze yenerek tüketilir.
Boraginaceae/Trachystemon orientalis (L.) /06TR04, 08KP02, 08KR03	Marvovatan, Kabalak, Ispıt	Tüm kısımları	Gıda Bitkisi	Taze tüketilir.
Caryophyllaceae/Stellaria media (L.)/ 05CR07, 08BE05, 08KR05	Gazgursağı, Kazotu, Takıcak	Yaprakları	Gıda Bitkisi	Suda haşlanarak tüketilir.
Cupressaceae/Cupressus sempervirens (L.)/ 08KR06	Zelve	Meyveleri	Mantar enfeksiyonları	Meyveler bir gece boyunca ılık suda bekletirilir ve enfekte kısıma sürülür.
Hypericaceae/Hypericum perforatum (L.) 08BE09, 08KR07	Kanotu, Kantaronotu	Toprak üstü kısımları	Tıbbi bitki, İdrar yolu rahatsızlıklarında	İnfüzyonu çay olarak tüketilir. Yağı yaralara sürülür.
Lamiaceae/ Mentha piperita (L.)/ 06TR012, 05CR015, 08KP06, 08KR08, 06TR013	Nane	Yaprakları	Tıbbi bitki, Soğuk algınlığı, Solunum yolu rahatsızlıkları/ Gıda bitkisi	İnfüzyonu çay olarak tüketilir/Taze tüketilebilir ya da kurutulmuş yaprakları salata ve çorbalara eklenir.
Malvaceae/Tilia tomantosa(Moench)/08KR020	Ihlamur	Yaprak ve çiçekleri	Soğuk algınlığı	İnfüzyonu çay olarak tüketilir.

Orchidaceae/ Orchis sp./ 08KR010	Salep	Kök kısımları	Gıda bitkisi	Sıcak içeceği tüketilir.
Pinaceae/Pinus nigra J.F.Arnold subsp. pallasiana (Lamb.) Holmboe var. Pallasiana/ 08KR011	Kozalak	Kozalak	Bronşit	Dekoksiyonu çay ve pekmez olarak tüketilir.
Plantaginaceae/Plantago major L. Subsp. major/ 05CR019, 08KP07, 08KR012	Çındırçıt, Bağyaprağı, Damarlı ot, Sönüsek	Yaprakları	1.Enfeksiyonlu yaralar, akne, sivilce tedavisinde	1.Isıtılıp yara üstüne kullanılır.
			2.Sarılık	2.İnfüzyon çayı tüketilir.
			3.Bronşit	3.Dekoksiyonu çay olarak tüketilir.
Ranunculaceae/Ranunculus ficaria L. Subsp. ficariiformis Rouy & Foucaud/ 08KR013	Katırnalı	Yaprakları	Apse ve yaralar	Yapraklar direkt yaraya uygulanır.
Rosaceae/ Cerasus avium (L.) Moench/ 05CR023, 08KR014	Kiraz	Sap kısımları	Öksürük, İdrar yolu hastalıkları, Diüretik	Dekoksiyonu çay olarak tüketilir. Taze tüketilir
Rosaceae/Cydonia oblonga Mill. / 05CR025, 08KP010, 08KR015	Ayva	1.Meyve	1.Diyare	1.Haşlanır.
		2.Tohum	2.Hemoroit	2.Tohumlar sarımsakla beraber ılık suda bir hafta boyunca karanlıkta bekletilir. Anüse uygulanır.
				3. Reçel, marmelat
Rosaceae/ Rosa canina L. / 08KR016, 05CR028	Kuşburnu	Meyveleri	1.Hemoroit	1.Suda kaynatılır ve pekmezle kıvamı koyulaştırılıp tonik olarak tüketilir.
			2.Bronşit	2.Dekoksiyonu çay olarak tüketilir.
			3.Karın ağrısı	3.Reçeli tüketilir.
			4.Gıda bitkisi	4.Taze tüketilir.

Bitki Familyası/Türü/ Herbaryum numarası	**Yerel İsim**	**Kullanılan Kısım**	**Kullanım Amacı**	**Hazırlanış-Kullanılış Şekli**
Rosaceae/Rubus idaeus L. /08KR017	Diken kök	Meyveleri	Gıda bitkisi	Taze tüketilir.
Rosaceae/Rubus sanctus Schreb. / 08KR018	Böğürtlen	1.Yaprakları	1.1.Apse ve yaralar 1.2.Diyabet mellitus	1.1. Yapraklar çiğnenir ve yara bölgesine uygulanır.
		2.Meyveleri	2.Anemi	1.2.Dekoksiyonu çay olarak tüketilir.
				2.İnfüzyonu çay olarak tüketilir.

Santalaceae/ Viscum album L. Subsp. austriacum (Wiesb.) Vollman / 08KR09	Çampurçu, Öksüotu	Yaprakları	Hipertansiyon, Bronşit, Diyabet mellitus	Yapraklar küçük parçalar halinde kesilir. Dekoksiyonu günde 1-2 bardak içilir.
Smilacaceae/Smilax excelsa L. / 06TR019, 08KR019	Yabandikeni,	Yaprakları	Sivilce, cilt tahrişi	Isıtılıp cilt üstüne uygulanır.
Urticaceae / Urtica dioica L. Subsp. dioica / 06TR020, 05CR031, 08BE016, 08KR021	Isırgan	1.Yaprakları	1.1. Kanser, Bronşit, Jinekolojik rahatsızlıklar, Prostat	1.1.Dekoksiyonu çay olarak tüketilir.
		2.Toprak üstü kısımlar	1.2. Romatik ağrı	1.2.Yapraklar ağrılı bölgeye taze uygulanır.
		3. Tohumlar	2. Saç dökülmesi	2. Dekoksiyonu çay olarak tüketilir
			3. Kan temizleyici	3. Tohumlar bal veya pekmezle yutulur.
				4.Yapraklarından yemek yapılmaktadır.

Karabük ili florasında kayıtlı bitki türlerinin Türkiye Etnobotanik Veritabanı'nda karşılaştırmalı taranması sonucu oluşturulmuştur. Listelenmiş türler spesifik olarak Karabük ilinde etnobotanik olarak çalışılmamıştır. Türkiye genelinde bu türler farklı il veya bölgelerde çalışılmıştır.

Tablo 2: Karabük İli Florasında Yer Alan Etnobotanik Niteliği Olan Bitkiler Listesi

FAMİLYA	**BİTKİ İSMİ**	**FAMİLYA**	**BİTKİ İSMİ**
GYMNOSPERMAE **Pinaceae**	Pinus nigra	**Lythraceae**	Lythrum salicaria L
Cupressaceae	Juniperus oxycedrus subsp. oxycedrus	**Onagraceae**	Epilobium hirsutum L.
Taxaceae	Taxus baccata	**Onagraceae**	Epilobium parviflorum Schreb.
ANGIOSPERMAE **Dicotyledones** **Ranunculaceae**	Helleborus orientalis (Lam)	**Onagraceae**	Epilobium angustifolium L.
Ranunculaceae	Clematis vitalba (L.)	**Onagraceae**	Epilobium montanum L.
Ranunculaceae	Ranunculus brutius	**Crassulaceae**	Sempervivum armenum subsp. Armenum

FAMİLYA	BİTKİ İSMİ	FAMİLYA	BİTKİ İSMİ
Ranunculaceae	Ranunculus constantinopolitanus (DC.)	**Apiaceae**	Sanicula europaea L.
Ranuncuaceae	Ranunculus ficaria (L.) subsp. Ficariiformis (Rovy&Foucaud)	**Apiaceae**	Echinophora tenuifolia subsp. sibthorpiana (Guss.) Tutin
Berberidaceae	Berberis crataegiana DC.	**Apiaceae**	Chaerophyllum byzantinum Boiss.
Papaveraceae	Chelidonium majus (L.)	**Apiaceae**	Anthriscus nemorosa (M.Bieb.) Spreng.
Burassicaceae	Capsella bursa pastori (L.) Medik	**Apiaceae**	Sium sisarum var. Lancifolium (M.Bieb.) Thell.
Burassicaceae	Nasturtium officinale (R. BR.)	**Apiaceae**	Oenanthe pimpinelloides L.
Burassicaceae	Barbarea vulgaris(R. BR.)	**Apiaceae**	Conium maculatum L.
Burassicaceae	Cardamine uliginosa	**Apiaceae**	Falcaria vulgaris Bernh.
Resedaceae	Reseda lutea (L.) var. lutea	**Apiaceae**	Angelica sylvestris var. Sylvestris
Violaceae	Viola odorata	**Apiaceae**	Heracleum platytaenium Boiss
Violaseae	Viola sieheana	**Apiaceae**	Laser trilobum (L.) Borkh.
Caryophyllaceae	Cerastium chlorifolium	**Apiaceae**	Torilis arvensis subsp. arvensis
Caryophyllaceae	Silene italica (L.) Pers	**Araliaceae**	Hedera helix L.
Caryophyllaceae	Silene vulgaris var. Vulgaeis	**Cornaceae**	Cornus sanguinea subsp. australis (C.A.Mey.) Jáv.
Poligonaceae	Rumex acetosella (L.)	**Cornaceae**	Cornus mas L.
Poligonaceae	Rumex crispus (L.)	**Caprifoliaceae**	Sambucus ebulus L.
Poligonaceae	Rumex obtisifolius L. Subsp subalpinus (Shur) Celak	**Caprifoliaceae**	Sambucus nigra L.
Amarathaceae	Beta trigyna Waldest&Kit	**Caprifoliaceae**	Viburnum lantana L.
Amarathaceae	Chenopoidium album (L.) subsp. album var. Album	**Caprifoliaceae**	Dipsacus laciniatus L.

FAMİLYA	BİTKİ İSMİ	FAMİLYA	BİTKİ İSMİ
Hypericaceae	Hypericum linarioides	**Valerianaceae**	Valeriana alliariifolia Adams
Hypericaceae	Hypericum montbretii (Spach)	**Asteraceae**	Pulicaria dysenterica (L.) Bernh.
Hypericaceae	Hypericum orientale	**Asteraceae**	Helichrysum plicatum subsp. plicatum
Hypericaceae	Hypericum perforatum	**Asteraceae**	Solidago virgaurea subsp. virgaurea
Malvaceae	Malva neglata	**Asteraceae**	Bellis perennis L.
Linaceae	Linum flavum subsp. scabrinerve (P. H. Davis)	**Asteraceae**	Doronicum orientale Hoffm.
Linaceae	Linum aroanium (Boiss&Orph)	**Asteraceae**	Senecio vernalis Waldst. & Kit.
Linaceae	Linum tenuifolium	**Asteraceae**	Tussilago farfara L.

Geraniaceae	Geranium robetianum	**Asteraceae**	Petasites hybridus (L.) G.Gaertn., B.Mey. & Scherb.
Geraniaceae	Geranium asphodeloides subsp. asphodeloidea	**Asteraceae**	Anthemis cotula L.
Geraniaceae	Geranium pyrenacium	**Asteraceae**	Achillea biserrata M.Bieb.
Geraniaceae	Erodium cicutarium subsp. cicutarium	**Asteraceae**	Achillea millefolium subsp. millefolium
Oxalidaceae	Oxalis acetosella (L.)	**Asteraceae**	Achillea setacea Waldst. & Kit.
Zygophyllaceae	Tribulus terrastris (L.)	**Asteraceae**	Tanacetum parthenium (L.) Sch.Bip.
Simaroubaceae	Ailanthus altissima (Mill.)	**Asteraceae**	Tripleurospermum oreades var. Oreades
Aceraceae	Acer campestre subsp. campestre	**Asteraceae**	Artemisia absinthium L.
Rhamnaceae	Paliurus spina-christi (Mill.)	**Asteraceae**	Onopordum tauricum Willd.
Anacardiaceae	Rhus coriaria (L.)		Carduus acanthoides subsp. Acanthoides

FAMİLYA	**BİTKİ İSMİ**	**FAMİLYA**	**BİTKİ İSMİ**
Anacardiaceae	Pistacia atlantica	**Asteraceae**	Jurinea pontica Hausskn. & Freyn ex Hausskn.
Fabaceae	Cercis siliquastrum subsp. siliquastrum	**Asteraceae**	Centaurea solstitialis subsp. Solstitialis
Fabaceae	Genista tinctoria	**Asteraceae**	Carthamus dentatus (Forssk.) Vahl
Fabaceae	Galega officinalis	**Asteraceae**	Scolymus hispanicus L.
Fabaceae	Colutea cilicica	**Asteraceae**	Cichorium intybus L.
Fabaceae	Astragalus angustiflorus subsp. angustiflorus	**Asteraceae**	Leontodon hispidus subsp. hispidus
Fabaceae	Vicia sativa subsp. sativa	**Asteraceae**	Sonchus asper (L.) Hill
Fabaceae	Lathyrus pratensis L.	**Asteraceae**	Sonchus oleraceus L.
Fabaceae	Trifolium repens var. Repen	**Asteraceae**	Lactuca serriola L.
Fabaceae	Trifolium campestre Schreb.	**Asteraceae**	Lapsana communis subsp. intermedia (M.Bieb.) Hayek
Fabaceae	Trifolium pratense var. Pratense	**Asteraceae**	Taraxacum serotinum
Fabaceae	Melilotus officinalis (L.) Desr.	**Campanula**	*Campanula lyrata subsp. lyrata*
Rosaceae	Laurocerasus officinalis M.Roem.	**Campanula**	Campanula glomerata subsp. hispida (Witasek) Hayek
Rosaceae	Prunus x domestica L.	**Ericaceae**	Erica arborea L.
Rosaceae	Prunus divaricata var. Divaricata	**Ericaceae**	Vaccinium arctostaphylos L
Rosaceae	Cerasus avium (L.)	**Primulaceae**	Cyclamen coum subsp. coum
Rosaceae	Filipendula vulgaris Moench	**Primulaceae**	Lysimachia verticillaris Spreng
Rosaceae	Rubus idaeus L.	**Styracaceae**	Styrax officinalis L.
Rosaceae	Rubus sanctus Schreb.	**Oleaceae**	Ligustrum vulgare L.

Rosaceae	Rubus canescens var. Glabratus (Godr.) Davis & Meikle	**Oleaceae**	Phillyrea latifoli
Rosaceae	Potentilla argentea L.	**Apocynaceae**	Vincetoxicum canescens subsp. canescens
FAMİLYA	**BİTKİ İSMİ**	**FAMİLYA**	**BİTKİ İSMİ**
Rosaceae	Potentilla recta L.	**Gentianaceae**	Centaurium erythraea subsp. erythraea
Rosaceae	Fragaria vesca L.	**Gentianaceae**	Centaurium pulchellum (Sw.) Druce
Rosaceae	Geum urbanum L	**Convolvulaceae**	Convolvulus cantabrica L
Rosaceae	Alchemilla mollis (Buser) Rothm.	**Convolvulaceae**	Convolvulus arvensis L.
Rosaceae	Rosa pulverulenta M.Bieb.	**Convolvulaceae**	Calystegia sepium (L.) R.Br.
Rosaceae	Rosa canina	**Boraginaceae**	Asperugo procumbens L.
Rosaceae	Mespilus germanica L.	**Boraginaceae**	Cynoglossum officinale L.
Rosaceae	Cotoneaster nummularius Fisch. & C.A.Mey.	**Boraginaceae**	Buglossoides arvensis (L.) I. M. Johnst
Rosaceae	Pyracantha coccinea M.Roem.	**Boraginaceae**	Echium vulgare L.
Rosaceae	Crataegus pentagyna Waldst. & Kit. Ex Willd.	**Boraginaceae**	Cerinthe minor subsp. auriculata (Ten.) Domac
Rosaceae	Crataegus tanacetifolia (Poir.) Pers	**Boraginaceae**	Trachystemon orientalis (L.) G.Don
Rosaceae	Crataegus monogyna var. Monogyna	**Boraginaceae**	Nonea caspica G.Don
Rosaceae	Malus sylvestris subsp. orientalis (Uglitzk.) Browicz	**Boraginaceae**	Alkanna orientalis var. Orientalis
Rosaceae	Sorbus aucuparia L	**Solanaceae**	Atropa belladonna L
Rosaceae	Sorbus torminalis var. Torminalis	**Solanaceae**	Hyoscyamus niger L.
Rosaceae	Pyrus communis subsp. communis	**Santalaceae**	Viscum album L
Rosaceae	Pyrus amygdaliformis var. Lanceolata Diap.	**Buxaceae**	Buxus sempervirens L.
Rosaceae	Pyrus elaeagnifolia subsp. elaeagnifolia	**Phyllanthaceae**	Andrachne telephioides L.
Scrophulariaceae	Verbascum pyramidatum M.Bieb.	**Euphorbiaceae**	Euphorbia peplus var. Peplus
FAMİLYA	**BİTKİ İSMİ**	**FAMİLYA**	**BİTKİ İSMİ**
Scrophulariaceae	Verbascum georgicum Benth.	**Euphorbiaceae**	Euphorbia stricta L
Scrophulariaceae	Scrophularia umbrosa Dumort.	**Urticaceae**	Urtica dioica
Plantaginaceae	Digitalis ferruginea subsp. ferruginea	**Cannabaceae**	Celtis australis L.
Plantaginaceae	Digitalis lamarckii Ivanina	**Platanaceae**	Platanus orientalis L.
Plantaginaceae	Veronica gentianoides Vah	**Fagaceae**	Fagus orientalis Lipsky
Plantaginaceae	Veronica arvensis L.	**Fagaceae**	Quercus robur subsp. robur
Plantaginaceae	Globularia trichosantha	**Fagaceae**	Quercus pubescens Willd.

Plantaginaceae	Plantago major subsp. major	**Fagaceae**	Quercus ilex L.
Plantaginaceae	Plantago lanceolata L.	**Fagaceae**	Quercus coccifera L.
Orobanchaceae	Euphrasia pectinata Ten.	**Betulaceae**	Corylus avellana var. Avellana
Lamiaceae	Ajuga orientalis L.		Alnus glutinosa subsp. glutinosa
Lamiaceae	Ajuga chamaepitys subsp. chia (Schreb.) Arcang.		Salix caprea L.
Lamiaceae	Teucrium polium L.	**Salicaceae**	Populus tremula L.
Lamiaceae	Phlomis russeliana (Sims.) Lag. Ex Benth.	**Rubiaceae**	Cruciata taurica (Pall. Ex Willd.) Ehrend.
Lamiaceae	Lamium purpureum var. Purpureum	**Monokotideldon Smilacaceae**	Smilax excelsa L.
Lamiaceae	Sideritis montana subsp. montana	**Asparagaceae**	Ruscus hypoglossum L.
Lamiaceae	Stachys thirkei K.Koch		Ornithogalum oligophyllum E.D.Clarke
Lamiaceae	Stachys sylvatica L.		Muscari armeniacum Leichtlin ex Baker
Lamiaceae	Stachys annua subsp. annua	**Amaryllidaceae**	Allium scorodoprasum subsp. rotundum (L.) Stearn
Lamiaceae	Prunella vulgaris L.	**Iridaceae**	Crocus ancyrensis (Herb.) Maw

FAMİLYA	BİTKİ İSMİ	FAMİLYA	BİTKİ İSMİ
Lamiaceae	Prunella laciniata (L.) L.	**Iridaceae**	Crocus speciosus subsp. Speciosus
Lamiaceae	Origanum sipyleum L.	**Iridaceae**	Gladiolus italicus Mill.
Lamiaceae	Clinopodium vulgare subsp. vulgare	**Orchidaceae**	Cephalanthera rubra (L.) Rich.
Lamiaceae	Mentha longifolia subsp. longifolia	**Orchidaceae**	Limodorum abortivum (L.) Sw.
Lamiaceae	Lycopus europaeus L.	**Orchidaceae**	Anacamptis pyramidalis (L.) Rich
Lamiaceae	Salvia tomentosa Mill.	**Orchidaceae**	Orchis pallens L.
Lamiaceae	Salvia viridis L.	**Orchidaceae**	Orchis simia Lam.
Lamiaceae	Salvia hypargeia Fisch. & C.A.Mey.	**Orchidaceae**	Orchis purpurea Huds.
Lamiaceae	Salvia glutinosa L.	**Orchidaceae**	Orchis tridentata Scop.
		Juncaceae	Juncus inflexus L.
		Cyparaceae	Cyperus longus L.
		Poaceae	Agropyron cristatum subsp. pecti var. Pectinatum (M.Bieb.) Tzvele
		Poaceae	Secale cereale var. Cereale
		Poaceae	Hordeum bulbosum L.
		Poaceae	Poa bulbosa L.
		Poaceae	Phragmites australis (Cav.) Trin. Ex Steud.

4- TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Etnobotanik teriminin bilim dünyasına girmesiyle etnobotanik çalışmalarda yeni bir çığır açılmıştır ve konu, halk da dâhil olmak üzere artık çok geniş bir kesimin ilgisini çekmiştir. Konu hakkında çalışan her kesim bu bilim dalına yeni bir teknik ve bilgi katmıştır. Yapılan birçok çalışmadan sonra, 1993'te Yen, bu tanımı tekrar gözden geçirmiş ve tam olmasa da yeni bir etnobotanik tanımı ortaya koymuştur. Yen 1993'e göre etnobotanik, "bitkiler ve yerli halk arasındaki her türlü karşılıklı ilişkidir". Ancak bugün etnobotanik için geniş anlamda "evrim süreci içinde insan-bitki ilişkileri" denebilir. Daha spesifik olarak "bir yörede yaşayan halkın, yakın çevresinde bulunan bitkilerden çeşitli gereksinimlerini karşılamak üzere yararlanma bilgisi ve bitkiler üzerine etkileri" olarak tanımlanabilir.

Günümüzde sadece bitkilerin niçin kullanıldığı değil, aynı zamanda bitkilerin yetiştiği ortam şartlarının belirlenmesi konularına da odaklanmış olan etnobotanik terimi, sürekli tanımlanmaktadır ve tanımı üzerinde kesin bir fikir birliği yoktur. Etnobotaniğin ortaya çıkışında, çeşitli hastalıkların tedavi edilmesi amacıyla binlerce yıldan beri tıbbi bitkilerin kullanılması büyük rol oynamıştır. Eski çağlardan günümüze gelen etnobotanik kitapları veya belgeleri tıbbi bitkilerin kullanımı üzerinedir.

Hitit yazıtlarında, Mısır papirüslerinde, ilkçağlardan kalan kitaplarda hep tıbbi bitkilerin yerel adları ve kullanım şekilleri verilmiştir. Bitkilerden en çok gıda ve tedavi edici olarak yararlanılmakla beraber, yakıt, yapı malzemesi, süs eşyası yapımı, boyar madde ve büyü, nazar gibi inançsal amaçlı vb. kullanımlar da yaygındır (Kendir ve Güvenç, 2010).

Etnobotanik araştırmalar, deneme yanılma yoluyla edinilmiş ve uzun bir zaman süreci sonucunda nesilden nesile aktarılarak günümüze kadar ulaşan çok değerli bilgileri yansıtan içerikleri ile bitkilerin bilimsel olarak değerlendirilmelerine önemli katkıda bulunmaktadır.

Etnobotanik kapsamında yer alan tıbbi ve aromatik bitkilerden çay, kahve, baharatlar, haşhaş tohumu, sarımsak ve ilaç, parfüm ile böcek ilacı olarak yararlanılan bazı bitki bölümlerinin 2016 yılındaki Dünya ihracatı 26 milyar dolar olmuştur. Bu ürünlerin dünya ithalat hacmi ise 37 milyar dolar olarak gerçekleşmiştir. Ülkemiz bu ürünlerin dış satımından 2016 yılında 284 milyon dolar gelir elde etmiştir.

Ülkemizdeki kekik, defne yaprağı, kimyon gibi ürünler için önemli dış satım ülkesi konumundadır. Bu ürünler için 2016 yılı için gerçekleştirilen 114 milyon dolarlık dış satım geliri ile ilk sırada yer almıştır. Bu miktar ülkemiz toplam dış satım değerinin yaklaşık 1/3'üne denk gelmektedir (Acıbuca ve Budak, 2018).

Zengin bir kültürel mirasa sahip olan ülkemizin de etnobotanik açıdan oldukça kapsamlı bir bilgi hazinesi mevcuttur. Ancak, kırsal kesimden kentlere olan göçlere ve gelişen teknolojiye paralel olarak, yeni nesiller bu hazinenin değerini bilmemekte ve bu bilgiler kullanılmadığı için kaybolma riski taşımaktadır. Bu nedenle çok değerli bu bilgilerimizin bir an önce yazılı hale getirilme zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. Bu zorunluluk ülkemiz ekonomisi açısından da önemlidir.

Hangi bölgelerde hangi bitkilerden yararlanılabileceğinin tespiti, ancak etnobotanik çalışmalar ışığında belirlenebilecektir ve böylece halktan alınan bilgiler halkın ekonomisine katkı sağlaması için geri dönecektir. (Uzun ve Uzun, 2014).

Bu kapsam da Batı Karadeniz Bölgesi'nde Düzce de yapılan bir etnobotanik çalışmasında; semt pazarlarında satılan bitkilerden 30 tanesinin yabani, 18 tanesinin kültür bitkisi olmak üzere 25 familyaya ait toplam 48 bitki taksonu teşhis edilmiştir. Kullanımı olan taksonlardan en fazla türe sahip ilk 3 familya; Rosaceae (10 tür), Brassicaceae (6 tür) ve Apiaceae (4 tür) familyalarıdır. Kullanım amaçlarına göre bitki taksonlarından 24 tanesi gıda amaçlı çiğ veya pişirilerek, 6 tanesi tıbbi amaçla, 8 tanesi reçel yapımında, 4 tanesi kuruyemiş olarak, 3 tanesi baharat olarak, 3 tanesi turşu yapımında, 2 tanesi çay olarak ve 1 tanesi de sirke yapımında kullanılmak üzere satılmaktadır. Bu bitki taksonlarına ait 65 farklı yöresel isim kaydedilmiştir (Özvatan ve ark., 2020).

Güneydoğu Anadolu bölgesinde 2001–2003 yılları arasında Harput'da (Elâzığ) yapılan floristik çalışmalar sırasında etnobotanik kullanımı tespit edilen bazı bitkilerin yöresel isimleri ve halk tarafından, boya elde etme de gıda, tedavi ve değişik amaçlı kullanımları verilmiştir (Çakılcıoğlu ve ark. 2007). Vural ve ark. (1997), Çiçekdağı (Kırşehir) ve çevresinin etnobotanik özellikleri adlı çalışmalarında 58 bitki türünün yerel adları ve etnobotanik özelliklerini vermişlerdir.

Bağcı (2000) "Aladağlar (Yahyalı, Kayseri) ve çevresinin etnobotanik özellikleri adlı çalışmalarında 38 bitki türünün yerel adlarını ve etnobotanik özelliklerini vermişlerdir. Eşen (2008)'in çalışmasında; Aydınlar köyü ve çevresinde (erdemli / mersin) etnobotanik özelliği taşıyan çoğunlukla doğal olarak yetişen ve yöre halkı tarafından ilaç gıda, hayvan yemi, el sanatları vb. amaçlar için kullanılan 40 familyaya ait 93 tür tespit edilmiştir.

Karabük merkez ve ilçe pazarlarında mevsimine göre doğal ortamlarından toplanmış ve kültüre alınarak yetiştirilmiş bitkisel ürünler değerlendirilmektedir. Yetiştiriciliğin yanı sıra bu ürünleri daha çok kadınların toplayarak pazarladığı görülmektedir (Şekil 2).



Şekil 2: Karabük İli Semt pazarlarında yer alan etnobotanik özelliğe sahip bitkiler.

Meyve Grubu ürünler; Ahududu (*Rubus idaeus* L. subsp. *İdaeus,* Rosaceae), Böğürtlen (*Rubus* spp. Rosaceae), Dut (*Morus alba* L. Moraceae), Alıç (*Crateagus* spp. *Crataegus orientalis* subsp. *Orientalis*, Rosaceae), İğde (*Elaeagnus angustifolia* L. Elaeagnaceae), Üvez çeşitleri (*Sorbus* spp.), Göksulu armudu (*Pyrus communis* L. Rosaceae), Ahlat (*Pyrus elaeagnifolia* Pall., Rosaceae), Ayva (*Cydonia oblonga* Mill. Rosaceae), Dağ çileği (*Fragaria vesca* L. Rosaceae), Laz Kirazı (*Laurocerasus officinalis*

L. Rosaceae), Çavuş Üzümü ve yaprağı (*Vitis vinifera* L. Vitaceae), Muşmula (*Mespilus germanica* L. Rosaceae), Kızılcık (*Cornus mas* L. Cornaceae), İncir (*Ficus carica* L. Moraceae), Fındık (*Corylus avellana* L. Betulaceae), Ceviz (*Juglans regia* L. Juglandaceae),

Çay Grubu Ürünler; bu gruptaki ürünler hem çay olarak tüketilen bitkiler; **Ihlamur** (*Tilia* spp. Malvales), **Kuşburnu** (*Rosa canina* L. Rosaceae), **Kuşdili** (*Rosmarinus officinalis* L Lamiaceae), **Oğulotu** (Melisa officinalis subsp. Officinalis, Lamiaceae), **Adaçayı, Şalba** (*Salvia* spp. Lamiaceae., *Sideritis* spp. Lamiaceae), **Kurutulmuş Koyungözü papatya** (*Bellis perennis* L., Asteraceae), **Salep/orkide yumrusu** (*Orchidaceae* spp, *Phalaenopsis* spp.), **Safran çiçeği** (*Crocus sativus* L. Iridaceae.), Kekik (*Origanum* spp. Lamiaceae, *Thymu*s spp. Lamiaceae,).

Sebze Grubu Ürünler; Ispıt (Kaldirik- *Trachystemon orientalis* (L.) G.Don Boraginaceae), **Yemlik** (*Tragopogon reticulatus* Boiss. & A.Huet, Compositae), **Hindiba** (*Cichorium intybus* L. Asteraceae), **Karahindiba** (Taraxacum sp. Asteraceae), **Yabani kuşkonmaz** (*Asparagus acutifolius* L. Asparagaceae), **Madımak** (Çoban ekmeği-*Polygonum cognatum* Meissn. Polygonaceae), Isırgan (*Urtica* spp. Urticaceae), **Yabani nane** (*Mentha* spp. Lamiaceae), **Kaba fesleğen** (*Clinopodium grandiflorum* Lamiaceae), **Yabani fesleğen** (*Clinopodium vulgare* subsp. *Vulgare*, Lamiaceae), **Pazı** (*Beta vulgaris* L. Amaranthaceae), **Kara lahana** (*Brassica oleracea* L. *var. acephala* Brassicaceae), **Mısır** (*Zea mays* L. Poaceae), **Semiz otu** (*Portulaca oleracea* L. Portulacaceae,), **Teke sakalı** (*Tropogon angustifolium* L. Asteraceae), **Labada** (*Rumex obtusifolius* L., Polygonaceae), **Ekşikulak** (*Rumex conglomeratus* Murr., Polygonaceae), **Ebe gümeci** (Kuş ekmeği-*Malva sylvestris* L. Malvaceae), **Taş Anasonu** (*Pimpinella saxifraga* L., Apiaceae), **Çitlenbik** (*Pistacia terebinthus* L., Anacardiaceae), **Kartopu** (*Viburnum lantana* L. Caprifoliaceae), **Kudret Narı** (*Momordica charantia* L. Cucurbitaceae), **Gülhatmi** (Althaea spp. Malvaceae), **Pelin Otu-Yavşan** (*Artemisia absinthium* L. Asteraceae), şeklindedir. Pişirilerek veya çiğ halde salatasının yapılması şeklinde veya kurutularak doğal yabani sebzeler/meyve ve bunların çiçeklerinden oluşan ürün yelpazesi yöre insanının ekonomisinde ve geleneksel yemek kültüründe önemli bir paya sahiptir.

Sağlık Amaçlı Tüketilen Bitkiler; Sarı Kantaron (*Hypericum perforatum* L.Hypericaceae), **Kudret Narı** (*Momordica charantia* L. Cucurbitaceae), **Gülhatmi** (Althaea spp. Malvaceae), **Pelin Otu-Yavşan** (*Artemisia absinthium* L. Asteraceae), **Acı Dölek Otu** (Eşek Hıyarı- *Ecballium elaterium* (L.) A. Rich Cucurbitaceae), **Ihlamur** (*Tilia* spp. Malvales), **Kuşburnu** (*Rosa canina* L. Rosaceae), **Kuşdili** (*Rosmarinus officinalis* L Lamiaceae), **Oğulotu** (Melisa officinalis subsp. Officinalis, Lamiaceae), **Adaçayı, Şalba** (*Salvia* spp. Lamiaceae., *Sideritis* spp. Lamiaceae), **Ku-**

rutulmuş Koyungözü papatya (*Bellis perennis* L., Asteraceae), **Safran çiçeği** (*Crocus sativus* L. Iridaceae.), **Kekik** (*Origanum* spp. Lamiaceae, *Thymu*s spp. Lamiaceae,), Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) kozalakları kaynatılarak pekmez olarak tüketilmektedir.

Bazı orman ağacı türlerinin odun ve dallarından yararlanarak, el sanatlarıyla yapılan ürünlerde pazarlarda alıcı bulmaktadır. Şimşir (*Buxus sempervirens*-Buxaceae), Porsuk (*Taxus baccata* Taxaceae), Kızılağaç (*Alnus glutinosa* Betulaceae), Gürgen (*Carpinus betulus*-Betulaceae) ve Akçaağaç (*Acer campestre* Aceraceae) odun ve dallarından kaşık, oklava, sepet, baston ve hediyelik eşyalar yapılmaktadır.

Orman içi ve dağ köylerinde zehirli olmayan mantar türleri toplanması ve yemek yapımında kullanımı yaygın bir lezzet alışkanlığıdır. Tamamen doğal ortamlarından toplanan Mantar çeşitleri (Kanlıca, Göbele, Sümüklüce, Tellice, Karagöcen, İçi kızıl, Çivi başı, Saçak, Geyik, Ebişke, Sarıkız, Kayın mantarı, Cincile, Ciğer mantarı) pazara sunulmaktadır. Haşlanarak /yağ ile kavurulup pişirilerek, börek iç malzemesi olarak ve çorba yapımında kullanımı mevcuttur.

Karabük İli çevre köylerinden gelerek semt pazarlarında; doğal alanlardan toplayarak veya bahçesinde kültüre alarak yetiştirdiği ürünleri pazarlayan köylülerle ile yapılan görüşmelerde bazı bitkilerin ilaç olarak kullanıldığı ifade edilmiştir.

a. Kış aylarının yörede sert geçmesi nedeniyle özellikle bitki çayları olarak kullanılan ıhlamur, kuşburnu, ayva ve kızılcık türleri soğuk algınlığına karşı ilaç olarak,

b. Kurutulmuş Koyungözü papatyaları yalancı akasya çiçekleri ile birlikte kaynatılarak ağrılara, soğuk algınlıklarına karşı,

c. Sarı Kantaron; demetler halinde kuru/yaş olarak ve yağ olarak pazara sunulmaktadır. Sarı kantaron çiçekleri sürgünü ile birlikte Haziran-temmuz aylarında toplanıp zeytinyağı içerisinde bekletilerek elde edilen karışımın yaralara kullanıldığı kurutulmuş çiçeklerin karın sancısına karşı kaynatılıp içilmesi şeklinde,

d. Benzer şekilde Kudret narı bitkisinin meyveleri yağ içerisinde bekletilerek elde edilen macunun ülser gibi mide hastalıklarına karşı,

e. Gök sulu armudu yöreye özgü bir armut çeşididir. Taze meyve veya dilimler halinde kurutularak hoşaflık olarak ve pekmezi yapılarak tüketildiği gibi bu meyveden elde edilen lapanın gece yanığına (Zona rahatsızlıklarına) karşı hassas bölgeye sürülerek, (BAKKA, 2021).

f. Dut meyvelerinden yapılan pekmezinde ağız yaralarında ve boğaz ağrılarına karşı,

g. Yine özellikle son yıllarda taze küçük Karaçam kozalaklarının kaynatılarak elde edildiği pekmez, boğaz enfeksiyonlarına karşı,

h. Yabani kuşkonmaz, taze Smilax L. (Smilacaceae) sürgünleri ve Ispıt sürgünlerinin hem pişirilerek geleneksel yemek olarak hem de şifa için (Ödem attırıcı, vücuttaki iltihaplara soğuk algınlığına iyi geldiği) sevilerek tüketildiği,

i. Halk tababeti olarak adlandırılan ve bitki kökenli ev ilaçlarından bazıları şöyledir; sarılığa iyi geldiğini düşündükleri Acı Dölek otu (Eşek hıyarı) kaynatılarak içirilmektedir, karın sancısı için ise kaynatılan Pelin otu ile yılan burçağı çayı çıbanlar için kırkdan otu kaynatılıp posası sürülmektedir.

j. Öksürük için ıhlamur çiçeği ile servi kozalağının kaynatılarak içirilmekte ve göz iltihaplarında (itdirseği- Arpacık) sarımsak suyu sürülmektedir. Karın ağrılarında kekik demlenerek içilmesi (BAKKA, 2015).

şeklinde kullanıldığı belirtilmiştir.

Viscum album L. Ssp. album (Loranthaceae) Bitki halk arasında artrit, spondilit, başağrısı gibi iltihaplı hastalıkların tedavisinde kullanıldığı, Tilia spp. Ihlamur halk arasında yaygın bir şekilde çay halinde soğuk algınlığı tedavisinde ve terletici olarak, Taxus baccata L. Romatizma, astım, bronşit gibi rahatsızlıkların tedavisinde bitki yapraklarından antienflamatuvar etkiyle yararlanıldığı ve Cistus laurifolius L. Bitkinin yaprakları kaynatılarak içerisinde banyo alındığında ve ağrıyan yerlere sarıldığında romatizma ve bel fıtığında etkili olduğu bilinmektedir (Yeşilada, 2006).

Yöreye özgü doğal bitki ve doğal ortamlarından toplanmış mantar çeşitleri ile yapılan yemeklerde yöre turizminde önemli fark yaratmaktadır.

a) -Çavuş üzümünün yaprağından yapılan kaburga üzerinde etli yaprak sarması,

b) Cevizli karışık yöre otları yemekleri (Ispıt kavurması, cevizli mezesi, semiz otu, madımak)

c) -Mancar (kara lahana) kavurma (yumurta ile kahvaltıya yapılan bir yemek), dolması,

d) -Yabani kuşkonmaz haşlaması, sütlü yumurtalı kahvaltılık,

e) -Yeşil soğan (Tatar) yumurtalı kavurması,

f) -Arpa göcesi çorbası, mısır göcesi çorbası, sütlü keşkek (buğday yarması) çorbası,

g) -Safranlı nişasta helvası, Safranlı zerde, Safranlı lokum,

h) -Sultani Bakla tatlısı (Yenice yöresi),

i) -Cevizli yaprak helvası (SafranTad)

j) -Üryani erik (yöre çeşidi erik) galiyesi

k) -Kiren (Kızılcık) karlaması,

l) -Etli ayva

m) -Yöre otları ile yapılan bir pide çeşidi olan Bükme (Pazı, ıspanak), gözleme saç böreği)

n) -doğadan toplanan mantar çeşitleriyle çorba, börek ve kavurmalar (yumurtalı vs.)

yöre insanının asırlardır yöre bitkileriyle ve mantar çeşitleriyle yaptığı lezzetli bir yolculuktur.

Bölge ve yöre düzeyinde orman alanlarından odun dışı bitkisel ürünlerden, mantarlardan çeşitli şekillerde ve düzeylerde yararlanıldığı görülmektedir. Bu yararlanmalara yönelik olarak bazı bitki türlerinin "Hedef Etnobotanik Türler" olarak seçilerek ıslah edilmelerinin sağlanması önemlidir. Yine bazı türlerin coğrafi işaretlerinin alınması önemlidir. Bu kapsamda; Safranbolu safranı, Safranbolu lokumu coğrafi işaret almış ürünlerdir. Karabük/Safranbolu maniye domatesi, Karabük/Eskipazar fasulyesi, Karabük yöresel üzüm çeşitleri ile gök sulu armudu gibi birkaç ürünün daha hızla coğrafi işaret kazanabilmesi için başvuruların yapılması gerekmektedir. Yörenin gastronomi turizmi için de ayrıca önemlidir. Odun dışı orman ürünlerinden; ahududu, böğürtlen ve kuşburnunun hızla ıslahının gerçekleştirilmesi, ıhlamur üretiminin vahşi budama teknikleriyle üretiminin düzenlenmesi gerekli görülmektedir. Karabük ili ve ilçelerindeki etnobotanik ürünleri ve bunlardan yararlanma (yukarıda belirtilen) şekilleri geliştirilerek standartlaştırılmalı ve her yıl gerçekleştirilen Altın Safran Uluslararası Film Festivalinde tanıtımının ve yaygınlaştırılmasının sağlanmasına önem verilmelidir. Etnobotanik çalışmalar Karabük ili için oldukça önemli görülmelidir. Çünkü yöre biyolojik çeşitlilik açısından son derece zengin bir alana sahiptir. Karabük ormanlarının turizm potansiyeli ile bu özelliğinin de birleştirilmesi yöreyi daha hassas ve kırılgan aynı zamanda da önemli kılmaktadır.

Kaynakça

Acıbuca, V., Budak, D. B., 2018. Dünya'da ve Türkiye'de Tıbbı ve Aromatik Bitkilerin Yeri ve Önemi, Çukurova Tarım Gıda Bilimleri Dergisi, 33(1): 37-44, Adana.

Ambarlı, D., Bilgin, C. 2014. Effects of landscape, land use and vegetation on bird community composition and diversity in Inner Anatolian steppes. Agriculture, Ecosystems& Environment 182:37–46

Anonim, 2019. Türkiye'nin Biyolojik Çeşitliliği, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar genel Müdürlüğü, Ankara

Anonim, 2020. Orman ve Biyolojik Çeşitlilik, Doğa Koruma merkezi, Ankara,

Arslan, N., 2017. Tıbbi Bitkilerin Yetiştiriciliğine ve Pazarlamasına Genel Bir Bakış, Erzincan Tıbbi Aromatik Bitkiler Arama Çalıştayı, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi,

Bağcı, Y. 2000. Aladağlar (Yahyalı/Kayseri) ve Çevresinin Etnobotanik Özellikleri Ot Sistematik Botanik Dergisi

BAKKA, 2015. Batı Karadeniz Kalkınma Ajansı, 81 İlde Şehir ve Kültür Karabük,

BAKKA, 2021. Batı Karadeniz Kalkınma Ajansı, Keltepe Dağ Planlama Raporu,

Bellikci Koyu E., 2020. Türkiye'nin Etnobotanik Veritabanı, Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü,

Çakılcıoğlu, U., Türkoğlu, İ., Kürşat, M., 2007. Harput (Elâzığ) Çevresisin Etnobotanik Özellikleri, Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları;

Coşkun, M. 2006. Tıbbi Bitkilerin Tabiattan Toplanması Yerine Kültürünün Yapılmasının Önemi, XVI. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı, Erzurum,

Eşen, B., 2008. Aydınlar Köyü ve Çevresinin (Erdemli / Mersin) Etnobotanik Özellikleri, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Ens. Yük. Lisans Tezi

Gülen, Ö., 1995. Çitdere Bölgesi Kriptogram Florasına Katkı İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi A 45 (1)

Kendir, G.,ve Güvenç, A., 2010. "Etnobotanik ve Türkiye'de Yapılmış Etnobotanik Çalışmalara Genel Bir Bakış", Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi, c. 30, s. 1, ss.49-80, Ankara,

Özhatay, N., Byfıeld, A., Atay, S., 2005. Türkiye'nin 122 Önemli Bitki Alanı, WWF, Türkiye, İstanbul,

Özvatan, B., Çakır E., A., Kutlu L., 2020. Düzce İl Merkezi Semt Pazarlarındaki Bitkilerin Etnobotanik Açıdan İncelenmesi (Karadeniz Bölgesi, Türkiye) Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 8 (2020) 962-973

Şekercioğlu, Ç., Anderson, S., Akçay, E., Bilgin, R., Can, Ö., E., Semiz, G., Tavşanoğlu, Ç., Yokeş, MB., Soyumert, A., İpekdal, K., Sağlam, İK., Yücel, M., Dalfes. H., N., 2011. Turkey's globally important biodiversity in crisis. Biol Conserv 144:2752–2769.

Topçu, G., 2017. Türkiye'de Tıbbi ve Aromatik Bitkiler (Tab) Üzerine Yapılan Bilimsel Araştırmaların Değerlendirilmesi, Erzincan Tıbbi Aromatik Bitkiler Arama Çalıştayı,

Uzun A., Uzun Palapaş S., 2014. Etnobotanik Çalışmalarda İzlenecek Yöntemler ve Uygulanacak Kurallar, KSÜ Orman Fakültesi, https://om.ksu.edu.tr/ erişim tarihi; 12.04.2020,

Urhan Y., Ege M. A., Öztürk B., Elgin Cebe G., 2016. Türkiye Gıda Bitkileri Veritabanı, Ankara Eczacılık Fakültesi Dergisi: 40 ,

Vural, M., Karaalioğulları, F., Polat, H. 1997. Çiçekdağı (Kırşehir) Etnobotanik Özellikleri Ot Sistematik Botanik Dergisi 4(1): 117-214s.

Yen, D., E., 1993. The Origins of Subsistence Agriculture in Oceania and the Potantial for Future Tropical food Crops, Vol. 47, No: 1, Jan-Mar, 1993,pp: 3-14; Springer, Economic Botany, Botanical Garden Press, New York.

Yeşilada, E.,2006. Türk Halk İlaçları Üzerinde Etnofarmakolojik Araştırmalar, XVI. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı, s:61-74 Erzurum.

WHO, 2015. Connecting Global Priorities: Biodiversity And Human Health: A State Of Knowledge Review, ISBN 9789241508537.

Bölüm 6

BAL ARILARINDA (*APİS MELLİFERA* L.) VİBROAKUSTİK İLETİŞİM

Gonca ÖZMEN ÖZBAKIR[1]

1 Dr. Öğr. Üyesi; Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye. e-mail:gozmenozbakr@harran.edu.tr , ORCID: 0000-0003-1695-4012

1. Giriş

Bal arıları; *Hymenoptera* takımının, *Apidae* familyası içerinde *Apis mellifera* tür ismi ile dünyanın hemen her yerinde ekonomik ve ekolojik olarak yetiştiriciliği yapılan sosyal böceklerdir. Bal arısı ailesinde; yuva içinde ve dışında farklı yaş gruplarına tanımlanmış çeşitli görevleri yerine getiren kalabalık işçi arı grubu, koloni bütünlüğü ve devamlılığını yumurtlayarak ve feromonlarıyla sağlayan ana arı, erkek arılar ile bunların yavru formları bulunmaktadır. Koloni bir bütün olarak düşünüldüğünde yaşamsal faaliyetlerin devam ettirilmesinde tüm bireyler arasındaki iletişim ve koordinasyonun anlaşılmaya çalışılması, ekonomik olarak sağlıklı kolonilerin idare edilmesinde ve polinasyon servislerinde önem taşımaktadır. Sosyal organizasyonları ile bal arılarında iletişim; hem bilim insanları hem de yetiştiriciler için geçmişten günümüze ilgi odağı ve araştırma konusu olmuştur.

Bal arısı kolonisini oluşturan tüm bireyler; yavru-ergin, dişi kastlar, erkek-dişi bireyler ve farklı koloni bireyleri arasındaki iletişim; fiziksel ve kimyasal iletişim olarak iki ana başlıkta değerlendirilmektedir. Feromonlar, tüm bireyler özellikle ana arı ve işçi arılar arasındaki etkileşimin önemli bir bileşenidir ve hem fizyolojik hem de davranışsal yanıtlar ile bal arısı kolonisinde kimyasal iletişim aracıdır. Fiziksel iletişim ise sesler ve titreşimleri içermektedir. Geçmişten günümüze bal arısı kolonisinde besin toplama faaliyetlerinin önemli bir faktörü olan arı dansına eşlik eden, ana arının ürettiği, oğul verme, savunma ve çeşitli davranışlarda işçi arıların ürettiği sesler ve titreşimler bal arıları arasında bir 'konuşma dili' olasılığı ile sosyal davranışların koordinasyonu arasındaki ilişkilerin ortaya konması, bu ilginin odak noktası olarak görülmektedir. Çalışma kapsamında; bal arılarının bu ses ve titreşimleri nasıl ürettiği, algıladığı, algılanan sesin nasıl bir davranışsal yanıt oluşturduğu, koloni yaşamı içerisindeki rolü derlenmiştir.

2. Bal Arısında İşitme Duyusu ve Ses Üretme

Bal arıları arasındaki iletişim denildiğinde ilk akla gelen 'arı dansı' Avusturyalı bir bilim adamı Karl von Frisch gözlemleri sonucu ortaya konmuş bir davranıştır. Besin arayan işçi arıların değerli bir besin kaynağından yuvaya döndükten sonra, besin kaynağının yönü ve uzaklığı ile vücut hareketlerinin ilişkili olması 'dans dili' ya da 'arı dili' gibi ifadelerin ileri sürülmesine sebep olmuştur. Arı dansında besin kaynağı güneşin azimut açısına göre yön, yerçekimine göre sallanma koşunun yönü ile gösterilmektedir. Arı dansının yuvada karanlık bir ortamda yapılması nedeniyle dansı takip eden işçi arılara bilginin aktarılma yolları arasında görsel algılamadan daha çok antenleme (dokunsal) ve sesler aracılığı ile olduğu düşünülmüştür. Bugüne kadar yapılan araştırmalar, gelişmekte olan gözlem ve

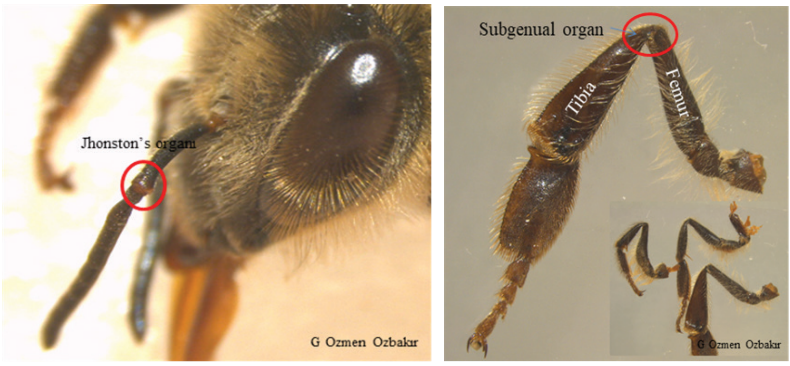
kayıt yöntemleri tek bir kolonideki yüzlerce bireyi koordine eden iletişim süreçleri içerisinde arı dansı, konunun yalnızca bir kısmını oluşturmaktadır (1-3).

Maddesel ortamda titreşim oluşturan bir kaynaktan bu titreşimlerin dalgalar halinde ilerlemesi sonucu oluşan basınç değişimleri ses olarak tanımlanmaktadır. Ses oluşturan herhangi bir kaynağın bir saniye sürecindeki titreşim sayısına ise frekans denir, birimi de hertzdir (Hz). Hayvan seslerinin üretimi, iletimi ve alımı ile ilgilenen bilim dalı ise biyoakustik olarak adlandırılmaktadır.

İşitme duygusu uzun bir süre havadaki sesin, özellikle temsil ettiği ses basınç dalgalarının algılanmasıyla sınırlandırılmış, bu nedenle sadece ses basıncı alıcıları, "kulak zarları" olan veya benzeri zarlarla donatılmış hayvanlara atfedilmiştir. Önceleri bal arısı antenlerinde bulunan gözenekli plaka organlarının kulak zarı yerine kemoreseptörler olduğu açıklandıktan sonra havadan gelen sesleri duymadıkları ifade edilmiştir. Ancak daha sonra özellikle arı dansındaki hareketler yanında sesin de bilgi iletiminde önemli bir rolü olduğu belirlenmiştir. Dans eden işçi arı kanatlarını 200-300 Hz frekansta ve yaklaşık 1 m/s tepe hızında titreştirerek kanat yüzeylerinde yaklaşık 1 Pa ses basıncına neden olmaktadır. Titreşen kanatlar bir dipol yayıcı görevi görerek kanatların üst ve alt yüzeylerindeki ses basınçları tamamen faz dışıdır ve büyük basınç gradyanları dans eden arının abdomenine yakın, salınan hava akımları oluşturmaktadır. Ses üretimi sırasında substrat kaynaklı titreşimler indüklenmemekte bu nedenle, arıların danstan bilgi elde etmek için yakın alan sesini bir şekilde algılamaları gerekmektedir. Arı dansı sırasında dansçı, kanatlarını titreştirirken karnını sallar, böylece çeşitli sesler ve hava akımları üretir. Buna ek olarak sıcaklık, koku, dokunsal temas ve petek titreşimi gibi diğer sinyallerin de takipçilerin dansçıyı bulmasına, ona yönelmesine ve onu takip etmesine yardımcı olduğu ileri sürülmüştür. Sallanma dansları, petek üzerindeki açık gözlerde kapalı gözllere göre daha sık meydana gelir ve açık gözlerdeki danslar, aktif olmayan potansiyel tarlacıları daha güçlü bir şekilde çeker, bu da substrat özelliklerinin sinyal iletiminin bir bileşeni olduğunu göstermektedir. Bal arılarının dans dilindeki diğer bir akustik sinyal de takipçiler tarafından üretilir ve yalvarma-durdurma sinyali (*begging-stop signal*) olarak isimlendirilmiştir. Kısa bir gıcırtı sesi olan yalvarma sinyali, dansçının dansını kesmesine neden olarak, takipçinin dansçıdan besin numunesi almak için yaklaşmasına olanak sağlar. Kanatlar vasıtasıyla üretilen 320 Hz'lik yalvarma sinyalleri, 1,5 µm'ye kadar pik-pik yer değiştirme genlikleri ile peteği titretir (2-10).

Bal arıları, hava-parçacık hareketlerini anten sapında bulunan kordotonal bir organ olan Johnston's organı aracılığıyla algılayabilmektedir (Şekil 1). Kordotonal organlar, kaba motor hareketlerden sese kadar değ-

şen uyaranlara yanıt veren, bir sesin mekanik titreşimlerini alarak beyne iletilen sinirsel uyarılara dönüştürmektedir (5, 7, 8).



Şekil 1. Antende Jhonston's organı, bacakta subgenual organ konumu (Fotoğraf: Gonca Özmen Özbakır)

Bal arılarının antenlerinde bulunan Johnston's organı, titreşime duyarlı bir duyusal hücreler topluluğudur. Antenin ikinci segmentinde (*pedicel*) bulunurlar ve her biri uç segmentin (*flagellum*) dakika hareketini algılar. Anten kamçısı 20 nm'ye kadar hareketi algılayabilir ve 265-350 Hz'lik düşük yoğunluklu uyaranlara duyarlıdır. Johnston's organı, bir kase şeklinde dizilmiş 300'den fazla sinir hücresinden (*skolopidia*) oluşur. Mekanik titreşimleri beyne iletilen sinir uyarılarına dönüştürürler. Ayrıca, Johnston's organı nöronları, "arı dansı" sesi de dahil olmak üzere akustik uyaranların hem frekansını hem de zamansal bilgilerini koruma yeteneğine sahiptir. Şaşırtıcı bir şekilde, Johnston's organı nöronları tepkisinin yaşa bağlı olduğu belirlenmiş, bu da dans iletişiminin sadece tarlacılar arasında mümkün olduğunu göstermiştir (11).

Sesler ve titreşimler kesin sınırlarla birbirinden ayrılamadığı için genel olarak 'vibroakustik' terimi ile kapsanmıştır. Havadaki sesleri duyabildiği belirlenen bal arıları için yüzey titreşimleri, vibroakustik modalite olarak baskındır. Titreşimler ve sesler; termitler, sosyal yaban arıları, karıncalarda da koloni içi iletişimde önemli rol oynamaktadır. Havadaki ses sinyallerine ek olarak, substrat kaynaklı titreşim sinyalleri ise bacaklardaki subgenual organlar tarafından algılanır. Subgenual organlar, her bacağın tibiasında, femur-tibia ekleminin hemen distalinde bulunan kordotonal organlardır (Şekil 1). Her subgenual organ bir hemolenf kanalında asılıdır. Bacaklar yoluyla alınan substrat titreşimleri (ses), merkezi sinir sistemine iletilen sinir uyarılarına dönüştürülmektedir. Sosyal böceklerde vibroakustik sinyal üretim yöntemleri arasında genel olarak stridülasyon, kaba vücut hareketleri, kanat hareketleri, kanat hareketleri olmaksızın yüksek frekanslı kas kasılmaları ve rezonans substratlar üzerinde alt çeneleri kazıma veya

vücut parçalarına vurma yer alır (12,13).

Bal arıları ses üretmek için göğüs kaslarını kullanmakta, göğüs titreşimlerinin sese dönüşmesi için de kanatların önemli rolü bulunmaktadır. Kanatlarını hareket ettirmek için bu kasları kullanmalarına rağmen, ısı ve akustik sinyaller üretmek için kanatlarını ayırabilirler. Sesler ritmik torasik salınımlar tarafından üretilir. Bu, dolaylı bir kanat mekanizmasının yardımıyla oluşturulan kanat hareketleri için de geçerlidir (ön kanatların yukarı ve aşağı vuruşları, toraksın ritmik salınımlarından kaynaklanır). Bununla birlikte, göğüsün salınım frekansı, varsayılan sinyal üretimi sırasında, uçuş sırasında olduğundan genellikle önemli ölçüde daha yüksektir. Artan kas kasılması, göğüsün sertleşmesine ve dolayısıyla daha yüksek salınım frekanslarına yol açar. Böylece bir "ses"in temel frekansı, sinyalle birlikte kanatları açıp kapatarak arılar tarafından kolaylıkla modüle edilebilir. Göğüs titreşimlerinin substrata iletildiği mekanizma, bal arılarında en çok ana arı ve işçi arı boru sesi (*piping*) sırasında belirgindir. Burada sinyaller, titreşen göğüs ve petek arasındaki yakın temas yoluyla doğrudan iletilir. İlerleyen ses dalgalarının hem basınç hem de parçacık hareketi bileşenleri vardır. Ses dalgalarının frekansı perde olarak duyulur; daha yüksek bir dalga frekansı daha yüksek bir perde oluşturur. Bal arıları, 10 Hz'den 1000 Hz'e kadar birçok titreşim ve ses frekansı üretir. Şimdiye kadar, yaklaşık 500 Hz'e kadar olan ses frekanslarını tespit edebildikleri gösterilmiştir (3,14,15).

3. Koloni Yaşamında Titreşimler ve Sesler

İnsan kulağı ile duyulabilen ve vızıltı olarak isimlendirilen bal arılarına ait seslerin faklılaşabildiği arıcılar tarafından iyi bilinmektedir. Oğul verme sürecinde, havalandırma yapan, saldırganlık gösteren, besin toplayan ve çok çeşitli durumlarda bal arılarının farklı sesleri ayırt edilebilmektedir.

Ana arının ürettiği sinyaller

Ana arı yetiştirme ve oğul verme süreci diğer tüm durumlar içerisinde kolooninin devamlılığı bakımından hayati öneme sahiptir. Koloni içi iletişimde ana arının iki farklı ses ürettiği bildirilmiştir. Yüksüğünden yeni çıkmış ana arının belirgin ve ayırt edilebilir sesi varlığını koloniye ve rakip ana arılara duyurması olarak açıklanmıştır. Bu sinyal oğul verme sürecinde de genç (çiftleşmemiş) ana arılar tarafından üretilmektedir. Oğul verme hazırlığında kolonide çok sayıda ana arı yüksüğü inşa edilir, ilk oğul koloninin mevcut yaşlı ana arısı ile yuvayı terkeder. Oğul verme sürecinde yeni yetiştirilen genç ana arılar yüksüklerinden çıkış yaptığında ikinci veya sonraki oğullar koloniden ayrılabilmektedir. İlk oğulun ayrılmasından 7-11 gün sonra, takip eden oğulun ayrılmasından hemen önce genç ana arı tarafından üretilen ses, kovan dışından duyulabilecek bir sestir. Genç ana arıdan yayılan bu ses (*tooting*) hem genlik hem de frekansta bir ilk artışla

birlikte yaklaşık 1 saniye süreli bir veya iki darbe ile başlar. Bu ilk uzun darbeleri, yaklaşık 0.25 saniye süreli değişken sayıda kısa darbeler takip eder. Temel frekans, yüksükten çıkış gününde yaklaşık 400 Hz çıkıştan 2-4 gün sonra da 500 Hz üstüne yükselirken, darbe sayısı aynı zaman periyodu boyunca performans başına yaklaşık 17'den yaklaşık 7 darbeye düşer. Ana arının bu sinyali, toraksını peteğe bastırırken kanat hareketleri olmadan, kanat kaslarını harekete geçirerek üretilir ve petekte titreşimler olarak yuva içinde yayınlanır. Yeni çıkış yapan genç ana arı petekler üzerinde dolaşarak rakip ana arı yüksüklerini elimine etmek için inceleme yapmaktadır. Bununla birlikte işçi arılar bazı yüksükleri koruma altına alarak genç ana arının tüm rakiplerine ulaşmasına izin vermez. Korunan rakiplerden çıkış yapmaya çalışan ana arı olursa işçiler tarafından yüksüklerine geri girmeleri zorlanır ve kapakları tekrar sırlanır, bu ana arılar da serbestçe dolaşan genç ana arıdan daha düşük tonda bir ses üretmeye başlarlar. Genç ana arının ürettiği bu sese karşılık hala yüksüklerinde bekleyen (hapsedilmiş) ana arıların da farklı bir ses 'vaklama' (*quacking*) ile yanıt verdiği bildirilmiştir. Sinyalin temel frekansı yaklaşık 350 Hz'dir. Yapısı, tipik olarak 0.2 saniyeden az süren bir dizi kısa darbe olarak tanımlanmıştır. Kolonide birkaç hapsedilmiş ana arı olduğunda, her bir sinyali senkronize bir vaklama korosu izler. Yüksüklerinde çıkışa izin verilmeyen ana arılar bu vaklama sesi ile yerlerini ifşa etmiş olsalar da, yüksük çevresinde kümelenmiş işçi arılar tarafından küçük bir boşluktan beslenmeye ve korunmaya devam edilir. Bu genç ana arı koloninin ikinci oğulu ile ayrıldığında, bir veya daha fazla vaklama yapan ana arı yüksüklerinden çıkar, rol değişimi olur ve bu sefer onlar sinyali (*tooting*) yaymaya başlar. Ana arının ürettiği her iki sinyal de kovan içerisinde petekten titreşimler olarak yayınlanır. Koloni içi iletişimde genç ana arı, işçi arılar ve yüksüklerinde çıkışa hazır bekleyen ana arılar arasındaki bu sinyaller aynı anda birçok ana arının çıkış yapmaması, aynı zamanda rakip ana arılar arasındaki düellonun düzenlenmesinde rol oynamaktadır (1,3,12,16,17,18).

İşçi arıların ürettiği sinyaller

Bal arısı kolonisinde yaşa bağlı işbölümü, farklı ancak birbiriyle ilişkili görevleri yerine getiren birden fazla işçinin koordineli etkileşimlerini içermektedir. Farklı koloni görevlerini yerine getiren işçi arılar bariz olarak farklılaşan çeşitli sinyaller üretmektedirler. Bu sinyaller çoğunlukla titreşimleri bununla birlikte sesleri de içermektedir. Bu sinyaller iki farklı kategoride incelenmektedir. Birinci kategori, bal arılarının sallanma dansı, titreme dansı ve tımar dansı gibi belirli bağlamlarda üretilen, yalnızca belirli işçi arıları etkileyerek belirli tepkileri ortaya çıkaran sinyalleri ifade etmektedir. İkinci kategoride ise farklı uyaran kümelerine katılan farklı işçi grupları arasında etkinliklerin koordine edilmesini sağlayan modülatör sinyaller bulunmaktadır. İşçi arının genellikle bir alıcıyı ön ayaklarıyla tutar-

ken, vücudunu dorso-ventral yönde 1-2 saniye boyunca hızla titreştirerek (yaklaşık 16 Hz), titreşim sinyali üretmesi modülatör sinyalin bir örneğidir. Titreşen bir işçi genellikle birkaç dakikadan bir saate kadar süren bir dizi sinyal üretir ve bu süre zarfında çok sayıda yuva arkadaşıyla karşılaşır. Besin arama, yavru bakımı, ana arı yetiştirme, koloni üremesi ve oğul hareketleri dahil olmak üzere çok çeşitli işbirlikçi etkileşimleri etkileyen aktivitede genel bir artışa neden olur. *Titreşim sinyali*, bal arısı kolonilerinde en yaygın olarak meydana gelen iletişim sinyallerinden biridir ve her yaştan işçi, yumurtlayan ve genç ana arılar ile gelişmekte olan ana arı yüksükleri dahil olmak üzere birçok farklı alıcıda gerçekleştirilir. Koloni boyunca hareketleriyle titreşim sinyali yayan işçi arı, birbirine bağlı görevleri yerine getiren, ancak yuvada mekansal olarak ayrılmış olabilen birden fazla işçi grubunu aynı anda etkinleştirmeye yardımcı olabilir. Genç işçi arılar, titreşimleri öncelikle kovanın yakınındaki yönlendirme uçuşları durumunda gerçekleştirken daha yaşlı arılar ise yiyecek arama bağlamında gerçekleştirir. Üç günlük yaştan daha küçük işçi arıların titreşim sinyali üretmediği belirlenmiştir. Titreşim sinyallerinin büyük çoğunluğu, genellikle başarılı besin toplamaya yanıt olarak, tarlacı arılar tarafından gerçekleştirilir. Ancak arı dansından farklı koşullar altında ortaya çıkar ve en sık yapılan bal arısı davranışlarından biridir. Titreşim sinyali substrat titreşimleri veya vücut sabit kaldığında uçuş kas kasılmaları ile yüksek frekanslı titreşimler oluşturmadığı için benzer davranışlardan ayırt edilebilmektedir. Titreme dansçıları tarafından da durdurma sinyallerinin yayıldığı bildirilmiştir. Nektar toplayıcı işçi arılar, kovana döndüklerinde bazen *titreme dansı* adı verilen bir davranış sergilerler. Bu dansı gerçekleştirirken, bir tarlacı vücudunu ileri geri sallar, aynı zamanda vücut eksenini saniyede yaklaşık 50° oranında döndürürken tarağın üzerinde yavaşça yürür. Sarsıntılı, ritmik olmayan bu dans, arı dansı ile hemen hemen aynı frekansta olmakla birlikte farklı olarak yön bilgisi içermemektedir. Dans yaklaşık 30 dakika sürmekte ve dansçı yavru alanında dolaşmaktadır. Çevrede bol nektar kaynakları olduğunda ve birçok nektar toplayıcı göreve alındığında, bir tarlacı yüksek kaliteli nektarla dolu olarak kovanına dönüp onu aktaracak bir arı bulmakta zorluk yaşadığı zaman titreme dansı ile bir iletişim sinyali üretmektedir. Dans sonrasında nektar işleme faaliyetinin artışı, arı dansı yapan ve tarlacılık için çıkacak işçi arıların sayısında azalma, titreme dansının kovana yoğun nektar akışını engelleme ve işçi arıları nektar işlemeye teşvik sonuçları ortaya çıkmaktadır ki nektar toplama ve depolamadaki işgücü dengesi korunmuş olacaktır (19, 26-29).

İşçi arılar tarafından her biri belirli koşullarda üretilen sesler vardır. Bir işçi arının toraksını substrata veya başka bir arıya bastırırken ve kanatlarını titretmeden kanat kaslarını harekete geçirirken çıkardığı tiz ses (*worker piping*), uçuş kaslarının ritmik salınımlı kasılmaları ile üretilir. İşçi

arıların bu titreşimlerinin en yüksek frekansı, kanatlar tamamen katlandığında üretilir ve seslerin temel frekansı kanatları açıp kapatarak modüle edilebilir. İşçi arıların üç farklı vibroakustik sinyali üretmesinde; *kanatları-ayrı* olması (kovan içinde), *kanatları-birlikte* olması (oğul verme) ve *kısa bip-gıcırtı* sesi (arı dansı yapan arıların etrafında) farklı davranış durumları için açıklanmıştır (3,16,27,30,31).

Ana arılı ve ana arısız kolonilerde *kanatları-ayrı* üretilen işçi arı sinyalleri gözlenmiştir. Ana arılı kolonide gözlenen işçiler, göğsünü peteğe bastırarak, kanatları hafifçe açarak ve karınlarını kanatlara doğru kaldırarak duyulabilir bir ses çıkarmışlardır. Bu sinyali üreten işçi arılar kovan boyunca 2.5 saate kadar dolaşarak ve yaklaşık 1 saniye süren bir ses yaymak için birkaç saniyede bir durmuşlardır. Ses çok az frekans modülasyonu ve 330-430 Hz'lik bir temel frekans göstermiştir. Sinyal ilk olarak koyunların melemesini andıran yüksek, acıklı seslerden oluşan bir dizi ses olarak algılanmıştır. İşçi arının bu sinyali üretirken genellikle göğsünü peteğe bastırdığı, ancak bazen başka bir işçiye, gözlem kovanının cam duvarına veya peteğin ahşap çerçevesine bastırdığı gözlenmiştir. Ana arısız kolonilerde de bazı yumurtlayan işçi arıların yaklaşık 350 Hz frekansında ses yaydıkları ve bu işçilere karşı diğer işçi arılar tarafından saldırganlık gösterildiği, bununla birlikte kovan girişinde bazı gardiyan işçilerin eşek arısı istilası esnasında 500-700 Hz frekansında sinyal ürettikleri bildirilmiştir (1,32,38).

Oğul verme, bal arısı kolonisinin üremesi sonucudur. Ana arıların oğul verme hazırlığında ürettiği sinyaller bölüm başında açıklanmıştır. Ana arı ve yaklaşık onbin işçi arı koloniyi terk ettikten sonra yeni yuvalarını bulma sürecinde bir oğul salkımı oluşturarak, izci işçi arılar yuva arama çalışmalarına başlar, yeni yuva yeri belirlendiğinde oğul tekrar harekete geçer. Oğul verme süreci çoklu sinyaller aracılığıyla gerçekleştirilen çok fazla bilgi paylaşımını gerektirmektedir. Bu bilgiler arasında; muhtemel yuva yerlerinin yönü ve mesafesini belirtmek için arı dansı, izci arıları harekete geçirme amaçlı sallama/titreşim sinyalleri, oğulu kalkışa hazırlamak için vızıltı (zik-zak şeklinde) koşuları, yeni yuvaya giden yolu işaretlemek için hızlı uçuşlar ve feromonlar devrededir. Oğul salkımının kalkışı için işçi arılar vücut sıcaklığını uçuşa hazır hale getirmelidir. Bu görev için oğul kümesine karışan her saniyede bir duraklayarak ses üreten heyecanlı işçi arılar gözlenmiştir. Her bir ses 0.82 sn süren ve temel frekansı 100-200 Hz'den 200-250 Hz'e yükselen bir ses darbesinden oluşmaktadır. Oğul kalkışından yaklaşık bir saat önce başlayan bu uyarı; *kanatlar-birlikte* üretilen ve bir yarış arabası motorunun devrini andıran bir ses olarak tarif edilmiştir. Bal arılarının oğul verme sürecinde kullandıkları sinyallerden birisi de *durdurma sinyali* de titreşirken vücutlarını diğer arılara bastıran izci arılar tarafından üretilen mekanik-akustik sinyaldir. Durdurma sinyali

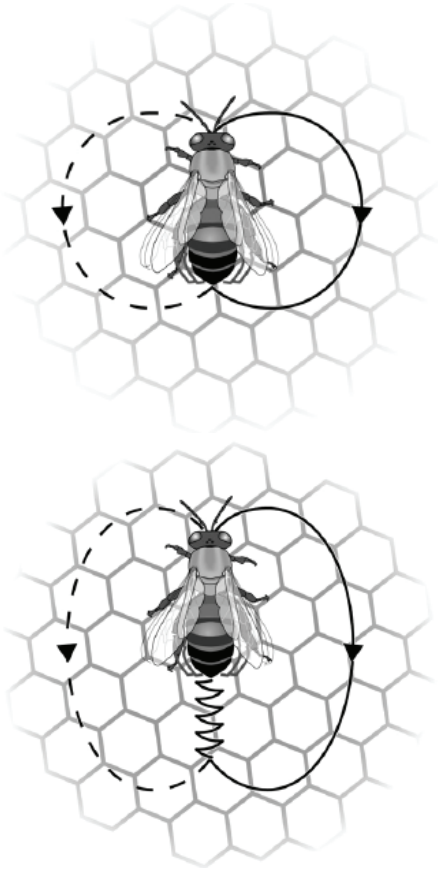
ve diğer sinyal arasında farklılık belirlenmiştir. Durdurma sinyalleri, aktif olarak dans eden izci arıların engellenmesine neden olurken, boru sesi sinyalleri sessizce dinlenen izci olmayan arıların uyarılmasına neden olur (18,30-37).

İşçi arılar ile erkek arılar arasındaki iletişimde işçilerin seslerden ziyade titreşim sinyallerini kullandıkları belirlenmiştir. Titreşime maruz kalan erkek arıların hareketinde artış, ağızdan beslenme ve tımar sürelerinde artış gözlenmiştir. Trofalaksi, cinsel olgunlaşma için gerekli besinleri sağladığından ve tımarlama da erkek arı sağlığına katkıda bulunabileceğinden, işçiler potansiyel olarak erkek arılarda gelişimi ve çiftleşme performansını teşvik etmek için titreşim sinyalini kullanabilecekleri ileri sürülmüştür. Titreşim sinyalleri ile erkek arı uçuş aktivitesi arasında bir ilişki bulunamamıştır. Alıcıyı ön ayaklarıyla tutarken 1-2 saniye boyunca vücudunu dorso-ventral olarak hızlı bir şekilde titreştiren bir işçiden oluşan sinyal, her yaştan erkek arıda gerçekleştirilse de daha genç erkek arıların daha yüksek oranlarda titreştirilme eğilimi olmuştur. Çiftleşme uçuşları için rekabet edecek erkek arı sayısının arttırılabileceği ifade edilmektedir (39-41).

Arı dansı

Dans dili, başarılı toplayıcı arıların yuva arkadaşlarına uygun yiyecek kaynaklarının yeri hakkında bilgi içermektedir. Danslar; arı dansı (kuyruk sallama) ve dairel dans olarak iki farklı yolla gerçekleştirilir. Arı dansı, bir dansçının abdomenini salladığı bir aşama ile serpiştirilmiş bir dizi alternatif sol ve sağ döngüden oluşmaktadır (Şekil 2). Sallanma koşusu sırasında dansçı, kanatlarını titreştirirken karnını sallar, böylece çeşitli sesler ve hava akışları üretir. Güneşin yönüne göre besin kaynağının yönü yerçekimine göre dikey petek üzerindeki dans figürünün yöneliminde kodlanmıştır. Arı dansı kovana 100 metreden daha uzakta olan ve tercih edilen kaynakları işaret etmektedir. Besin kaynağına olan mesafe, dansın hızı ile gösterilmektedir; besin kaynağı ne kadar yakınsa zaman birimi başına o kadar fazla dans devresi yapılır. Dans eden arıların hem sallanma danslarında hem de dairesel danslarda dans seslerini ürettiği belirtilmiştir. Dans ses sinyalleri kanatların dorsoventral titreşimleri tarafından hava kaynaklı ses olarak yayılır. Frekans 200-300 Hz'dir, ses tekrarlama hızında yaklaşık 15 Hz'lik kısa darbelerden oluşmaktadır. Dansçının arkasından birkaç mm uzaklıkta ölçülen genlik yaklaşık 94 dB ses basınç seviyesindedir. Dans eden bir arıya yakın hava parçacığı hareketinin pik hızının yaklaşık 1 m/s olduğu belirlenmiştir. Takipçi arıların çoğu bu hava akımlarının maksimum hız bölgesinde bulunur. Dansçının kuyruk sallama hareketleri, dans takipçilerinin konumunda ses sinyallerinin genliğinin önemli bir modülasyonuna yol açar. Dans seslerinin süresi, sallanma danslarında ve dairesel danslarda mesafe ile yüksek oranda ilişkilidir ve dans takipçilerine mesafe hakkında bilgi vermektedir. Ses frekansı da mesafe ile bir miktar negatif

korelasyon göstermektedir. Ses çıkarırken dansçının vücudunun yönü, besin kaynağının yönünü işaret etmektedir. Böylece takip eden arılara dans sesleri ile besin kaynağının mesafesi, yönü ve karlılığı (nektarın şeker konsantrasyonu) hakkında bilgi verilmektedir. Ayrıca, sallanma dansının geri dönüş aşaması, artan gıda kalitesi ile kısalmakta ve dolayısıyla daha hızlı dans döngüleri ile sonuçlanmaktadır. Gıda kaynağı karlılığına ilişkin bir diğer önemli parametre, toplayıcılara şekerin teslim edilme hızıdır. Dairesel dans kovana yakın arzu edilen bir besin kaynağının varlığını gösterir, önceleri kaynağın yönü hakkında bilgi vermediği düşünülmekteydi ancak hem mesafe hem yön bilgisi olduğu iddia edilmiştir. Genel olarak besin kaynağı tükendiğinde veya kalitesi düştüğünde tarlacılar dansı durdurur işe alım durur, böylece koloninin sürekli değişen bir ortamda en iyi kaynaklardan yararlanması sağlanmış olur. Sonuç olarak dans dili; nektar, polen ve su kaynaklarının hatta potansiyel yuva yerlerini işaret ederek bal arısı iletişiminde önemli rol oynamaktadır (1,4,42-46).



Şekil 2. Dairesel dans ve kuyruk sallama dansı (Gardner et al., 2008).

4. Sonuç

Bal arısı kolonisinin davamlılığı, ekonomik olarak verimliliği; birlikte ve koordineli olarak çalışan bir topluluk olmasına, arıcı tarafından uygun ve zamanında yürütülen yetiştiricilik faaliyetlerine, büyük oranda da çevresel faktörlere bağlıdır. Bireylerin tüm davranışları ve bireyler arasındaki iletişim koloninin hayatta kalmasını ve gelişmesini belirleyen önemli faktörlerdendir. Vibroakustik sinyallerin, bir dizi davranışsal bağlamda arılar arasındaki iletişim için nasıl kullanıldığı özetlenmiştir. Bal arıları, çoğunlukla kanat kasları tarafından üretilen hava veya substrat kaynaklı titreşimleri içeren çeşitli sinyaller aracılığıyla sosyal davranışlarını koordine etmektedirler. Özellikle tarlacılık faaliyetlerinde bal arılarının bu sinyalleri ne kadar etkin kullandıkları ya da oğul verme, ana arı yetiştirme gibi hayati süreçlerde koloninin devamlılığını etkileyen diğer tüm faktörler dışında sesler ve titreşimlerin önemi iredelenmiştir. Koloni içi iletişimde vibroakustik sinyaller yanı sıra feromonlar da büyük önem taşımaktadır. Feromonların koloni içerisinde iletim yollarına göre akustik bilginin daha kısada üretilmesi, hızlı yayılması ve algılanması bal arısı dünyasında sesler ve titreşimlerin önemini daha da vurgulamaktadır. Dünya genelinde koloni kayıplarının artması hem arıcılık ürünleri hem doğal floral çeşitlilik hem de bitkisel üretimde ekonomik kaygılara neden olmuştur. Geçen süreçte teknolojinin de yardımıyla kolonilerin sağlık durumu ve bazı kovan parametrelerinin (ağırlık, nem, sıcaklık vb) yanı sıra ses ve titreşimlerin oğul hazırlığı, ana arı veya sağlık durumu hakkında fikir edinmek için kullanılabildiği ileriki süreçte yeni amaçlar için kullanılabilecek bir araç olacağı düşünülmektedir.

Kaynakça

1.Wenner, A. M. (1964) Sound Communication in Honeybees. *Scientific American*, *210* (4), 116-125.

2.Michelsen, A., Kirchner, W. H. and Lindauer, M. (1986). Sound and vibrational signals in the dance language of the honeybee, *Apis mellifera*. *Behav Ecol Sociobiol*., *18*, 207-212.

3.Hrncir, M., Barth, F. G. and Tautz, J. (2006). Vibratory and airborne sound signals in bee communication (Hymenoptera). In: Insect Sounds and Communication (Drosopoulos S. and Claridge M.F., Eds). CRC Press, Boca Raton, pp 421-436.

4. Michelsen, A., Towne, W. F., Kirchner, W. H., Kryger, P. (1987). The acoustic near field of a dancing honeybee. *J Comp Physiol A*, *161*, 633-643.

5.Towne, W. F., Kirchner, W. H. (1989). Hearing in honeybees: detection of air particle oscillations. *Science*, *244*, 686-688.

6.Kirchner, W. H., Dreller, C., Towne, W. F. (1991). Hearing in honeybees: operant conditioning and spontaneous reactions to airborne sound. *J Comp Physiol A*, *168*, 85-89.

7.Michelsen, A., Andersen, B. B., Storm, J., Kirchner, W. H., Lindauer, M. (1992), How honeybees perceive communication dances, studied by means of a mechanical model. *Behav Ecol Sociobiol, 30*, 143-150.

8.Dreller, C., Kirchner, W. H. (1993). Hearing in honeybees: localization of the auditory sense organ. *J. Comp. Physiol. A, 173*, 275-279.

9.Dreller, C., Kirchner, W.H. (1993). How bees perceive the information in the dance language. *Naturwissenschaften*, *80*, 319-321.

10.Tautz, J. (1996). Honeybee waggle dance: recruitment success depends on the dance floor. J. *Exp. Biol*., 199, 1375-1381.

11.Tsujiuchi S, Sivan-Loukianova E, Eberl DF, Kitagawa Y, Kadowaki T (2007) Dynamic Range Compression in the Honey Bee Auditory System toward Waggle Dance Sounds. *PLoS ONE*, *2*(2), e234. doi:10.1371/journal.pone.0000234.

12.Hunt, J. H., Richard, F. J. (2013). Intracolony vibroacoustic communication in social insects. *Insect. Soc*., *60*, 405-417.

13.Kilpinen, O., Storm, J. (1997). Biophysics of the subgenual organ of the honeybee, Apis mellifera. *J Comp Physiol A*, *181*, 309–318.

14. Collison, C. (2016). A closer look: Sound generation and hearing. Bee Culture The Magazine of American Beekeeping. https://www.beeculture.com/a-closer-look-sound-generation-and-hearing/.

15.McNeil, M. E. A. (2015). Sounds of the hive Part 1. *Am. Bee J*., *155*(9), 985-989.

16.Kirchner, W. H. (1993). Acoustical communication in honeybees. *Apidologie, 24*, 297-307.

17.Michelsen A., Kirchner, W. H., Andersen, B. B., Lindauer, M. (1986). The tooting and quacking vibration signals of honeybee queens: a quantitative analysis. *J. Comp. Physiol. A*, 158, 605-611.

18. Winston, M.L. (1987). The biology of the honeybee. Cambridge: Harvard University Press.

19.Schneider, S. S., Lewis, L. A. (2004). The vibrational signal, modulatory communication and the organization of labor in honey bees, *Apis mellifera*, *Apidologie*, *35*, 117-131.

20.Painter-Kurt S., Schneider, S. S. (1998). Age and behavior of honey bees, *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae), that perform vibration signals on workers, *Ethology*, *104*, 457-473.

21.Painter-Kurt S., Schneider S. S. (1998). Age and behavior of honey bees, *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae), that perform vibrationsignals on queens and queen cells, *Ethology*, *104*, 475-485.

22.Lewis, L. A., Schneider, S. S., DeGrandi-Hoffman, G. (2002). Factors influencing the selection of recipients by workers performing vibration signals in colonies of the honeybee, *Apis mellifera*. *Anim. Behav*., *63*, 361-367.

23.Seeley, T. D., Weidenmüller, A. & Kühnholz, S. (1998). The shaking signal of the honey bee informs workers to prepare for greater activity. *Ethology*, *104*, 10-26.

24.Schneider, S. S., Stamps, J. A., Gary, N. E. (1986). The vibration dance of the honey bee. I. Communication regulating foraging on two time scales, *Anim. Behav*. *34*, 377-385.

25.Visscher, P. K., Shepardson, J., McCart L., Camazine, S. (1999). Vibration signal modulates the behavior of house-hunting honey bees (*Apis mellifera*). *Ethology*, *105*, 759-769

26.Nieh, J. C. (1993). The stop signal of honey bees: reconsidering its message. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, *33*, 51-56.

27.Seeley, T. D. (1992). The tremble dance of the honey bee: message and meanings. *Behav. Ecol. Sociobiol*., *31*, 375-383.

28.Seeley, T. D., Kühnholz, S., Weidenmüller, A. (1996). The honey bee's tremble dance stimulates additional bees to function as nectar receivers. *Behav. Ecol. Sociobiol*. *39*, 419-427.

29.Kirchner, W.H., Lindauer, M. (1994). The causes of the tremble dance of the honeybee, Apis mellifera. *Behav Ecol Sociobiol*, *35*, 303-308.

30.Seeley, T. D., Tautz J. (2001). Worker piping in honey bee swarms and its role in preparing for liftoff. *J. Comp. Physiol. A*, *187*, 667-676.

31.Pastor, K.A., Seeley, T. D. (2005). The brief piping signal of the honey bee: begging call or stop signal? *Ethology*, *111*, 775-784.

32.Ohtani, T., Kamada, T. (1980). 'Worker piping': the piping sounds produced by laying and guarding worker honeybees. *J. Apic. Res*. *19*, 154-163.

33.Donahoe, K., Lewis, L.A., Schneider, S.S. (2003). The role of the vibration signal in the house-hunting process of honey bee (*Apis mellifera*) swarms. *Behav Ecol Sociobiol, 54*, 593-600.

34.Beekman, M., Fathke, R.L., Seeley, T.D. (2006). How does an informed minority of scouts guide a honeybee swarm as it flies to its new home?*Anim Behav*, *71*, 161-171.

35.Rittschof, C.C., Seeley, T.D. (2008). The buzz-run: how honeybees signal 'Time to go!. *Anim Behav, 75*, 189-197.

36.Schultz, K.M., Passino, K.M., Seeley, T.D. (2008). The mechanism of flight guidance in honeybee swarms: subtle guides or streaker bees? *J Exp Biol, 211*, 3287-3295.

37.Schlegel, T., P. K. Visscher, Seeley, T. D. (2012). *Beeping and piping: characterization of two mechano-acoustic signals used by honey bees in swarming. Naturwissenschaften*, *99*, 1067-1071.

38. Pratt, S.C., Kühnholz, S., Seeley, T.D. Weidenmüller, A. (1996). Worker piping associated with foraging in undisturbed queenright colonies of honey bees. *Apidologie*, *27*, 13-20.

39. Boucher, M., Schneider S. S. (2009). Communication signals used in worker-drone interactions in the honeybee, *Apis mellifera*. *Anim. Behav*., *78*, 247-254.

40.Stout, T. L., Slone, J. D., Schneider, S.S. (2011). Age and behavior of honey bee workers, *Apis mellifera*, that interact with drones. *Ethology, 117*, 459-468.

41.Slone, J. D., Stout, T. L., Huang, Z. Y., Schneider S.S. (2012). The influence of drone physical condition on the likelihood of receiving vibration signals from worker honey bees. *Insect. Soc*., *5*9, 101-107.

42. Seeley, T. D., Towne, W. F. (1992). Tactics of dance choice in honey bees: do foragers compare dances? *Behav. Ecol. Sociobiol*., *30*, 59-69.

43.Seeley, T. D., Mikheyev, A. S., Pagano, G. J. (2000). Dancing bees tune both duration and rate of waggle-run production in relation to nectar-source profitability. *J. Comp. Physiol. A*, *186*, 813-819.

44.Kirchner, W.H., Lindauer, M., Michelsen, A. (1988). Honeybee dance communication: acoustical indication of direction in round dances. *Naturwissenschaften*., *75*, 629-630.

45.Spangler, H.G. (1991). Do honeybees encode distance information into wing vibrations of the waggle dance? *J Insect Behav, 4*, 15-20.

46.Gardner, K. E., Seeley, T. D., Calderone, N. W. (2008). Do honeybees have two discrete dances to advertise food sources? *Anim. Behav*., *75*, 1291-1300.

Bölüm 7

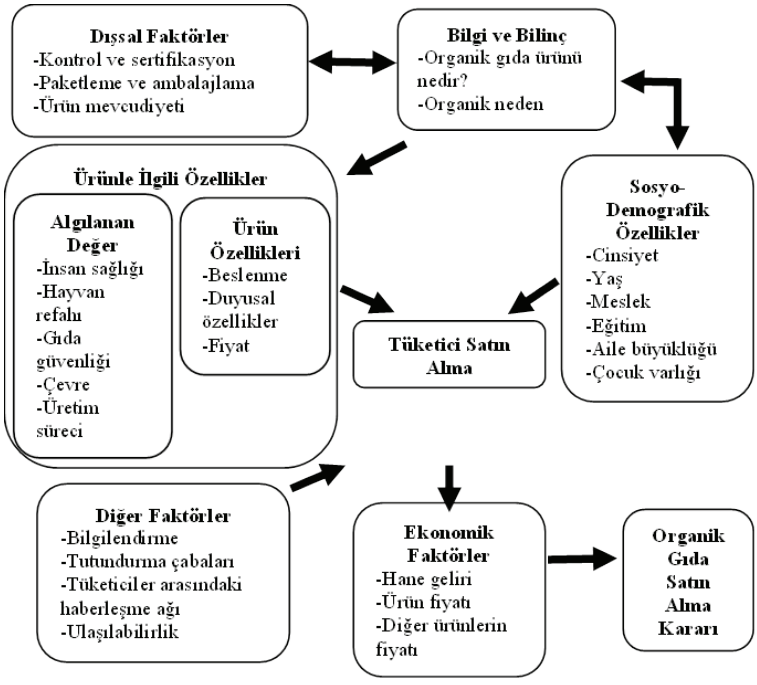
COVID 19 PANDEMİ SÜRECİNDE TÜKETİCİLERİN ORGANİK ÜRÜNLERE OLAN TALEBİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA: İZMİR İLİ ÖRNEĞİ

Ecem TUMAY BULUT[1]
Zerrin KENANOĞLU[2]

1 Dr. öğrencisi, Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü. Orcid: 0000-0001-8210-6033
2 Doç.Dr. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü. Orcid: 0000-0002-0839-6076

1. GİRİŞ

Tüketicilerin organik ürünleri satın alma davranışları konvansiyonel ürünlere kıyasla farklılık göstermektedir. Organik ürünlerin satın alınma süreci, organik ürünleri tanıma ve diğer ürünlerle farkının anlaşılmasıyla başlamaktadır. Organik tarımın tanımının bilinmesi ve bu konuda farkındalık sahibi olunması büyük önem taşımaktadır. Organik tarım, insan sağlığına ve çevreye zarar vermeyen ve üretimde kimyasal girdi kullanılmadan, üretimden tüketime kadar her aşaması kontrollü ve sertifikalı tarımsal üretim biçimidir(T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2020). Çevrenin korunması, organik ürünlerin insan sağlığına zarar vermemesi, sertifikalı olması, gıda güvenliğinin ve hayvan refahının sağlanması gibi özelliklerinin olması organik ürünlerin konvansiyonel ürünlere göre üstünlük yaratan özelliklerin başında gelmektedir. Organik ürünlerin bu özelliklerinin dışında tüketiciler, organik ürün satın alma kararı alırken gelir, eğitim, yaş, çocuk sayısı gibi demografik özelliklerden; kontrol ve sertifikasyon gibi dışsal faktörlerden; ürün fiyatı, hane geliri gibi ekonomik faktörlerden ayrıca bilgilendirme ve tutundurma çabaları gibi diğer faktörlerden etkilenmektedirler (Şekil 1).



Kaynak: Bonti-Ankomah and Yiridoe, 2006

Şekil 1. Tüketicilerin Organik Ürün Satın Alma Kararını Etkileyen Faktörler

Tüketici davranışları içinde bulundukları zamana ve şartlara göre değişiklik gösterebilmektedir. Tüketicilerin içerisinde bulunduğu psikolojik faktörler, sosyo-kültürel faktörler ve demografik faktörler tüketici satın alma davranışını büyük ölçüde değiştirmektedir (Yürük, 2010; Yıldız, 2020). Ekonomik sorunlar, doğal afetler ve salgın hastalıkların olduğu kriz dönemlerinde tüketicilerin satın alma davranışlarında değişiklikler görülmektedir. Kriz ve risk ile karşılaşan tüketiciler, panik halinde olan tüketiciler, ihtiyatlı tüketiciler, ilgili tüketiciler, akılcı tüketiciler olmak üzere dört farklı grupta sınıflandırılmaktadır (Mansoor and Jalal, 2011;Yıldız, 2020).

Kriz dönemlerinde işsizliğin artması, harcanabilir gelirin azalması, fırsat maliyeti riskinin artması, tasarrufların azalması, geleceğe dair belirsizliklerin artması tüketicilerin satın alma davranışlarını etkilemektedir. Tüketiciler bu dönemlerde alışveriş yaparken daha ucuz markalara yönelerek sadece ihtiyaçlarını karşılamak için satın alma yolunu tercih ederler ve harcamalarını azaltırlar. Ayrıca, tüketiciler bu dönemlerde e-ticareti yaygın olarak kullanmaktadırlar(Mansoor and Jalal, 2011;Yıldız, 2020).

Covid 19 salgını nedeni ile dünya genelinde yaşanan karantina, tüketicilerin yaşam şekillerini ve satın alma davranışlarını pek çok açıdan değiştirmiştir. Pandemi sürecinde, ülkeler temel mal ve hizmet üretimini kendi sınırları içerisinde devam ettirmeye yönelmiştir. Tüketicilerde, özellikle pandemi döneminin ilk zamanlarında stok yapmaya yönelmişlerdir. Özellikle maske, dezenfektan, eldiven gibi tıbbi malzemeler ile uzun raf ömrüne sahip olan ürünlere ve temizlik malzemelerine talep artmıştır. Ürüne çok fazla kişinin dokunmadığı düşüncesi, alışveriş merkezleri(AVM) gibi kapalı ortamlara girmekten kaçınma ve AVM'lerin kapalı olması, ürünlerin kolay tedarik edilmesi, ödemenin kolay yapılabilmesi gibi nedenlerden dolayı online alışverişlerde artışlar yaşanmıştır. Restoran ve lokantaların uzun süre kapalı kalması ile tüketicilerin uzun süre evde kalmaya zorlanması, tüketicilerin evlerinde kendi yemeklerini pişirebilme, hazırlayabilme yeteneklerinin ve alışkanlıklarının gelişmesini sağlamıştır. Seyahatlerin yerini sanal gerçeklikler almıştır. Tüketiciler tatil yerleri, müzeler, yaşam alanları gibi etkinlikleri sanal gerçeklik aracılığıyla yaşamaya başlamıştır. Evde geçirilen zamanın artması ile hobi ürünlerine talep artmıştır(Zwanka and Buff, 2020).

Kemp (2020) tarafından yapılan bir araştırmada; 2019 yılının ilk ayındaki e-ticaret verilerine göre, 2020 yılının ilk ayında en çok artış gösteren ürünler gıda ürünleridir. Bir önceki seneye göre gıda ürünlerinde %434 artış yaşanmıştır. Bu çalışmaya göre; pandemi döneminde Türkiye'de 77,39 milyon (%92) telefon kullanıcısı, 62,07 milyon (%74) internet kullanıcısı ve 54,00 milyon (%64) sosyal medya kullanıcısı bulunduğu belirtilmiştir. Türkiye'de e-ticareti benimseme oranı %63'tür. Pandemi

döneminde Türkiye'de e-ticaret üzerinden yapılan bitkisel ürünlerin satışlarında %45, C vitamini satışlarında ise %85 artış görülmüştür (Meral, 2020; Güven, 2020). Koronavirüs salgınına yönelik "evde kalın" çağrılarıyla birlikte e-ticaretin market cirosu içindeki payı %1'den %3'lere kadar yükselmiştir(Pehlivan, 2020;Güven, 2020). Pandemi döneminde yapılan bir araştırmaya göre; tüketicilerin %41'i salgından sonra internetten yaptıkları gıda, içecek ve ev temizlik ürünleri alışverişlerini arttırmışlardır. Bunun yanı sıra, tüketicilerinin % 49'u bu ürünleri internetten satın almaya orta ve uzun vadede devam edeceklerini belirtmişlerdir(Erdoğan, 2020).

Covid 19 döneminde, Türkiye'de tüketicilerin organik ürünlere yönelik talebini ortaya koyan istatiksel veriler yeterli değildir. Türkiye Gıda ve İçecek Sanayii Dernekleri Federasyonunun yayınladığı COVID 19 sonrası Gıda ve İçecek Sektörü Raporunda organik tarım konusunda Türkiye'de durumun ne olduğunu söylemek için yeterli verinin olmadığını, bunun bir eksiklik olduğu belirtilmiştir. Bazı görüşmeler ve ortak toplantılardan ortaya çıkan verilere göre COVID 19 döneminde bir talep artışı yaşandığı, ancak yeterli ürün bulunamadığı ifade edilmiştir. Artan talebi karşılayacak üretim olmadığı için bir boşluk oluştuğunun, iç pazarda fiyat oynamaları yaşandığı belirtilmiştir. Organik sektörün gündemindeki beş temel konudan birinin farkındalık sorunları olduğu ve organik kelimesinin "güven" olarak algılanmasının gerektiği, bununla ilgili olarak tüketici farkındalığının arttırılması gerektiği vurgulanmıştır(TGDF, 2020).

Literatürde pandemi döneminde organik ürünlere yönelik kısıtlı sayıda araştırmaya rastlanmıştır(Ćirić et al., 2020;Cachero-Martinez, 2020;Chaturvedi et al., 2020;Di Renzo et al., 2020;Gerő, 2020;Krajewska and Solis, 2021;Söğüt vd., 2020).

Ćirić et al.(2020) Sırbistan'da 1022 kişi ile yürüttüğü çalışmasında internetten organik gıda satın alan tüketici sayısının toplam örneklem içindeki payının %3,53 oranında arttığını ortaya koymuştur. Bu artışın tüketicilerin sağlıklarına yönelik artan endişeleri ve Covid-19 korkusundan kaynaklandığı sonucuna ulaşmıştır.

Cachero-Martinez'in(2020) İspanya'da yaptığı çalışmada salgın nedeni ile eve kapanılması sonucunda dünya genelinde yaşanan olumlu gelişmelerin (hava ve su kirliliğinin azalması) tüketicilerde çevresel farkındalık yarattığını belirtmişlerdir. Çevre için endişe duyan tüketicilerin organik ürünlere yönelik tutumlarının olumlu olduğu ve bu tüketicilerin çevresel etkilerini azaltmak için organik ürünleri satın alıp tavsiye etmek konusunda daha fazla çaba gösterme eğiliminde olduğu görülmüştür.

Marty et al.(2021) Fransa'da yürüttükleri çalışmada pandemi nedeni ile tüketicilerin gıda seçim motivasyonlarının değişikliğe uğradığı sap-

tanmıştır. Kolaylık ve fiyat gibi kriterlerin önemi azalırken; sağlık, doğal içerik ve etik değerler gibi kriterlerin önemi artmıştır. Pandeminin sürdürülebilir gıda seçimlerinin önemi konusunda artan bir farkındalık yarattığı ortaya konulmuştur.

İtalya'da yapılan çalışmada, tüketicilerin %15'inin organik yöntemlerle üretilen meyve ve sebze satın almaya yöneldikleri, %75,8'inin gıda ürünlerini süpermarketlerden, %26,0'sı bakkallardan, %14,8'i ise çiftçilerden, organik veya yerel marketlerden gıda ürünlerini satın aldığı saptanmıştır (Di Renzo et al., 2020).

Bu çalışma, Türkiye'de Covid 19 pandemi döneminde tüketicilerin organik ürün satın alma eğilimlerini ortaya koyarak literatürdeki boşluğu dolduracak ve organik ürünler konusunda farkındalık yaratarak tüketicileri organik ürünlere yönlendirebilmek adına ışık tutacaktır.

Bu araştırmanın ana amacı; Covid 19 pandemi döneminde İzmir ilindeki tüketicilerin organik ürün tüketim ve satın alma davranışlarındaki değişiklikleri ortaya koymaktır. Bu araştırma; pandemi döneminden önce tüketicilerin organik ürün satın alma sıklıkları nedir?; Pandemi döneminden önce tüketicilerin satın aldıkları organik ürün grupları nedir?; Pandemi döneminden önce tüketicilerin organik ürün satın alma yerleri nerelerdir?; Pandemi döneminden önce tüketicilerin organik ürün satın alma nedenleri nelerdir?; Pandemi döneminde tüketicilerin organik ürün satın alma sıklıkları değişmiş midir?; Pandemi döneminde tüketicilerin satın aldıkları organik ürün grupları değişmiş midir?; Pandemi döneminde tüketicilerin organik ürün gruplarına olan ihtiyaçları değişmiş midir?; Pandemi döneminde tüketicilerin organik ürün satın alma yerleri değişmiş midir?; Pandemi döneminde tüketicilerin organik ürün satın alma nedenleri değişmiş midir?; Pandemi döneminde organik ürün satın almayan tüketiciler organik ürün satın almaya başlamış mıdır?; Organik ürün satın almayan tüketicilerin organik ürün satın almama nedenleri nelerdir?; Tüketicilerin organik ürün satın alma durumlarına göre demografik özelliklerinde farklılık var mıdır? sorularına cevap aranmaya çalışılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu araştırmanın ana materyalini, İzmir ilindeki tüketicilerle online olarak yapılan anket çalışmalarından elde edilen veriler oluşturmaktadır. Ayrıca, konu ile ilgili yerli ve yabancı bilimsel çalışmalar, makaleler ve raporlar bu çalışmanın ikincil verilerini oluşturmaktadır.

Araştırmanın örneklem hacmini belirlemek üzere oransal örnekleme yönteminden yararlanılmıştır (Newbold, 1995).

$$n = \frac{\mathrm{Np}(1-\mathrm{p})}{(N-1)\sigma_{px}^2 + p(1-p)}$$

n = Örnek hacmi; N = İzmir'in nüfusu

σ^2_{px} = Oranın varyansıdır.

p: Tahmini oran (maksimum örnek hacmi için 0,5)

Çalışmanın ana kitlesini İzmir'in merkez ilçelerinde bulunan tüketiciler oluşturmaktadır. İzmir'in toplam nüfusu 4 394 694'dur (TÜİK, 2020). Maksimum örnek hacmi için p değeri 0,50 olarak alınmıştır. Buna göre %90 güven aralığı ve %10 hata payı ile örneklem hacmi 68 olarak saptanmıştır. Online olarak 77 anket formu geri dönüş yapması nedeniyle anket verilerinin değerlendirilmesinde 77 tüketicinin verileri değerlendirilmiştir. Çalışmaya katılan tüketicilerin %24.68'i Bornova'da, %19.48'i Bayraklı'da ve %16.88'i Karşıyaka'da, geri kalan tüketiciler ise Buca, Karabağlar, Konak, Çiğli, Balçova, Güzelbahçe, Gaziemir, Narlıdere ilçelerinde ikamet etmektedirler. Mayıs-Haziran 2021 arasında anket çalışması yapılmıştır.

Yaşanan pandemi nedeni ile online anket formu Google Form aracılığı ile hazırlanarak, anket çalışması internet aracılığıyla yürütülmüştür. Anket formu iki ayrı bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde, tüketicilerin organik ürün satın alma sıklıklarını, satın aldıkları ürün gruplarını, satın alma nedenlerini ve satın alma yerlerini; ayrıca organik ürün satın almayan tüketicilerin satın almama nedenlerini belirlemeye yönelik sorular bulunmaktadır. İkinci bölümde ise tüketicilerin demografik özelliklerini belirlemeye yönelik sorular yer almaktadır.

Anket çalışmasına katılan tüketicilerin demografik özellikleri ve organik ürün satın alma davranışlarına yönelik verdikleri cevaplar tanımlayıcı istatistiklerden yararlanılarak çizelgeler ve grafikler halinde sunulmuştur. Tüketicilerin organik ürün satın alma durumlarına göre yaş, eğitim durumu, gelir gibi bazı demografik özellikler için gruplar arasında farklılık olup olmadığı istatistiksel olarak test edilmiştir. Sürekli değişkenler için öncelikle Kolmogorov-Simirnov testi ile normal dağılış testi yapılmıştır. Normal dağılış göstermeyen veriler için Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. Sayımla elde edilen verilere Khi-kare testi uygulanmıştır. Tüketicilerin organik ürün satın alma davranışları ve nedenleri ile ilgili sorular beşli likert ölçeği (1: kesinlikle etkisiz, 5: kesinlikle etkili; 1: hiç, 5: daima) kullanılarak değerlendirilmiştir.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

3.1. Tüketicilerin Demografik Özellikleri

Ankete katılan tüketicilerin %76,62'si (59 kişi) kadın, %23,38'i (18 kişi) ise erkektir. Ankete katılan tüketicilerin yaş ortalaması 37,44'tür. Tüketicilerin %37,66'sı (29 kişi) 30 yaş altı, %29,87'si (23 kişi) 30-40 yaş arası, %32,47'si (25 kişi) 40 yaş üzeri grubundadır. Ankete katılan tüketicilerin ortalama eğitim süresi 16,99 yıl, minimum eğitim süresi 5 yıl iken, maksimum eğitim süresi 25 yıl olarak saptanmıştır (Çizelge 1). Tüketicilerin eğitim durumları incelendiğinde; lisans mezunlarının (%49,35) çoğunlukta olduğu görülmektedir. Tüketicilerin %29,87'si yüksek lisans, %12,99'u ile doktora mezunudur. Tüketicilerin %45,45'i (35 kişi) 7500 TL'nin üzerinde gelire sahiptir. Bu oranı %14,29'luk bir payla 6501-7500 TL arasında geliri olan tüketiciler izlemektedir. Tüketicilerin gelirleri minimum 1000 TL, ortalama 5527,92 TL ve maksimum 20000 TL olarak saptanmıştır. Ankete katılan tüketicilerin %76,62'si (59 kişi) çalışmakta, %23,38'i (18 kişi) ise çalışmamaktadır. Tüketicilerin %55,25'i (41 kişi) özel sektör çalışanı iken, %24,68'i (19 kişi) kamu personelidir. Hanedeki birey sayısı ortalama 2,88, minimum 1, maksimum ise 6 kişidir. Tüketicilerin %87,01'i (67 kişi) aileleri ile yaşamakta iken 12,99'u (10 kişi) tek başlarına yaşamaktadır. Tüketicilerin %62,24'ü (48 kişi) evli, %35,06'sı (22 kişi) bekar ve %2,60'ı (2 kişi) duldur. Evli olan tüketicilerin %74,00'ünün (37 kişi) çocuğu var iken, %26,00'sının (13 kişi) çocuğu yoktur (Çizelge 1).

Çizelge 1. Ankete Katılan Tüketicilerin Demografik Özellikleri

Demografik Özellikler	Aralıklar	Genel	
		Sayı	%
Cinsiyet	Kadın	59	76,62
	Erkek	18	23,38
Yaş	30 yaş altı	29	37,66
	30-40 yaş	23	29,87
	40 yaş üzeri	25	32,47
Standart Sapma: 11,62	Minimum: 23	Ortalama: 37,44	Maksimum: 69
Eğitim Durumu	Lisans	38	49,35
	Yüksek Lisans	23	29,87
	Doktora	10	12,99
	Lise	3	3,90
	İlköğretim	3	3,90
Standart Sapma: 3,53	Minimum: 5	Ortalama: 16,99	Maksimum: 25

Gelir (TL/ay)	2825 TL'nin altı	3	3,90
	2825-3500 TL	4	5,19
	3501-4500 TL	6	7,79
	4501-5500 TL	10	12,99
	5501-6500 TL	8	10,39
	6501-7500 TL	11	14,29
	7500 TL'nin üzeri	35	45,45
Standart Sapma: 3423,75	Minimum: 1000	Ortalama: 5527,92	Maksimum:20 000
Çalışma Durumu	Çalışıyor	59	76,62
	Çalışmıyor	18	23,38
Meslek Grubu	Özel Sektör	41	55,25
	Kamu Personeli	19	24,68
	Emekli	6	7,79
	Ev Hanımı	6	7,79
	Öğrenci	5	6,49
Hanedeki Birey Sayısı	Tek Başına	10	12,99
	2 kişi	14	18,18
	3 kişi	36	46,75
	4 ve üzeri	17	22,08
Standart Sapma: 1,01	Minimum: 1	Ortalama: 2,88	Maksimum: 6
Kiminle Yaşadığı	Aile ile birlikte	67	87,01
	Tek başına	10	12,99
Medeni Durum	Evli	48	62,24
	Bekar	22	35,06
	Dul	2	2,60
Çocuk Sahibi Olma Durumu	Var	37	74,00
	Yok	13	26,00
Çocuk Yaşı	1 yaş altı	10	23,81
	1-10 yaş	9	21,43
	11-20 yaş	7	16,67
	21-30 yaş	12	28,57
	30 yaş üzeri	4	9,52

Tüketicilerin çoğunluğu (%41,56) hanelerinde gıda alışverişini yapan kişinin kendisi olduğunu belirtmiştir. Tüketicilerin ortalama aylık gıda masrafı 1161,68 TL. olarak bulunmuştur. Minimum gıda masrafı 300 TL. iken, maksimum gıda masrafı 7000 TL.'dir. Pandemi öncesinde organik ürünlerin gıda tüketim harcaması içindeki payı ortalama %19,40'tır. Bu oran pandemi sürecinde %23,86'ya yükselmiştir. Pandemi öncesinde ve pandemi sürecinde organik ürünlerin gıda tüketim harcaması içindeki payı minimum %0, maksimum %100'dür (Çizelge 2).

Çizelge 2. Ankete Katılan Tüketicilerin Diğer Bazı Özellikleri

Demografik Özellikler	Aralıklar	Genel	
		Sayı	%
Ailede gıda alışverişini yapan kişi	Kendisi	32	41,56
	Eşi ile birlikte	18	23,38
	Herkes	10	12,99
	Eşi	7	9,09
	Annesi	6	7,79
	Babası	4	5,19
Gıda masrafı (TL/ay)		Ortalama: 1744,80	Maksimum: 7 000
		Standart Sapma: 1161,68	Minimum: 300
Pandemi öncesinde organik ürünlerin gıda tüketim harcaması içindeki payı (%)		Ortalama: 19,40	Minimum: 0
		Standart Sapma: 23,81	Maksimum: 100
Pandemi sürecinde organik ürünlerin gıda tüketim harcaması içindeki payı (%)		Ortalama: 23,86	Minimum: 0
		Standart Sapma: 26,82	Maksimum: 100

3.2. Tüketicilerin Organik Ürün Satın Alma Durumları

Ankete katılan tüketicilere pandemi döneminden önce organik ürün satın alıp almadıkları sorulmuştur. Tüketicilerin %57,14'ü (44 kişi) pandemi dönemi öncesinde organik ürün satın aldığını, %42,86'sı (33 kişi) ise pandemi döneminden önce organik ürün satın almadığını belirtmiştir.

Pandemi dönemi öncesinde organik ürün satın alan tüketicilere pandemi sürecinde organik ürün satın alma durumlarında değişiklik olup olmadığı sorulmuştur. Tüketicilerin %43,18'i (19 kişi) pandemi sürecinde organik ürün satın alma durumlarının değiştiğini, %56,82'si (25 kişi) ise pandemi sürecinde organik ürün satın alma durumlarının değişmediğini belirtmiştir.

Pandemi döneminde organik ürün satın alma durumlarının değiştiğini ifade eden tüketicilerin %78,95'i (15 kişi) pandemi sürecinde organik ürün satın alma oranlarının arttığını, %21,05'i (4 kişi) azaldığını belirtmişlerdir.

Pandemi döneminde organik ürün satın almayan tüketicilere pandemi sürecinde organik ürün satın alıp almadıkları sorulmuştur. Pandemi döneminde önce organik ürün satın almayan tüketicilerin %90,91'i (30 kişi) pandemi sürecinde organik ürün satın almadıklarını, yalnızca %9,09'u (3 kişi) ise organik ürün satın aldığını ifade etmişlerdir.

3.3. Tüketicilerin Organik Ürün Satın Alma Durumlarına Göre Demografik Özellikleri

Organik ürün satın alan tüketicilerin yaş ortalaması 37,94 yıl olarak bulunmuştur. Organik ürün satın alan tüketicilerin minimum yaşı 23, maksimum yaşı ise 69'dur. Organik ürün satın alan tüketicilerin eğitim süresi ortalama 17,64 yıl, minimum 12 yıl, maksimum ise 30 yıldır. Organik ürün satın alan tüketicilerin aylık gelirlerinin ortalaması 5 909,57 TL iken; minimum gelir 2 000 TL, maksimum gelir ise 15 000 TL'dir. Organik ürün satın alan tüketicilerin aylık gıda harcaması ortalama 2 009,57 TL, minimum 500 TL, maksimum ise 7 000 TL olarak bulunmuştur. Organik ürün satın alan tüketicilerin hanelerindeki birey sayısı ortalama 2,83, minimum 1, maksimum ise 6 kişidir.

Organik ürün satın almayan tüketicilerin yaş ortalaması 36,67, minimum yaşı 23, maksimum yaşı ise 68 olarak bulunmuştur. Organik ürün satın almayan tüketicilerin eğitim süresi ortalama 15,67 yıl, ailedeki birey sayısı 2,97, ortalama aylık gelirleri 4 930,00 TL'dir. Organik ürün satın almayan tüketicilerin aylık gıda harcaması ortalama 1 330,00 TL, minimum 300 TL, maksimum ise 3 500 TL'dir.

Organik ürün satın alan tüketicilerin yaşı ve eğitim süresi organik ürün satın almayan tüketicilerden daha yüksek olduğu saptanmıştır. Ancak, farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Organik ürün satın alan tüketicilerin aylık ortalama geliri ve aylık gıda tüketim harcaması daha yüksektir. Gelir, gıda tüketim harcaması ve hanedeki birey sayısı açısından organik ürün satın alan ve almayan tüketiciler göre farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Çizelge 3).

Çizelge 3. Tüketicilerin Organik Ürün Satın Alma Durumlarına Göre Bazı Demografik Özellikleri

Özellikler	**Organik Ürün Satın Alan**				**Organik Ürün Satın Almayan**			
	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart Sapma	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart Sapma
Yaş	37,94	23,00	69,00	10,72	36,67	23,00	68,00	13,06
Eğitim süresi	17,64	12,00	30,00	3,60	15,67	2,00	22,00	4,59
Gelir (TL/ay) *	5909,57	2000,00	15000,00	2900,01	4930,00	1000,00	20000,00	4095,59
Gıda tüketim harcaması (TL/ay) *	2009,57	500,00	7000,00	1272,61	1330,00	300,00	3500,00	822,28
Hanedeki birey sayısı*	2,83	1,00	6,00	0,99	2,97	1,00	5,00	1,07

*Mann Whitney U testine göre $p<0,01$ için anlamlıdır.

Organik ürün satın alan ve almayan tüketicilerin çoğunluğunun kadın olduğu belirlenmiştir. Tüketicilerin cinsiyetlerine göre organik ürün satın alma durumları açısından farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (X^2: 4,846; p: 0,028) (Çizelge 4).

Çizelge 4. Tüketicilerin Cinsiyetlerine Göre Organik Ürün Satın Alma Durumları

	Organik Ürün Satın Alanlar		Organik Ürün Satın Almayanlar	
	Sayı	%	Sayı	%
Cinsiyet				
Kadın	40	85,11	19	63,33
Erkek	7	14,89	11	36,67
Toplam	47	100,00	30	100,00
Medeni Durum				
Evli	31	65,96	17	56,67
Bekar	15	31,91	12	40,00
Dul	1	2,13	1	3,33
Toplam	47	100,00	30	100,00

Organik ürün satın alan ve almayan tüketicilerin çoğunluğunun evli olduğu belirlenmiştir. Tüketicilerin medeni durumlarına göre organik ürün satın alma durumları açısından farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (X^2: 0,697; p: 0,706) (Çizelge 4).

3.4. Organik Ürün Satın Almayan Tüketicilerin Organik Ürün Satın Almama Nedenleri

Organik ürün satın almayan tüketicilerin organik ürün satın almama nedenleri beşli likert ölçeği (1: kesinlikle etkisiz, 5: kesinlikle etkili) kullanılarak değerlendirilmiştir. Tüketiciler organik ürünlerin konvansiyonel ürünlere göre daha pahalı olduğunu düşündüğü ve organik ürünlerin organik olduğuna güvenmedikleri için organik ürün satın almadıklarını belirtmişlerdir. Tüketiciler tarafından organik ürünlerin görünüşünün güzel olmaması ve lezzetli olmaması ifadeleri organik ürün satın almamada etkisiz nedenler olarak belirtilmiştir. Pandemi döneminde gelirlerinin azalması ifadesine tüketiciler organik ürün satın almamada ne etkili ne etkisiz bir neden olarak belirtmişlerdir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Organik Ürün Satın Almayan Tüketicilerin Organik Ürün Satın Almama Nedenleri

Satın Almama Nedenleri	Likert ortalaması
Konvansiyonel ürünlere göre daha pahalı olması	4,27
Ürünlerin organik olduğuna güvenmemesi	3,80
Organik ürünün olup olmamasının beslenmesinde önemli olmaması	2,97
Tükettiği ürünlerin sağlığa zararsız olduğunu düşünmesi	2,67
Pandemi nedeni ile gelirinin azalması	2,63
Organik ürünlere ulaşamaması	2,53
Hijyenik koşullarda üretildiğine inanmaması	2,50
Organik ürünlerle ilgili yeterli bilgisinin olmaması	2,13
Lezzetli olmaması	1,93
Görünüşünün güzel olmaması	1,73

1: Kesinlikle etkisiz 2: Etkisiz 3: Ne etkili ne etkisiz 4: Etkili 5: Kesinlikle etkili

3.5. Organik Ürün Satın Alan Tüketicilerin Organik Ürün Satın Alma Davranışları

Tüketiciler tarafından hem pandemi öncesinde hem de pandemi süresince organik ürünlerin kimyasal kalıntı ve ilaç içermemesi, organik ürünlerin doğal, katkısız ve güvenilir olması organik ürün satın almalarında etkili nedenler olarak belirtilmiştir. Hem pandemi öncesinde hem de pandemi süresince evde çocuk ve yaşlıların olması organik ürün satın almada ne etkili ne de etkisiz neden olarak belirlenmiştir. Ancak, bu ifadeye katılma durumu pandemi döneminde daha yüksek bir değer almıştır. Ayrıca, tüketicilerin pandemi döneminde gelirlerinde değişiklik olmaması ve sağlıklarına daha çok dikkat etmek istemeleri organik ürün satın almalarında etkili nedenler olduğu görülmektedir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Tüketicilerin Organik Ürün Satın Almalarında Etkili Gördükleri Faktörler

Faktörler	**Pandemi Öncesi**	**Pandemi Süresince**
Kimyasal kalıntı ve ilaç içermemesi	4,41	4,40
Doğal ve katkısız olması	4,34	4,32
Güvenilir olması	4,32	4,30
Organik ürünlerin daha sağlıklı olması	4,25	4,28
Kontrollü ve sertifikalandırılmış olması	4,23	4,23
Sağlığıma daha çok dikkat etmek istemem	4,14	4,26
Daha kaliteli ürünler olduğunun düşünülmesi	4,14	4,02

Hijyenik koşullarda üretilmesi	4,11	4,19
Lezzetli olması	4,07	4,17
Organik ürünlerin ulaşabilir olması	3,66	3,68
Bazı organik ürünlerin fiyatlarının konvansiyonel ürün fiyatlarına göre çok yüksek olmaması	3,57	3,47
Evde çocuk ve yaşlıların olması	3,18	3,34

1: Kesinlikle etkisiz 2: Etkisiz 3: Ne etkili ne etkisiz 4: Etkili 5: Kesinlikle etkili

Yurt dışında yapılan bir araştırmaya göre pandemiden önce ve pandemi süresince tüketicilerin organik ürün satın almalarında en önemli gördükleri neden sağlık olarak belirtilmiştir. Ancak, pandemi ile birlikte tüketicilerin pandemi öncesine göre organik ürün satın almalarında en önemli gösterdikleri sağlık açısından yararlı olması ifadesine daha çok önem verdikleri belirlenmiştir (Gerő, 2020). Hindistan'da yapılan bir araştırmada, pandemi süresince bağışıklık sistemini güçlendirmek için tüketicilerin daha çok organik ürün satın aldıkları saptanmıştır(Chaturvedi et al., 2020). Polonyalı tüketiciler, Covid 19 döneminde, kendilerinin ve ailelerinin sağlıklarını önemsedikleri ve aileden gelen alışkanlıklar nedeniyle organik ürün tüketmeyi tercih ettiklerini belirtmişlerdir(Krajewska and Solis, 2021).

Organik ürün satın alan tüketicilerin pandemi öncesinde ve pandemi sürecinde organik ürün satın alma sıklıkları beşli likert ölçeği (1: hiç, 5: daima) kullanılarak değerlendirilmiştir. Tüketicilerin pandemi sürecinde 3,28 ortalama, pandemi öncesine 3,25 ortalama ile bazen organik ürün satın aldıkları belirlenmiştir.

Tüketicilerin pandemi öncesinde ve pandemi süresince organik yumurta ve organik taze sebze ve meyve en sık satın aldıkları ürünlerdir. En az satın alınan ürünler pandemi öncesinde organik kırmızı et ve et ürünleri, pandemi sürecinde organik baldır. Ayrıca, organik tereyağı, organik peynir, organik tavuk ve organik bal pandemi sürecinde tüketiciler tarafından daha az satın alındığı saptanmıştır. Pandemi süresince satın alınma sıklığı en çok artan ürünler; organik kuru meyveler/yemişler ile organik bakliyat ürünleridir (Çizelge 7).

Çizelge 7. Organik Ürün Satın Alan Tüketicilerin Ürünlere Göre Satın Alma Sıklığı

Ürün Grupları	**Pandemi Öncesi**	**Pandemi Süresince**
Organik yumurta	3,43	3,47
Organik taze sebze	3,09	3,13
Organik taze meyve	3,07	3,09
Organik yoğurt	2,89	2,94
Organik süt	2,82	2,83
Organik kuru meyveler/ kuru yemişler	2,48	2,60
Organik tavuk	2,39	2,23
Organik tereyağı	2,20	2,11
Organik peynir	2,18	2,09
Organik bakliyat	2,05	2,23
Organik bal	2,05	1,94
Organik kırmızı et ve et ürünleri	1,95	2,06
Organik un ve unlu mamuller	1,95	2,06

1: Hiç 2: Ayda 1 kez 3: Ayda 2 kez 4: Haftada 1 kez 5: Hafta 2'den fazla

Yurt dışında yapılan bir araştırmada tüketicilerin hem pandemi öncesi hem de pandemi süresince daha çok organik sebze ve meyve satın aldıkları belirlenmiştir(Ćirić et al., 2020). Polonya'da yapılan araştırmada, Covid 19 döneminde tüketiciler tarafından sırasıyla en çok organik tahıllar, organik süt ve ürünleri, yumurta, organik domuz et ve ürünleri, ve organik taze sebzeler, organic taze meyveler tercih edildiği belirlenmiştir(Krajewska and Solis, 2021).

Tüketiciler, pandemi öncesinde organik ürünleri üreticilerden, pandemi süresince süpermarketlerden daha sık satın aldıklarını belirtmişlerdir. Tüketicilerin pandemi sürecinde organik pazarlardan ürün satın alma sıklıkları azalırken, internetten ve organik ürün mağazalarından organik ürün satın alma sıklıkları artmıştır. Pandemi sürecinde tüketiciler organik pazarlardan nadiren organik ürün satın aldıklarını belirtmişlerdir (Çizelge 8). Pandemi döneminde bir süre pazarların kapalı olmasının etkisi olduğu belirtilebilir. Sırbistan'da yapılan bir araştırmada tüketicilerin pandemi süresince internetten organik ürün satın alımlarının arttığı saptanmıştır (Ćirić et al., 2020). Macaristan'da yapılan bir araştırmada ise pandeminden önce tüketicilerin daha çok organik ürünleri perakende kanalları/süpermarketlerden, yerel üreticilerden/organik pazarlardaki üreticilerden, pandemi süresi kısıtlamaları sırasında online piyasasındaki perakendeciler ve direkt üreticilerden daha çok satın aldıkları belirlenmiştir(Gerő, 2020).

Çizelge 8. Organik Ürün Satın Alan Tüketicilerin Organik Ürün Satın Alma Yerlerine Göre Satın Alma Sıklıkları

Satın Alma Yeri	**Pandemi Öncesi**	**Pandemi Süresince**
Üreticilerden	3,41	3,09
Organik pazarlardan	2,34	2,19
Süpermarketlerden	3,23	3,23
Organik ürün mağazalarından	2,41	2,47
İnternetten	2,30	2,74

1: Hiç 2: Nadiren 3: Bazen 4: Sık sık 5: Daima

Organik ürün satın alan tüketicilerin organik ürünlerle ilgili bilgi aldıkları kaynaklar beşli likert ölçeği (1: hiç, 5: daima) kullanılarak değerlendirilmiştir. Tüketicilerin organik ürünlerle ilgili bilgiyi daha çok internetten ve uzmanlardan aldığı Çizelge 9'da görülmektedir. Tüketicilerin organik ürünler hakkında en çok bilgi aldıkları kaynaklar 3,40 ortalama ile internettir. Bunu, 3.38 ortalama ile uzmanlar, 3,30 ortalama ile aile/arkadaşlar izlemektedir. Tüketicilerin en az bilgi aldıkları kaynaklar TV/radyo programları ve reklamlardır.

Çizelge 9. Organik Ürün Satın Alan Tüketicilerin Organik Ürünler Hakkında Bilgi Aldıkları Kaynaklar

Bilgi Kaynakları	Likert Ortalaması
İnternet	3,40
Uzmanlar	3,38
Aile/Arkadaşlar	3,30
Basılı yayınlar (dergi, kitap vb.)	2,85
TV/Radyo Programları	2,21
Reklamlar	2,21

1: Hiç 2: Nadiren 3: Bazen 4: Sık sık 5: Daima

Organik ürün satın alan tüketicilere gelirlerinin artması durumunda satın almak isteyecekleri organik ürünleri likert ölçeği (1: azalırdı, 2: değişmezdi, 3: artardı) kullanarak değerlendirmeleri istenmiştir. Organik ürün satın alan tüketiciler gelirleri artması durumunda organik taze meyve, sebze, organik yumurta ve organik kuru meyve/yemiş satın alımlarının artacağını belirtmişlerdir. Organik un ve unlu mamuller tüketiciler tarafından satın alma miktarlarını değiştirmeyeceği ürünler olarak belirtilmiştir(Çizelge 10).

Çizelge 10. Tüketicilerin Gelirlerinin Daha Yüksek Olması Durumunda Satın Almak İsteyecekleri Organik Ürünler

Ürün Grupları	Organik Ürün Satın Alan
Organik taze meyve	2,57
Organik taze sebze	2,55
Organik süt	2,47
Organik yoğurt	2,47
Organik tereyağı	2,45
Organik peynir	2,47
Organik kırmızı et ve et ürünleri	2,49
Organik tavuk	2,45
Organik bal	2,47
Organik yumurta	2,53
Organik bakliyat	2,45
Organik un ve unlu mamuller	2,38
Organik kuru meyveler/kuru yemişler	2,51

1: Azalırdı 2: Değişmezdi 3: Artardı

4. SONUÇ

COVID 19 döneminde, tüketiciler pandemi sürecinde getirilen kısıtlamalar gerekse kendi istekleri sonucunda satın alma davranışlarında değişiklikler yaşamaktadırlar. Dünyada olduğu gibi, Türkiye'de de Covid 19 pandemi ile birlikte tüketicilerin sağlık konusunda yaşadıkları endişelerden dolayı, sağlık konusunda bilinçlenmeye başlaması, satın alma davranışlarının değişmesine, kaliteli ve sağlıklı gıdalara doğru artış eğiliminin olduğu gözlemlenmiştir. Kesin ve düzenli veriler bulunmamakla birlikte organik sektörde bu konuda çalışan uzmanlar tarafından organik ürünlere yönelik talep artışı yaşandığı belirtilmektedir. Tüketicilerin sağlıklı ve güvenilir gıdalara ulaşmak istemesi organik ürünlerin tüketim potansiyelinin artmasında bir avantaj olarak değerlendirilebilir. Gıda güvenliğinin öne çıktığı salgın döneminde, organik ürünlerin ulaşılabilirliği konusunda pazarlama stratejileri geliştirmelidir. Bu süreç içinde organik tarım yapan üreticilerin tüketicilere ulaşmada zorluklar yaşaması nedeniyle ürünlerini pazarlamada zorluklar yaşadıkları, organik ürün satın almak isteyen tüketicilerin ise bu ürünlere ulaşamadıkları gözlemlenmiştir. Pandemi döneminde organik üretim yapan üreticilere yönelik destekler verilmeli, organik üretim özendirilmelidir. Tüketiciler pandemi öncesinde organik

ürünleri üreticilerden; pandemi süresince süpermarketlerden daha sık satın aldıkları saptanmıştır. Tüketicilerin, pandemi ile birlikte evden çalışması, çalışma sürelerinin uzaması, karantina yasakları ve kalabalık ortamlara girmek istememe nedeni ile bu dönemde organik ürün alımlarını daha çok internet aracılığıyla yaptıkları saptanmıştır. Ayrıca, pandemi süresince organik pazarların bir süre kapalı olması ve organik ürünlere ulaşmada yaşanan zorluklar nedeniyle tüketicilerin organik ürünleri pandemi öncesine göre internetten daha fazla satın alma eğiliminde oldukları belirlenmiştir. Covid 19 salgını ile birlikte, tüketiciler gıdaların nerede ve nasıl üretildiğini bilmek istemektedirler. Organik ürünler üretim aşamasından tüketicilerin sofrasına gelinceye kadar kontrol ve sertifikasyon sisteminden geçmesi, güvenilir bir şekilde izlenebilir olması nedeniyle tüketiciler tarafından istenilen ve aranan ürünler olmuşlardır. Ancak, pandemi ile birlikte tüketicilerin gelirlerindeki azalma, organik ürün fiyatlarının konvansiyonel ürünlere göre daha yüksek olması da organik ürünlere ulaşmada zorluklar yaşanmaktadır. Organik üretim yapan çiftçilerin, ürünlerini markalaştırması, ürünlerine pazar bulması ve ürünlerini e-ticaret kanalı ile pazarlayabilmesi için desteklenmesi sağlanmalıdır. Pandemi döneminde tüketicilerin sağlık konusunda farkındalığının artmasından yararlanılarak üreticiler ve tüketicilere yönelik bilinçlendirme çalışmaları yapılmalı ve tüketiciler organik ürün satın alma konusunda özendirilmelidir.

KAYNAKLAR

Bonti-Ankomah, S., and Yiridoe, E. K. (2006). Organic and conventional food: a literature review of the economics of consumer perceptions and preferences. Organic Agriculture Centre of Canada, 59, 1-40.

Cachero-Martínez, S. (2020). Consumer behaviour towards organic products: the moderating role of environmental concern. Journal of Risk and Financial Management, 13, 330.

Chaturvedi, A., Rashid Chand, Md. and Rahman M. (2020). Impact of the COVID-19 on consumer behavior towards organic food in India. DOI:10.1007/978-981-33-4236-1_8. 127-147. Erişim adresi: https://www.researchgate.net/publication/348692944. (Erişim tarihi:15.09.2021)

Ćirić, M.R., Dragan S. Ilić, Svetlana D. Ignjatijević, Sandra D. Brkanlić (2020). Consumer behaviour in online shopping organic food during the Covid-19 pandemic in Serbia. Food and Feed Research. 47(2) 149-158.

Di Renzo, L., Gualtieri, P., Pivari, F., Soldati, L., Attinà, A., Cinelli, G., and De Lorenzo, A. (2020). Eating habits and lifestyle changes during COVID-19 lockdown: an Italian survey. Journal of Translational Medicine. 18. 1-15.

Gerő, D. (2020). Organic food consumption in Hungary During Covid-19 pandemic. Master's program in Culture. Communication and Globalization. 10th semester- Master Thesis. Hungary. 84 p.

Güven, H. (2020). Covid-19 pandemik krizi sürecinde E-ticarette meydana gelen değişimler. Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi. 7(5). 251-268.

Erdoğan, M. G. (2020). Covid-19 döneminde e-ticaret ve dijital reklam yatırımları. Selçuk İletişim. 13(3). 1296-1318.

Kemp, S. (2020). Digital 2020: 3.8 Biilion People Use Social Media. Erişim adresi: https://wearesocial.com/blog/2020/01/digital-2020-3-8-billion-people-use-social-media. (Erişim tarihi: 10.05.2021)

Krajewska, S.M. and Solis J.W. (2021). Consumer versus organic products in the COVID-19 pandemic: opportunities and barriers to market development. Energies 2021, 14, 5566. https://doi.org/10.3390/en14175566.

Mansoor, D. and Jalal, A. (2011). The global business crisis and consumer behavior: Kingdom of Bahrain as a case study. International Journal of Business and Management 6(1), 104- 115.

Marty, L., de Lauzon-Guillain, B., Labesse, M., and Nicklaus, S. (2021). Food choice motives and the nutritional quality of diet during the COVID-19 lockdown in France. Appetite.1; 157:105005. doi: 10.1016/j.appet.2020.105005. Epub 2020 Oct 15.

Meral, B. (2020). E-ticarette corona virüs (Covid-19) etkisi. Erişim adresi: https://www.techinside.com/e-ticarette-corona-virus-covid-19-etkisi/. (Erişim tarihi: 15.04.2021)

Newbold, P., (1995). Statistics for business and sconomics, Prentice Hall International Editions, 867 p.

Pehlivan, S.A. (2020). Kovid-19 e-ticaret satışlarını arttırdı, talep de değişti: işte liste başı ürünler. Erişim adresi: https://www.ekonomist.com.tr/aysegul-sakarya-pehlivan/kovid-19-e-ticaret-satislarini-arttirdi-talep-de-degisti-iste-liste-basi-urunler.html. (Erişim tarihi:15.04.2021)

Söğüt, B., İnci, H., Taysi, M.R., Karakaya, E.(2020). Organik yumurta tüketim eğilimleri ve tüketici özelliklerinin belirlenmesi(Bingöl ili kent merkezi örneği). Euroasia Journal of Mathematics, Engineering, Natural & Medical Sciences International Indexed and Refereed. ISSN: 2667-6702. 7 (13). 181-199.

TGFT. (2020). COVID-19 sonrası gıda ve içecek sektörü raporu, 120s. Erişim adresi: https://www.tgdf.org.tr/wp-content/uploads/2020/07/covid-rapor_27july.pdf. (Erişim tarihi: 15.04.2021)

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. (2020). Organik tarım genel bilgiler. Erişim adresi: https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Organik-Tarim/Genel-Bilgiler?Ziyaretci=Tuketici. (Erişim tarihi: 10.05.2021)

TÜİK, 2020, Adrese dayalı nüfus kayıt sistemi sonuçları, Erişim adresi: https://data.tuik.gov.tr/. (Erişim tarihi: 16.04.2021)

Yıldız, A. (2020). Kriz dönemlerinde tüketici davranışlarının incelenmesi. Uluslararası Sosyal Bilimler Akademi Dergisi, (3), 377-390.

Yürük, P. (2010). Kriz dönemlerinde tüketicilerin satın alma davranışlarındaki değişiklikler: Edirne ilinde bir uygulama. Trakya Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü. İşletme Anabilim Dalı(Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Tekirdağ, 208s.

Zwanka, R. and Buff, C. (2020). COVID-19 generation: A conceptualframework of the consumer behavioral shifts to be caused by the COVID-19 pandemic. Journal of International Consumer Marketing. 32, 1-10.

Bölüm 8

BİTKİ PARAZİTİ NEMATODLARDA BİYOLOJİK MÜCADELE

Lerzan OZTURK[1]
Gürkan Güvenç AVCI[2]

1 Bağcılık Araştırma Enstitüsü, 59100, Süleymanpaşa, Tekirdag, Türkiye, lerzanozturk@gmail.com https://orcid.org/0000-0003-2199-6807
2 Bağcılık Araştırma Enstitüsü, 59100, Süleymanpaşa, Tekirdag, Türkiye, grkn-avci@yandex.com https://orcid.org/0000-0002-2760-0773

GİRİŞ

Dünya'da birçok ülkede tarım sektörü kendi başına büyük bir potansiyel olmasının yanı sıra ülke endüstrisine de önemli kaynak oluşturmaktadır. Bu işlevlerini yerine getirilebilmesi tarımsal üretimin arttırılmasıyla mümkündür. Ekilebilir alanların maksimum düzeye ulaştığı ve genişletilme imkanının bulunmadığı birçok ülkede tarımsal üretimin artışı artık verim artışıyla eşdeğer kabul edilmektedir. Sağlıklı ve yüksek verimli üretim ancak sağlıklı olarak üretilmiş bitkilerle sağlanabilmektedir. Bunun için üretim alanlarında verim ve kalite kaybına neden olan faktörlerin önüne geçilmesi önem arz etmektedir. Verim ve kalite kayıplarına birçok etmen sebep olmakla birlikte nematodlar önemli zararlıların başında gelmektedir. Genellikle toprak altında zarar yapan nematodlar, toprakta uzun yıllar, canlı kalabilmeleri, -35°C sıcaklıklara dayanabilmeleri, kökte beslenerek bitkinin toprak üstü kısımlarında gözle görülür zarar meydana getirmeleri, bitki virüs hastalıklarına vektörlük etmeleri, toprak kökenli patojenlerin yara yerlerinde bitkiye girişinde rol oynamaları ve toprak partiküllerinde mücadelelerinin güç olması nedeniyle en önemli zararlılardan biri olarak kabul edilmektedir (Leopold ve ark., 2007).

Günümüzde nematod mücadelesinde ekim nöbeti, solarizasyon, suda boğma, toprak fümigasyonu ve toprak işleme gibi çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Ancak bu yöntemler nematod mücadelesinde yetersiz kalmaktadır. Ekim nöbeti çok yıllık bitkilerde uygulanamamakta, toprak solarizasyonu toprak yüzeyinden 30 cm'den daha derin katmanlarda bulunan nematodlara yararsız olmaktadır (Gamliel ve Stapleton, 1993). Fümigasyon sera gibi küçük alanlarda oldukça etkili olmasına karşın 30 cm üzeri toprak derinliklerinde etkinliği düşük olmaktadır. Tüm bu olumsuz etkilerinden dolayı dünyada nematodlarla mücadelede alternatif yöntemlerinin geliştirilmesinin gerekliliği vurgulanmaktadır (Zasada vd., 2010). Bu alternatif mücadele yöntemlerinden biri de parazit nematod, fungus ve bakteri gibi doğal düşmanlar kullanılarak yapılan biyolojik mücadeledir (Elekcioğlu, 2002).

BİTKİ PARAZİTİ NEMATODLAR

Dünya genelinde 30.000 türü tespit edilen ve omurgasızlar sınıfındaki en kalabalık grup olan bu canlılar beslenme habitatlarına göre bakteri ile beslenen bakterivorlar, fungus miselleri ile beslenen fungivorlar, diğer nematodlar ve omurgasızlara beslenenler predatörler, farklı gıda maddeleri ile beslenen omnivorlar ve bitki kısımlarında beslenen herbivorlar olmak üzere 5 gruba ayrılmaktadır (Kennedy ve Luna, 2005). Herbivor nematodlardan dünyada üretim alanlarında 43 cinse ait 250 nematod türü kültür bitkilerinde risk grubunda olarak kabul edilmekte ve bunlardan 33 cinse ait 126 tür çeşitli ülkelerin karantina zararlıları listesinde yer almaktadır (Singh ve ark., 2013).

Nematodlar içerisinde *Tylenchulus semipenetrans* turunçgil alanlarında; *Hirshmaniella oryzae* çeltik alanlarında; *Meloidogyne javanica* ve *M. incognita*; sebze alanlarında; *Meloidogyne chitwoodi*, *Globodera pallida* ve *G. rostochiensis* patates ekiliş alanlarında; *Heterodera avenae, H. latipons* ve *H. flipjevi* buğday arpa gibi hububat ekiliş alanlarında; *Ditylenchus dipsaci* soğan ve sarımsak alanlarında; *Pratylenchus neglectus* ve *Pratylenchus thornei* hububat, meyve ve bağ alanlarında, *Longidorus elongatus* ve *Xiphinema index* meyve ve bağ alanlarında en önemli türler arasında yer almaktadır (Brown, 1984; Janati ve ark., 2018). Bu zararlıların bitki köklerinde beslenip zarar vermesi sonucunda besin maddesi ve su alımının engellenmesi nedeniyle bitkilerde solma, kuruma ve mineral madde eksikliği meydana getirdiği bildirilmektedir (Grannet ve ark., 2003).

Tablo 1. *Sebze, hububat, meyve ve bağ alanlarında bitkilerde nematod zararı sonucunda meydana gelen verim kayıpları*

KÜLTÜR BİTKİSİ	**VERİM KAYBI %**	**NEMATOD TÜRÜ**	**ÜLKE**	**REFERANS**
BAKLA	20	Pratylenchus thornei	İtalya	Di Vito ve ark., 2000
	40	*Pratylenchus neglectus*	İtalya	Di Vito ve ark., 2000
BAMYA	20,2-41,2	*Meloidogyne javanica*	Hindistan	Jain ve ark.,1986
BEZELYE	5-91	*Meloidogyne incognita*	ABD	Toler ve ark., 1973; Olowe, 1976
BİBER	15	Meloidogyne incognita	Hindistan	Bommalinga ve ark., 2013
BÖRÜLCE	28,6	*Meloidogne incognita*	ABD	Koenning ve ark. 1999
	1-5	*Meloidogyne chitwoodi*	ABD	Koenning ve ark. 1999
	1-5	*Meloidogyne hapla*	ABD	Koenning ve ark. 1999
	5-10	Heterodera goettingiana	ABD	Koenning ve ark. 1999
BUĞDAY	27-85	*Pratylenchus thornei*	Avustralya	Nicol ve ark., 1999; Smiley, 2010
	8-36	*Pratylenchus neglectus*	ABD	Smiley ve ark., 2005
	10-19	*Pratylenchus penetrans*	ABD	Smiley, 2010
	20-30	Heterodera latipons	Suriye	Schölz, 2001
	15-92	*Heterodera avenae*	Pakistan, Avustralya, Suudi Arabistan	Maqbool, 1988; İbrahim ve ark., 1999; Meagher, 1972
	48	*Heterodera flipjevi*	İran	Hajihasani ve ark., 2010a
	32-100	*Anguina tritici*	Türkiye, Hindistan	Khan ve Athar, 1996; Özberk ve ark., 2011

ÇİLEK	60-65	Aphelenchoides fragariae	Fransa, Polonya	Duggan, 1969
	65-82	*Aphelenchoides ritzemabosi*	Fransa, Polonya	Bohmer, 1981
	80	*Pratylenchus vulnus*	Srilanka	Mohotti ve ark., 1996
DOMATES	65	*Meloidogyne enterobii*	ABD	Çetintaş ve ark., 2007
	40	Meloidogyne hapla	ABD	Barker ve ark., 1976
	83	*Naccobus aberrans*	Güney Amerika	Manzanilla-Lopez, 2002
	20-77	*Pratylenchus penetrans*	Kanada	Miller, 1975; Potter and Olthof, 1977
	38	*Meloidogyne javanica*	ABD	Sasser, 1979
	22-30	*Meloidogyne incognita*	ABD	Sasser ve Carter, 1975

Tablo 1. *Sebze, hububat, meyve ve bağ alanlarında bitkilerde nematod zararı sonucunda meydana gelen verim kayıpları*

KÜLTÜR BİTKİSİ	VERİM KAYBI %	**NEMATOD TÜRÜ**	**ÜLKE**	**REFERANS**
ERİK	16	*Pratylenchus vulnus*	ABD	McKenry, 1989
FASULYE	36	*Naccobus aberrans*	Güney Amerika	Manzanilla-Lopez, 2002
HAVUÇ	50	*Meloidogyne hapla*	Kanada	Belair, 1992
ISPANAK	49	*Heterodera schachtii*	Kanada	Olthof ve ark, 1974
		Pratylenchus penetrans	Kanada	Potter ve Olthof, 1974
KABAK	24	*Heterodera schachtii*	Kanada	Olthof ve ark, 1974
KANOLA	11-21	*Pratylenchus neglectus*	Kanada	Collins ve ark., 2017
KARNABAHAR	19-59	Pratylenchus penetrans	Kanada	Olthof ve Potter, 1973
KAVUN	45	*Meloidogyne arenaria*	Kore	Kim ve Ferris, 2002
	33	*Meloidogyne javanica*	ABD	Sasser, 1979
	18	*Meloidogyne incognita*	ABD	Sasser, 1979
LAHANA	17-25	Pratylenchus penetrans	Kanada	Olthof ve Potter, 1973
MARUL	64	*Meloidogyne hapla*	Kanada	Olthof ve Potter, 1972a
	18-33	*Pratylenchus penetrans*	Kanada	Olthof ve Potter, 1973
	15	*Meloidogyne javanica*	Hindistan	Ali, 2009
	20-50	Heterodera ciceri	Suriye	Greco ve ark., 1988

MISIR	26	*Pratylenchus schribnerii*	Nijerya	Olowe, 2011
	3,79-49	*Pratylenchus penetrans*	Kanada, ABD	Olthof ve Potter, 1973; MacGuidwin ve Bender, 2016
	29-73	*Heterodera zeae*	ABD, Hindistan;	Kursberg ve ark., 1997; Aruna ve Siddiqi, 1997
MUZ	30	Meloidogyne javanica	Hindistan	Brentu ve ark., 2001
	30-60	*Helicotylechus multicinctus*	Afrika, Hindistan	Brooks, 2004
	30-80	*Radophulus similis*	Hindistan, Afrika	Brooks, 2004, Gowen ve ark, 2005
NOHUT	20-100	*Heterodera ciceri*	Suriye	Greco ve ark., 1988
PAMUK	10,2-47	*Meloidoyne incognita*	ABD	Orr ve Robinson, 1974; Davis ve May, 2005
	30-40	*Rotylenchulus reniformis*	ABD	Gazaway et al., 1992
	18	*Hoplolaimus columbus*	ABD	Noe,1993

Tablo 1. *Sebze, hububat, meyve ve bağ alanlarında bitkilerde nematod zararı sonucunda meydana gelen verim kayıpları*

KÜLTÜR BİTKİSİ	**VERİM KAYBI %**	**NEMATOD TÜRÜ**	**ÜLKE**	**REFERANS**
PATATES	94	*Ditylenchus destructor*	İsveç	Anderson, 1971
	80	Globodera pallida	İtalya	Talavera ve ark., 1998
	10-76	*Globodera rostochiensis*	Polonya, Şili	Zavislak ve ark., 1981; Moreno ve ark., 1984
	65	*Naccobus aberrans*	Güney Amerika	Manzanilla-Lopez, 2002
	25-43	*Pratylenchus penetrans*	Kanada	Olthof ve Potter, 1973
PATLICAN	20	Meloidogyne javanica	ABD	Sasser, 1979
PİRİNÇ	57,9	*Aphelencoides besseyi*	Türkiye	Tülek ve Çobanoğlu, 2010
	10-50	*Ditylenchus angustus*	Hindistan	Prasad ve ark., 1987
	3-90	*Meloidogyne graminicola*	Bangladeş, Hindistan	Barsalote ve Gapasin, 1995; Soriano ve ark., 2000;
SOĞAN	31-72	Meloidogyne hapla	Kanada, ABD	Olthof and Potter, 1972a; Merrifield, 1999
	65	*Ditylenchus dipsaci*	Türkiye	Mennan, 2001
	14-71	*Pratylenchus penerans*	Kanada	Olthof ve Potter, 1973
SOYA FASULYESİ	10-70	*Heterodera glycines*	Japonya	Ichinohe, 1955
	48	Hoplolaimus columbus	ABD	Noe,1993
	10-30	*Pratylenchus brachyurus*	Brezilya	Lima ve ark., 2015
ŞEFTALİ	16	*Pratylenchus vulnus*	ABD	McKenry, 1989

ŞEKER KAMIŞI	60	*Longidorus elongatus*	Rusya	Sigareva ve Filenko, 1983
ŞEKER PANCARI	27	Pratylenchus penetrans	Kanada	Potter ve Olthof, 1974
TATLI PATATES	57	*Meloidogyne javanica*	Avustralya	Akers, 1994
TURUNÇGİL	10-50	*Tylenchulus semipenetrans*	ABD	Baines et al. 1962, Duncan 2005
TÜTÜN	1-50	*Meloidogyne incognita*	Küba, ABD	Shepherd ve Barker, 1990; Garcia ve Perez, 1987
	11-27,3	*Pratylenchus penetrans*	Kanada	Olthof ve ark., 1973
ÜZÜM	10-78	*Mesocriconema xenoplax*	ABD	MacKenry, 1992
YERFISTIĞI	13- 67.1	*Meloidogyne arenaria*	Hindistan	Patel ve ark., 1996; Wheeler ve Starr, 1987
	10-23	*Meloidogyne javanica*	Hindistan	Patel ve ark., 1996

BİTKİ PARAZİTİ NEMATODLAR İLE BİYOLOJİK MÜCADELE

Biyolojik mücadele zararlı nematodları baskı altına alabilmek ve popülasyonlarını kontrol edebilmek ya da çok düşük seviyelerde tutabilmek amacı ile antagonist doğal düşmanların kullanılmasıdır (Mukhtar ve ark. 2013). Bitki paraziti nematodlar ile biyolojik mücadele predatör nematodlar, protozoonlar, tardigradlar, sıçan kuyruklular (collembola türleri), planaryalar (yassı solucanlar), predatör akarlar, fungal ve bakteriyel antagonistler ile sağlanabilmektedir.

PREDATÖR NEMATODLAR:

Predatör nematodlar toprakta bulunan diğer nematodlarla beslenmektedir. Bu türler Mononchida, Diplogasterida, Dorylaimida, Aphelenchida, Enoplida, Rhablida takımlarında yer almaktadır. *Eudorylaimus obtusicaudatus* (Bastian, 1865) Andrássy 1959, *Butlerius degrissei* Grootaert & Jaques, 1979, *Mononchus aquaticus* Coetzee, 1968, *Mylonchulus dentatus* Jairajpuri 1970, *Mesodorylaimus bastiani* (Butschli, 1873), *Seinura tenuicaudata* (de Man) J. B. Goodey 1960 *Meloidogyne* sp, *Heterodera, Thylenchorrhynchus* sp. gibi birçok bitki paraziti nematod türünde beslenen predatör nematodlardır (Bilgrami ve Brey, 2005). Predatör nematodlardan Seinura sp. türleri stiletlerini bitki paraziti nematod vücuduna batırarak, *Mononchus* türleri gelişmiş ağız yapıları ile nematod vücudunda delik açarak, *Dorylaimus, Discolaymus* ve *Actinolaimus* türleri ise nematod vücudunu ya da yumurtayı yırtarak içeriğini almaktadırlar (Khanna, 2004)

PLANARYALAR:

Tatlı ve tuzlu suda yaşayan yassı solucanlar grubundan olan planaryalar grubunun en önemli türleri *Meloidogyne incognita* ile beslenen *Panagrellus redivivus* (L.) ve *Adenoplea nannus* n.sp.dir (Sayre ve Powers, 1966; Sayre ve Wergin,1994).

PROTOZOONLAR:

Tek hücreli ökaryotik protozoonlardan *Theratromyxa weberi* türünün *Globodera rostochiensis, Pratylenchus* spp. ve *Meloidogyne* spp'nin jüvenil bireyleri ile beslendiği belirlenmiştir. Diğer bir protozoon *Dubosquia penetrans* (Thorne, 1940) *Pratylenchus crenatus, Pratylenchus penetrans, Tylenchorrhynchus dubius, Rotylenchus robustus* ve *Meloidogyne arenaria* nematod türlerine etkili olarak bildirilmiştir (Decker, 1989). *Urostyla* sp. ökaryotunun ise *Rotylenchus, Thylenchorrhynchus* ve *Ditylenchus destructor* ile beslendiği görülmüştür (Donchaster ve Hooper, 1961).

TARDİGRADLAR:

Omurgasız mikroskobik canlılar olan ve dünyada 1.000 den fazla türü tanımlanan tardigradlar da birçok nematod türünde beslenmektedir. Önemli türlerden *Hypsibius myrobs* du Bois Reymond Marcus *Meloidogyne incognita* ve *Ditylenhus dipsaci* nematod populasyonunu önemli ölçüde azaltırken, tespit edilen farklı tardigratlar da *Trichodorus aequalis* ve *Tylenchus* sp. de beslenirken gözlemlenmiştir (Hutchinson ve Streu, 1960). Dünya'da en yaygın bulunan tardigradlardan *Macrobiotus richtersi* Murray, 1911 and *M. harmsworthi* Murray 1907 ise *Meloidogyne incognita* populasyonunu oldukça baskılamış, bir tardigrad bireyinin günde 61 nematod ile belenebildiği tespit edilmiştir (Sanchez-Moreno ve ark., 2008).

SIÇAN KUYRUKLULAR (COLLEMBOLA TÜRLERİ):

Dünya'da 7.000 türü tespit edilen toprakta bulunan bu küçük böceklerden *Onychiurus armatus* Tullberg, 1869, *Orchesella villosa, İsotoma viridis* Bourlet,1839, *Hypogastrura* spp. gibi türleri bitki paraziti nematodların pedatörüdür. *O.armatus* türünün kist nematodu *Heterodera crucifera'*nın, *Folsomia candida'*nın da farklı nematodların predatörü olduğu saptanmıştır (Khanna,2004; Huhta ve ark.,1998, Rusek, 1998).

HALKALI SOLUCANLAR:

Dünyada 15.000 den fazla türü tespit edilen Annelida takımındaki halkalı solucanlar da birçok nematod türü ile beslenebilmektedir. Bu takımın tarımsal açıdan en önemli türlerinden olan *Eisenia foetida* bitki kök ve yaprak artıklarındaki *Pratylenchus penetrans* ve diğer *Pratylenchus türleri, Aphelenchoides ritzemabosi* ve *Meloidogyne* nematod türleri ile beslenmektedir. *Pontoscolex corethrurus* solucanı karıştırılmış topraklarda

Heterodera sacchari ve *Pratylenchus zeae* 6 hafta içinde nematod populasyonunda azalış görülmüştür (Boyer ve ark., 2013). Allolobophora longa Ude ise *Globodera rostochiensis* populasyonunu baskılamada etkili bulunmuştur. Annelida takımından *Lumbricus terrestris, Lumbricus rubellus* Hoffmeister, *Allolobophora caliginosa* Saligny, *Dendre obaena octaedra*, *Lampito mauritii* Kingberg türlerinin de bitki paraziti nematodlar ile beslendiği toprakta populasyonu % 20-50 azalttığı lietratürlerde yer verilmiştir (Dash ve ark.,1980).

PREDATÖR AKARLAR:

Mesostigmata (18 tür), Astigmata (1) ve Cryptostigmata (22) alt takımlarında bulunan bazı akar türleri bitki paraziti nematodların mücadelesinde kullanılmıştır. Bu takımlardaki tüm türler nematodun tamamı ile beslenirken Cryptostigmata takımındaki 7 tür sadece nematod iç sıvısı ile beslenmektedir. Bunlardan *Scheloribates praeincisus* (Berlese, 1910), *Scheloribates fimbriatus africanus* Wallwork, 1964 ve *Scheloribates latoincisus* Hammer (1973) akarları ile yapılan denemelerde akarların *Meloidogyne incognita* jüvenilleri, *Pergalumna* sp. ise *Meloidogyne javanica, Tylenchorrhynchus dubius ve T. martini* nematod erginleri ile beslendiği belirlenmiştir. Bu türler tek bir nematod lavrasını 60-80 saniyede tüketebilmektedir. *Lasioseius scapulatus* ise *Meloidogyne incognita* jüvenilleri ve *Aphelenchus avenae* bireyleri ile beslenebilmekte ve yaşam döngüsünü 8-10 günde tamamlamaktadır. (Imbrani ve Mancau, 1983; Ramakrishnan ve Neravathu, 2019). Bir başka akar türü *Protogamasellus mica Meloidogyne javanica, Tylenchorrhynchus annulatus, Aphelenchus avenae, Pratylenchus zea* nematodları ile beslenip günde 26-50 nematod tüketebilmektedir (Stirling ve ark., 2017). *Lasioseius subterraneous* akarı ise 100 *Meloidogyne javanica* yumurtasının tamamını, 100 *Aphelenchus avenae* ve *Pratylenchus zeae* bireyinin 72 tanesini 72 saatte yemektedir (Manwaring ve ark., 2020). Başka bir çalışmada ise *Cosmolaelaps simplex* (Fox) akarının *Tylenchorrhynchus semipenetrans* ve *M. javanica* yumurta paketleri ile beslendiği saptanmıştır (Al Rehiayani ve Fouly, 2005). Yine Rhizoglyphus echinopus akarının *Aphelenchoides ritzemabosi, Ditylenchus dipsaci, D. destructor, Heterodera avenae, Longidorus elongatus* ve *Xiphinema index* nematodları ile beslendiği görülmüştür

FUNGAL ANTAGONİSTLER:

Nematodların fungal antagonistleri etki mekanizmalarına göre 5 grup aldı altında toplanmaktadır (Swe ve ark., 2011). Bunlar;

1) Hifleri ile nematodları tuzağa düşüren nematod avcısı funguslar: Bu grup funguslar ya hifleri üzerindeki yapışkan doku ile avlarını avlamakta yada miselyumlar üzerinde geliştirdikleri özel yapıları ile nematodları yakalamaktadırlar. Bazı önemli türler *Arthrobotrys oligospora*

Fresen, *Arthrobotrys superba* Corda, *Monacrosporium elegans* Oudem, *Monacrosporium subtile*, *Drechslerella acrochaeta* (Drechsler) Subram, *Stylopage hadra, Cystopage cladospora Gamsylella arcuata* (Scheuer & J. Webster). *Dactylella minuta* Grove); *Dactylellina leptospora* (Drechsler) M. Morelet'dir (Swe ve ark., 2011), Avcı funguslardan *Monacrosporium lysipagum* (Drechsler) Subram *Radophulus similis, Heterodera avenae* ve *Meloidogyne javanica* nematodlarına etkili olarak bildirilmiştir (Khan ve ark., 2006). *Artrobotrys robusta* Duddington *Ditylenchus myceliophagus* nematoduna, *Arthrobotrys arthorbotrioides, A. superba*, *A.oligospora* ve *Dactylella lobata Meloidogyne hapla* mücadelesinde başarılı sonuçlar vermiştir.

2) Endoparazitik funguslar: 50 den fazla türe sahip bu grup funguslardan *Nematoctonus concurrens* Drechsler, *Nematoctonus leiosporus* Drechsler, *Drechmeria coniospora*, *Hirsutella rhossoliensis*, *Harposporium anguillulae, Catenaria anguillulae* Sorokin, *Haptoglossa dickii* Glockling nematod paraziti olarak önemli türlerdir (Nordbring-Hertz ve ark., 2006). Bu funguslardan *H. rhossiliensis Meloidogyne hapla* nematoduna oldukça etkili olarak belirlenmiştir (Viaene ve Abawi, 2000). *C. anguillulae Anguina tritici, Xiphinema basiri Meloidogyne javanica, Meloidogyne graminicola, Heterodera cajani ve Heterodera sorghi'yi Catenaria auxiliaris Heterodera schachtii*, *Heterodera avenae* ve *Globodera rostochiensis'*i, *Catenaria vermicola* ise *Belonolaimus longicaudatus, Criconemoides rusticum, Hemicycliophora gigas, Hoplolaimus tylenchiformis, Meloidogyne* spp., *Pratylenchus brachyurus, P. zeae, Radopholus similis, Tylenchulus semipenetrans Tylenchorhynchus martini* ve *Xiphinema chambersi* nematodlarını parazitleyebilmektedir (Birchfield, 1960; Singh ve ark, 2007; Singh ve ark., 2012). *Nematophthora gynophila* ise *H. carotae* Jones, *H. cruciferae, H. goettingiana, H. schachtii* ve *H. trifolii* nematod türlerine etkilidir. Diğer türlerden *Meria coniospora* fungusu *Meloidogyne incognita*'ya etkiliyken *Hirsutella heteroderae* sera koşullarında *Heterodera schachtii* ye etkili bulunmuştur (Kerry ve Crump, 1977; Jatala, 1986).

3) Yumurta paraziti funguslar: *Fusarium* spp., *Cephalosporium* spp., *Verticillium chlamydosporium* Goddard, *Verticillium bulbillosum* W. Gams & Malla, 1971, *Acremonium bacillosporum*, *Helicoon farinosum* Linder, *Dactylella oviparasitica Lecanicillium lecanii, Lecanicillium* muscarium (Petch) Zare and Gams, *Mortierella nana* Linnem, *Paecilomyces lilacinus* (Thom) Samson (1974), ve *Pochonia chlamydosporia* önemli türlerdir. (Nordbring-Hertz ve ark., 2006). Bunlardan *P. lilacinus Meloidogyne incognita, Tylenchulus semipenetrans, Globodera pallida, Heterodera schachtii* ve *Naccobus aberrans*, *V.clamydosporium Meloidogyne arenaria* ve *M.incognita* nematod türlerinin yumurta paraziti olarak bulunmuştur. *Lecanicillium lecanii* şekerpancarı kist nematodu *Heterode-*

ra schachtii ve tahıl kist nematodu *Heterodera avenae, L.muscarium Meloidogyne incognita* yumurtalarında, parazit olarak saptanırken*, Pochonia chlamydosporia Heterodera schachtii, Meloidogyne* spp. ve *Heterodera avenae* yumurtalarından izole edilmiştir. Diğer funguslardan *Chaetomium cochloides* Palliser, *Exophiala pisciphila* McGennis & Ajello, *Fusarium oxysporum* Schlecht, F. solani (Mart.) Sacc., *Phytophthora cinnamomi* Rands, *Trichosporon beigelii* (Kuchenm. and Rabenh.) Vuill., *Pythium* sp., *Heterodera glycines* nematod türleri ile ilişkili bulunmuştur (Jatala, 1986; Olivares ve López-Llorca, 2002; Ahmad ve Khan, 2004).

4) Toksin üreten funguslar: Bu grup funguslar nematodlara toksik bileşenler üretmektedirler. Hem yumurta ve larva hemde ergin paraziti *Purpureocillium lilacinum* LeucinostatinsSerine protease; *Paecilomyces* sp. *chitinase*; *Fusarium solani* T2 toxin, usarenone, neosolaniol, verrucrinA ve moniliformin; *Penicillium anatolicum* P.sp, *P.vermiculatum, P.oxalicum ve P.chrysogenum* ise secalonic asit, oxalin toksik metabolitlerini salgılamaktadırlar. Toksin üreten funguslar içerisinde diğer önemli türler *Nematoctonus pachysporus* Drechsler, *Nematoctonus concurrens* Drechsler*, Nematoctonus haptocladus* Drechsler*, Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm.*, Pleurotus pulmonarius* (Fr) Quel.*, Pleurotus cystidiosus subsp. abalonus, Pleurotus djamor* (Rumph. ex Fr.) Boedijn 1959, *Pleurotus cornucopiae* (Paulet) Rolland, *Pleurotus levis* (Berk. & Curt.) Sing., *Pleurotus populinus* O. Hilber & O.K. Mill., *Pleurotus tuber-regium* (Fr.) Singer, , *Pleurotus subareolatus* Peck*., Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Sing*., Pleurotus florida* (Mont.) Singer, *Pleurotus flabellatus* Sacc., *Pleurotus eryngii* (DC.) Quél., *Pleurotus citronopileatus* Sing., *Megacollybia platyphylla* (Pers.) Kotl. & Pouzar*, Cyathus striatus* (Huds.) Willd*., Kuehneromyces mutabilis* (Schaeff.) Singer & A. H*., Daedalea quercina* (L.) Pers*., Fomitopsis pinicola* (Sw.) P. Karst*., Gymnopilus junonius* (Fr.) en önemli türlerdir (de Freitas Soares ve ark., 2018). Bu fungusların nematoda girişleri genellikle anüs ve vulva açıklıklarından olmaktadır.

5) Mikorizal funguslar: Mikorizalar (Arbüsküler Mikorizal Funguslar/AMF) bitkilerle simbiyotik yaşam sürdüren toprak mikroorganizmalarıdır. AMF kök gelişimini ve köklerin absorbsiyon kapasitesinin iyileştirerek besin ve su alınımını arttırmaktadır. Bu funguslar bitki tarafından alınamayan Fosfot gibi elementleri bitkinin alabileceği yarayışlı hale getirmektedirler. Arbüsküler mikorizal fungusların kolonize olduğu köklerde arginin, isoflavonoidler, sitokinin ve gibberellin gibi hormonların ve bileşiklerin üretiminde artış olmaktadır. Bununla birlikte mikorizalar ürettikleri bileşenlerle konukçu bitki savunma sistemlerini uyarıp hastalık zararlılara karşı dayanıklılığa neden olmaktadır. Mikoriza sayesinde bitkinin kuvvetli gelişmesi de dayanıklılığı teşvik etmektedir. (Palta ve ark., 2010). Asma (*Vitis* spp.) kök bölgesinde *Glomus versiforme* ve *Rhizopha-*

gus irregularis fungusları kolonize olduğunda kitinaz geni aktive olmakta ve böylece bitkide *Meloidogyne incognita* ve *Xiphinema index* nematodlarına karşı dayanıklılık uyarılmaktadır (Li ve ark. 2006; Hao ve ark., 2012). AMF türlerinden *Glomus intradices* fungusu P*ratylenchus coffeae* ve *Radophulus similis, Glomus epigaeus* ve *Glomus fasciculatum* fungusları *Heterodera jacani* nematod türü; *Glomus mosseae Meloidogyne incognita* ve *Pratylenchus penetrans* nematod türleri*;Acaulospora morrowiae, Acaulospors scrobiculata, Acaulospora spinosa, Claroideoglomus etunicatum, Funneliformis geosporus, Funneliformis mosseae, Gigaspora decipiens, Gigaspora rosea, Glomus aggregatum, Glomus macrocarpum* ve *Scutellospora pellucida, Scutellospora heterogama Meloidogyne incognita* nematod türü; *Glomus etunicatum* fungusu *Meloidogyne hapla* nematodu; *Rhizophagus intraradices* ve *Funneliformis mosseae* fungusları *Naccobus aberrans* nematodu; *Funneliformis mosseae* ve *Glomus dussii* fungusları *Scutellonema bradys* nematodu; *Rhizophagus irregularis* fungusu *Radophulus similis* nematodu; *Glomus fasciculatum* fungusları *Meloidogyne javanica* nematodu, *Gigaspora margarita* ve *Glomus etunicatum* fungusları *Meloidogyne arenaria* nematod türü (Waceke ve ark., 2001; Yıldız, 2009; Elsen ve ark., 2008; Tchabi ve ark., 2011; Vos ve ark., 2012a; Anene ve ark., 2013; Banuelos ve ark., 2014; Marro ve ark.,2017).

Bu fungal etmenlerin yanı sıra dünyada en çok kullanılan fungus endofitik *Trichoderma* spp. türleridir. Bunlardan *Trichoderma longibrachiatum Melodiogyne incognita ve Heterodera avenae; Trichoderma viride Meloidogyne* spp.*; Trichoderma harzianum Pratylenchus, Xiphinema, Globodera, Heterodera* ve *Meloidogyne* nematod türlerinde; *Trichoderma virens* kist nematodu *Heterodera schachtii; T. hamatum* ve *T. koningii* ise *Rotylenchulus reniformis* ve M. *javanica* nematodlarına karşı biyolojik etkinlik denemelerinde iyi sonuçlar vermiştir (Bokhari, 2009; Moghadam ve ark., 2009; Zhang ve ark., 2014a, Zhang ve ark., 2015).

BAKTERİYEL ANTAGONİSTLER

Bakteriyel antagonistler parazitler, fırsatçı parazitler, rizobakteriler, kristal Cry proteinleri oluşturan bakteriler, endofitik ve saprofit bakterileri olmak üzere 6 gruba ayrılmaktadır. Bunlar besin rekabeti, toksin, antibiyotik yada ezim gibi bileşenler salgılamak, bitkide dayanıklılığı uyarmak ve konukçu bitki gelişimini arttırmak gibi etki mekanizmaları ile nematodları ve yabancı otları etkilemektedirler. Nematodlara etkili olan bakteriler *Acinetobacter, Actinomycetes, Agrobacterium, Alcaligenes, Arthrobacter, Aureobacterium, Azotobacter, Bacillus, Beijerinckia, Brevibacillus, Brevundimonas, Burkhloderia, Chromobacterium, Clavibacter, Clostridium, Comomonas, Corynebacterium, Curtobacterium, Corynebeacterium, Desulforibtio, Enterobacter, Flavobacterium, Gluconobacter, Klebsiella, Lysobacter, Microbacterium, Micrococcus, Mycobacterium, Paenibacillus,*

Pasteuria, Pseudomanas, Photorhabdus, Phyllobacterium, *Pingobacterium, Rhizobium, Sarcina, Serratia, Sphingopyxis, Streptomyces, Stenotrotrophomonas, Xenorhadbus* ve *Variovorax* cinslerinde yer almaktadır (Tian ve ark., 2007; Al-Shalaby ve Sedik, 2008).

Bu bakterileri cinslerinden obligat parazit bakteri *Pasteuria* spp.'nin endosporunun ikinci dönem larvaya bağlanması, bakterinin üremesi ve enfeksiyon gerçekleşmesi ile nematod baskılanmaktadır. Nematodun kütikulasına yapışmış olan endosporlar çimlenmekte ve kütikuladan nematodun içerisine girip koloni halinde üremektedirler. Bakterinin sporulasyonu ile birlikte nematodun içi endospor ile dolmakta ve ileri infeksiyonda nematod ölmektedir (Katı ve Mennan, 2006; Cianciao, 2018).

Diğer cins bakterilerden bir kısmı ise nematodlarla antagonistik etkileşime girerek yada uyarılmış sistemik dayanıklığa sebep olarak etki etmektedirler.

Direkt antagonizm: PGPR'lar bazı toksik bileşenler üreterek nematodların yumurta açılımını, larva gelişimini, dişi nematodların üreme yeteneğini olumsuz etkilemekte ve nematod ölümlerine neden olabilmektedir. Nitrat bakterilerinin topraktaki organik maddeleri ayrıştırması sonucu açığa çıkan amonyum ve birçok bakteri tarafından üretilen hidrojen cyanamide birçok nematod türüne toksiktir. Bununla birlikte *Pseudomanas* gibi bazı türler 2-4-diacetylphloroglucinol gibi sekonder metabolitler ve *Corynebacterium* gibi türler chitinase, peroksidase, phenylalanine, amonyum lysate, dehidrojen lyphase, β-glucanase, proteaz gibi enzimler üreterek kist nematodları başta olmak üzere birçok türün gelişimini, yumurta oluşturma ve açılımını etkilemektedirler. *Streptomyces albireticuli* gibi bazı bakteriler ise nematod içinde kolonize olarak nematodu hareketsiz hale getirmektedirler. Bazı bakteriler ise pyocyanine, pyrrolnitrin, 2,4-diacetylphloroglucinol gibi bazı bakteriler üreterek nematodların gelişimine, dişi bireylerin yumurta açılımına etki etmektedirler. *Pseudomanas fluorescens* gibi bazı türler nematodların bitkinin kök bölgesine doğru hareketini yönlendiren polisakkarid ve amino asit gibi kök salgılarının yapısını antibiyotik salgılanmasını arttırarak değiştirmektedirler. *Pseudomonas fluorescens* bakterisi tarafından üretilen 2,4-diacetylphloroglucinol (DAPG) antibiyotiği kök ur nematdlarına ve kist nematodlarına karşı uygulandığından başarılı sonuçlar vermektedir (Timper ve ark., 2009).

Uyarılmış sistemik dayanıklılık (ISR): PGP kök bakterilerinin spesifik strainleri bitkilerde pasif halde bulunan doğal savunma mekanizmalarını uyararak Uyarılmış Sistemik Dayanıklılık (ISR) adı verilen bir dayanıklılığın ortaya çıkmasına neden olmaktadır. ISR dayanıklılıkta phenylalanine ammonia lyase (PAL), polyphenol oxidase (PPO), peroxidase (PO), superoxide dismutase (SOD), lipoxygenase (LOX), catalase

(CAT), PR proteinleri, phytoalexin, lipopolysaccharid (LPS's), siderophor, salicylic acid (SA), jasmonic acid (JA), chitinase, ascorbate peroxidase (APX), β-1,3-glucanase ve proteinase gibi inhibe özellikte enzimler görev almaktadır. Bu enzimler fitoaleksin yada fenolik bileşenler üreterek dayanıklılığın uyarılmasına sebep olmaktadır. Ayrıca fenolik madde akışı ve kallus birikimi yoluyla hücre duvarnının kalınlaşması sonucuda dayanıklılı ortaya çıkmaktadır (Mhatre ve ark., 2018).

KAYNAKÇA

AHMAD, S. F., KHAN T. A. (2004), Management of Root Knot Nematode *Meloidogyne incognita*, by Integration of *Paecilomyces lilacinus* with Organic Metarials in Chilli. Archives of Phytopathology and Plant Protection, 37: 35-40.

AL REHIAYANI, S. M., FOULY, A. H. (2005). *Cosmolaelaps simplex* (Berlese), a polyphagous predatory mite feeding on root-knot nematode *Meloidogyne javanica* and citrus nematode *Tylenchulus semipenetrans*. Pakistan Journal of Biological Sciences, 8 (1): 168-174. doi: 10.3923/pjbs.2005.168.174

AL-SHALABY, M.E.M., SEDIK, M. (2008). Biocontrol Activity of Some Bacterial Isolates Against *Meloidogyne incognita.* Egyptian Journal of Biological Pest Control. 18. 119-125.

ANDERSSON, S., (1971), The Potato Rot Nematode, *Ditylenchus destructor* Thorne, as a Parasite in Potatoes. (Potatisrotnematoden, *Ditylenchus destructor* Thorne, som skadegorare i potatis.), Sweden: Dissertation from the Agricultural College of, Uppsala. 139 pp.

ANENE, A., KOFFI, M., VOS, C., DECLERCK, S. (2013), *Rhizophagus irregularis* MUCL 41833 Decreases The Reproduction Ratio of *Radopholus similis* in The Banana Yangambi km5. Nematology. 15. 629 – 632. 10.1163/15685411-00002742.

AKERS, D. (2014), Integration of Crop and Soil İnsect Management in Sweetpotato; HAL Project, in VG09052. 2014, Australian Sweetpotato Growers Inc. p. 1 - 94.

ALI, S. S. (2009), Estimation of Unavoidable Yield Losses in Certain Rabi Pulse Crops Due to The Root Knot Nematode *Meloidogyne javanica*. Trends in Biosciences 2(2) 48-49

ARUNA, P., SIDDIQUI, A.U. (1997a), Population Fluctuation of *Heterodera zeae* on Maize and Barley in Rajastan. Journal of Mycology and Plant Pathology 27, 321-322

BARSALOTE, E.B., GAPASIN, R.M. (1995), Pathogenicity of The Rice Root-Knot Nematode, *Meloidogyne graminicola*. on Upland Rice. Philipp. Phytopath. 31: 95-102.

BARKER, K.R, SHOEMAKER P.B. NELSON, L.A. (1976), Relationships of Initial Population-Densities of *Meloidogyne incognita* and *Meloidogyne hapla* to Yield of Tomato. Journal of Nematology 8, 232–239

BAINES, R.C., MIYAKAWA, T., CAMERON, J.W., SMALL, R.H. (1969), Infectivity of Two Biotypes of The Citrus Nematode on Citrus and on Some Other Hosts. Journal of Nematology 1: 150-159.

BANUELOS, J., ALARCON, A., LARSEN, J., CRUZ-SÁNCHEZ, J.S., TREJO-AGUILAR, D. (2014), Interactions Between Arbuscular Mycorrhizal

Fungi and *Meloidogyne incognita* in The Ornamental Plant *Impatiens balsamina.* Journal of Soil Science and Plant Nutrition. 14. 63-74.

BÉLAIR, G. (1992), Effects of Cropping Sequences on Population Densities of *Meloidogyne hapla* and Carrot Yield in Organic Soil. J Nematol.;24(3):450-6.

BILGRAMI, A., BREY, C. (2005), Potential of Predatory Nematodes to Control Plant-Parasitic Nematodes. Nematodes as Biocontrol Agent.

BIRCHFIELD, W. (1960), A New Species of *Catenaria* Parasitic on Nematodes of Sugarcane. Mycopathologia et Mycologia Applicata 13, 331–338 (1960) doi:10.1007/BF02089931

BOHMER, B. (1981), The Harmful Effect of *Aphelenchoides fragarip* and *A. ritzemabosi* on *Fragaria ananassa*. Gesunde Pflanzen, 33(5):113-117

BOKHARİ FARDOS M. (2009), Efficacy of Some *Trichoderma* species in The Control of *Rotylenchulus reniformis* and *Meloidogyne javanica*, Archives of Phytopathology and Plant Protection, 42:4, 361-369, doi: 10.1080/03235400601070520

BOMMALINGA., S., NARASIMHA T.N., PRAHALADA, G.D., REDDY, B.M.R. (2013), Screening of Bell Pepper Cultivars against Root-Knot Nematode *Meloidogyne incognita* [(Kofoid And White) Chitwood]. Volume 2. 2250-3137.

BROWN, R.H. (1984), Ceareal Cyst Nematode and Its Chemical Control in Australia. Plant Diseases, 68:922-927.

BROOKS, F. E. (2004), Plant-parasitic Nematodes of Banana in American Samoa. Nematropica, 34: 65-72.

CETINTAS, R., KAUR, R., BRITO J.A., MENDES, M.L., NYCZEPIR, A.P., DİCKSON, D.W. (2007), Pathogenicity and Reproductive Potential of *Meloidogyne mayaguensis* and *M. floridensis* Compared with Three Common *Meloidogyne* spp. Nematropica 37, 21–31

CIANCIAO, A., (2018), Biocontrol Potential of *Pasteuria* spp. for The Management of Plant Parasitic Nematodes. CAB Reviews 13(013):1–13.

COLLINS, S., WILKINSON, C., KELLY, S., HUNTER, H., DEBRINCAT, L., REEVES, K., CHEN, K. (2017), The Invisible Threat: Canola Yield Losses Caused by Root Lesion Nematodes in WA. 2017 Grains Research Updates, Perth, Western Australia, February 27-28

DI VITO, M., ZACCHEO, G,, CATALANO, F. (2000), Effect of *Pratylenchus neglectus* and *P. thornei* on The Growth of Faba Bean. Nematologia Medit 28: 261–265.

DUNCAN, L.W. (2005), Nematode Parasites of Citrus. pp. 437-466. In Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture (Luc M, Sikora RA, Bridge J, eds), CAB International, Wallingford, UK.

DASH, M., SENAPATI, B., MISHRA, C. (1980). Nematode Feeding by Tropical Earthworms. *Oikos, 34*(3), 322-325. doi:10.2307/3544291

DAVIS, R. F., MAY, O. L. (2005), Relationship Between Yield Potential and Percentage Yield Suppression Caused by the southern root-knot nematode in cotton. Crop Science 45, 2312–2317.

DECKER, H. (*1989*), *Plant Nematodes and Their Control* (*phytonematology*). Leiden, The Netherlands, E.J. Brill, 540 pp.

DE FREITAS, SOARES, F.E., SUFIATE, B.L., DE QUEİROZ, J.H. (2018), Nematophagous Fungi: Far Beyond The Endoparasite, Predator and Ovicidal Groups. Agriculture and Natural Resources 52(1): 1-8.

DONCASTER, C. C., HOOPER, D. J. (1961) Nematodes Attacked by Protozoa and Tardigrades. Nematologica 6: 333–335

DUGGAN, J. J. (1969), Leaf and Bud Eelworms of Strawberries. Farm Research News, 10(6):134-136.

ELEKCİOĞLU, I.H. (2002), "Bitki paraziti nematodlara karşı biyolojik mücadele". Türkiye 5. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisleri, Erzurum: 61-70

ELSEN, A., GERVACIO, D., SWENNEN, R., DE WAELE D. (2008), AMF-induced Biocontrol Against Plant Parasitic Nematodes in Musa sp.: A Systemic Effect. Mycorrhiza. 18. 251-6. 10.1007/s00572-008-0173-6.

GAMLIEL, A., STAPLETON, J. (1993), Effect of Chicken Compost or Ammonium Phosphate And Solarization On Pathogen Control, Rhizophere Organisms, and Lettuce Growth. *Plant Disease,* 77: 886-891.

GARCIA, O., PEREZ, M. (1987), Pterdidas en cosecha producidas por *Meloidogyne incognita* en tabaco de la provincia de Pinar del Rfo. Ciencia y Tenica en la Agricultura. Protection de Plantas, 10(3):85-98

GAZAWAY, W., RUSH D., EDMISTEN, K. (1992), An Evaluation of Various Temik and Telone Rates for Controlling Reniform Nematodes in Cotton. Fungicide and Nematicide Tests 47:161.

GOWEN, S., QUÉNÉHERVÉ P., FOGAIN R., (2005), "Nematode parasites of bananas and plantains, 611-643". In: Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture (Eds. M. Luc, R. A. Sikora & J. Bridge), CAB International, Wallingford, UK, 896 pp.

GRANETT J., WALKER M. A., KOCSIS L., (2003). Grape Phylloxera Damage, Ecology, Variability and Management. Zbornik Predavanj in Referatov 6. Slovenskega Posvetovanje o Varstvu Rastlin, Zreče, Slovenije, pp. 409-413

GRECO, N. ,VITO M., SAXENA, M.C., REDDY M.V. (1988), Effect of *Heterodera ciceri* on Yield of Chickpea and Lentil and Development of This Nematode on Chickpea in Syria. Nematologica, 34(1):98-114; 17 ref.

HAJIHASANI, A., TANHA MAAFI Z., HAJIHASANI M., (2010a), The Life Cycle of *Heterodera filipjevi* in Winter Wheat Under Microplot Conditions in Iran. Nematol. Medit., 38: 53–57

HAO, Z., FAYOLLE, L., VAN TUINEN, D., CHATAGNIER, O., LI X., GIANINAZZI S., et al. (2012), Local and Systemic Mycorrhiza-Induced Protection against The Ectoparasitic Nmatode *Xiphinema index* Involves Priming of Defence Gene Responses in Grapevine. J. Exp. Bot. 63, 3657–3672.

HUHTA, V., SULKAVA, P., VIBERG, K. (1998), Interactions Between Enchytraeid (*Cognettia sphagnetorum*), Microarthropod and Nematode Populations in Forest Soil at Different Moistures. Appl Soil Ecol 9: 53–58

HUTCHINSON, M. T., STREU, H. T. (1960). Tardigrades Attacking Nematodes. Nematologica, 5(2), 149–149.

IBRAHIM, A. A. M., AL-HAZMI, A. S., AL-YAHYA F. A., ALDERFASI, A. A. (1999), Damage Potential and Reproduction of *Heterodera avenae* on Wheat and Barley under Saudi Field Conditions. Nematology 6: 625–630.

ICHINOHE, M. (1955), Studies on The Morphology and Ecology of The Soy Bean Cyst Nematode, *Heterodera glycines*, in Japan. Report of the Hokkaido National Agricultural Experimental Station, No. 48:59-64.

IMBRIANI, J. I. & MANKAU, R. (1983), Studies on *Lasioseius scapulalus*, A Neostigmatid Mite Predaceous on Nematodes. J. Nematol., 15 : 523-528.

JAIN, R. K., PARUTHI, I. J., GUPTA, D. C., DHANKER, B. S. (1986), Appraisal of Losses Due to Root-Knot Nematode, *Meloidogyne javanica* in Okra Under Field Conditions, Tropical Pest Management, 32:4, 341-342, DOI: 10.1080/09670878609371090

JANATI, S., HOUARI, A., WIFAYA, A., ESSARIOUI, A., MIMOUNI, A., HORMATALLAH, A., MOKRINI, F. (2018), Occurrence of The Root-Knot Nematode Species in Vegetable Crops in Souss Region of Morocco. *The plant pathology journal*, *34*(4), 308–315. doi:10.5423/PPJ.OA.02.2018.0017

JATALA, P. (1986), Biological Control of Plant-Parasitic Nematodes. Annual Review of Phytopathology, 24(1), 453–489. doi:10.1146/annurev.py.24.090186.002321

KATI, T., MENNAN, S., (2006). "Kök-ur Nematodları ile Biyolojik Mücadele.", 21(2): 265-274. , *O.M.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21: 2.

KENNEDY, A. C., DE LUNA, L. Z. (2004), Rhizosphere. In Encyclopedia of soil as in The Environment, ed. D. Hillel, 399–406. Oxford, UK: Elsevier.

KERRY, B. R. , CRUMP, D. H. (1977), Observation on Fungal Patasites of Females and Eggs of The Cereal Cyst Nematode, *Heterodera avenae*, and Other Cyst Nematodes. Nematologica 23:193--201

KHAN, A., WILLIAMS, K., NEVALAINEN, H. (2006), Control of Plant-parasitic Nematodes by *Paecilomyces lilacinus* and *Monacrosporium lysipagum* in Pot Trials. BioControl. 51. 643-658. 10.1007/s10526-005-4241-y.

KHANNA, D. R. (2004), *Biology Of Helminthes*. Discovery Publishing House, USA. 456 pp.

KOENNING, S. R., OVERSTREET, C., NOLING, J. W., DONALD, P. A., BECKER, J. O., FORTNUM, B. A. (1999), Survey of Crop Losses in Response to Phytoparasitic Nematodes in the United States for 1994. Journal of Nematology 31:587-618.

KIM, D.G., FERRIS, H. (2002), Relationship Between Crop Losses and Initial Population Densities of *Meloidogyne arenaria* in Winter-Grown Oriental Melon in Korea. Journal of Nematology 34, 43–49

KRUSBERG, L., SARDANELLI, S., GRYBAUSKAS, A. (1997), Damage Potential of *Heterodera zeae* to *Zea mays* as Affected by Edaphic Factors. Fundamental and Applied Nematology. 20.

LAMBERT, K., BEKAL, S. (2002), Introduction to Plant-Parasitic Nematodes. The Plant Health Instructor. DOI: 10.1094/PHI-I-2002-1218-01

LEOPOLD. S., BORROTO-FERNANDEZ, E,, SCHARTL, A, LAIMER, M. (2007), "Identification of *Xiphinema index* in an Austrian Vineyard.". Vitis 46:49–50

LI, H. Y., YANG, G. D., SHU, H. R., YANG, Y. T., YE, B. X., NISHIDA, I., et al. (2006), Colonization by The Arbuscular Mycorrhizal Fungus *Glomus versiforme* Induces a Defense Response Against The Root-Knot Nematode *Meloidogyne incognita* in The Grapevine (*Vitis amurensis* Rupr.), Which Includes Transcriptional Activation of The Class III Chitin. Plant Cell Physiol. 47, 154–163. 10.1093/pcp/pci231

LIMA, F.S.O., SANTOS, G.R., NOGUEIRA, S.R., SANTOS, P.R.R., CORREA, V.R. (2015), Population Dynamics of The Root Lesion Nematode *Pratylenchus brachyurus* in soybean fields in Tocantins State and Its Effect to Soybean Yield. Nematropica. 2015;45:170–177.

MACGUIDWIN, A. E., BENDER, B. E. (2016), Development of A Damage Function Model for *Pratylenchus penetrans* on corn. Plant Disease. 2016;100:764–769.

MAQBOOL, M,A, (1988), Present Status of Research on Plant Parasitic Nematodes in Cereals and Food and Forage Legumes in Pakistan. In: Saxena MC, Sikora RA, Srivastava JP, editors. Nematodes Parasitic to Cereals and Legumes in Temperate Semiarid Regions. Aleppo, Syria: ICARDA, pp. 173–180.

MANWARING, M., NAHRUNG, H., WALLACE, H. (2020), Attack Rate and Prey Preference of *Lasioseius subterraneous* and *Protogamasellus mica*

on Four Nematode Species. Experimental and Applied Acarology. 80. 10.1007/s10493-019-00456-3.

MANZANILLA-LOPEZ, R. H., COSTILLA, M. A., DOUCET, M., INSERRA, R. N., LEHMAN, P. S., CİD DEL PRADO VI et al. (2002), The Genus *Nacobbus* Thorne & Allen, 1944 (Nematoda: Pratylenchidae): Systematics, Distribution, Biology and Management. Nematropica 32, 149–227.

MCKENRY, M. V. (1989), Damage and Development of Several Nematode Species in A Plum Orchard. Appl. agric. Res., 4 : 10-14

MEAGHER, J. W. (1977), World dDemination of the Cereal Cyst Nematode (Heterodera avenae) and Its Potential as A Pathogen of Wheat. Journal of Nematology, 9:, 9–15.

MENNAN, S. (2001), Amasya Suluova İlçesi Soğan Ekim Alanlarında Soğan Sak Nematodu *Ditylenchus dipsaci* (Kühn, 1857) (Nematoda: Tylenchida: Anguinidae) Populasyonunun Bitki Koruma Yönünden Araştırılması. PhD, Ondokuz Mayıs University, Samsun, Turkey (in Turkish),

MHATRE, P., KARTHIK, C., KADIRVELU, K., LEKSHMANAN, D., VENKATASALAM E P., SRINIVASAN, S., RAMKUMAR, G., SARANYA, C., SHANMUGANATHAN, R. (2018). Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): A Potential Alternative Tool for Nematodes bio-control. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology. 17. 10.1016/j.bcab.2018.11.009.

MILLER, P. M. (1975), Effect of *Pratylenchus penetrans* on Subsequent Growth of Tomato Plants. Plant Disease Reporter 59:866-867.

MOHOTTI, K. M., NAVARATNE, N., NUGALIYADDA, M. (1997), New Record on The Occurrence of Walnut Root Lesion Nematode, *Pratylenchus vulnus* on Strawberry in Sri Lanka. International Journal of Nematology 7, 225–226.

MOGHADAM, E., ROUHANI, H., RASTEGAR, M. (2009), Biological Control of Sugar Beet Cyst Forming Nematode with *Trichoderma* under In Vitro And Green House Condition. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources.

NICOL, J. M., DAVIES, K. A., HANCOCK, T. W., FISHER, J. M. (1999), Yield Loss Caused by *Pratylenchus thornei* on Wheat in South Australia. Journal of Nematology, *31*(4), 367–376.

MARRO, N., CACCIA, M., DOUCET, M., CABELLO, M., BECERRA, A. G., LAX, P. (2017), Mycorrhizas Reduce Tomato Root Penetration by False Root-Knot Nematode *Nacobbus aberrans*. Applied Soil Ecology. 124. 10.1016/j.apsoil.2017.11.011.

MERRIFIELD, K. (1999), Biology, Host Ranges, and Damage Levels of Root-Parasitic Nematodes on Selected Central Oregon Crops. Oregon State University Nematode Testing Lab. http://mgd.nacse.org/ hyperSQL/ squiggles/other

MUKHTAR, T., ARSHAD, H. M., ZAMEER, K. M. (2013), Biocontrol Potential of *Pasteuria penetrans, Pochonia chlamydosporia, Paecilomyces lilacinus* and *Trichoderma harzianum* against *Meloidogyne incognita* in Okra. Phytopathologia Mediterranea 52(1):66-76

NOE, J. P. (1993), Damage Function and Popultion Changes of *Hoplolaimus columbus* on Cotton and Soybean. Journal of Nematology, 25, 440-445.

NORDBRING-HERTZ, B., JANSSON, H. B., TUNLID, A. (2006), Nematophagous Fungi. 10.1038/npg.els.0004293.

OLIVARES, C., LOPEZ-LLORCA, LUİS. (2002), Fungal Egg-Parasites of Plant-Parasitic Nematodes from Spanish soils. Revista Iberoamericana De Micología. 19. 104-10.

OLOWE., T. (2011), Relationship Between Inoculum Density Levels of *Pratylenchus scribneri*, and Growth and Yield of Maize, *Zea mays*. International Journal of Nematology 21, 73–78.

OLTHOF, T.H.A., POTTER, J. W., PETERSON, E. A. (1974), Relationship Between Population-Densities of *Heterodera schachtii* and Losses In Vegetable Crops in Ontario. Phytopathology 64, 549–554.

OLTHOF, T. H. A., POTTER, J. W. (1972a), Relationship Between Population Densities of *Meloidogyne hapla* and Crop Losses in Summer Maturing Vegetables in Ontario. Phytopathology 62:981-986

OLTHOF, T. H. A., POTTER, J. W. (1973), The Relationship Between Population Densities of *Pratylenchus penetrans* and Crop Losses in Summer-Maturing Vegetables in Ontario. Phytopatlzology, 63 : 577-582.

OLOWE, T. (1976), Research Work on Root Knot Nematodes at The National Cereals Research Institute, Ibadan, pp. 15-19 In: Proceedings of the First IMP Research Planning Conferenc on Root knot Nematodes, *Meloidogyne* spp., Region IV, IITA, Ibadan Nigeria, June 7-11,1976.

ORR, C. C., ROBINSON, A. F. (1984), Assessment of Cotton Losses in Western Texas Caused by *Meloidogyne incognita*. Plant Disease, 68(4):284-285

OZBERK, I., YOLCU, S., YUCEL, A., KOTEN, M. NİCOL, J. M. (2011), The İmpact of Seed Gall Nematode on Grain Yield, Quality and Marketing Prices on Durum Wheat in Anatolia, Turkey. African Journal of Agricultural Research 6, 3891–3896

PALTA, Ş., DEMİR, S., ŞENGÖNÜL, K., KARA, Ö., ŞENSOY, H. (2010), Arbüsküler Mikorizal Funguslar (AMF), Bitki ve Toprakla İlişkileri, Mera Islahındaki Önemleri . Bartın Orman Fakültesi Dergisi , 12 (18) , 87-98.

PATEL, B. A., PATEL, D. J., SHARMA, S. B., PATEL, H.V., PATEL, S. K. (1996), Nematode Problems of Groundnut and Their Management in Gujarat, India. International Arachis Newsletter 16, 38–39

POTTER, J.W., OLTHOF, T.H.A. (1974), Yield Losses in Fall-Maturing Vegetables Relative to Population Densities of *Pratylenchus penetrans* and *Meloidogyne hapla*. Phytopathology, 64: 1072-107

PRASAD, J. S., PANWAR, M. S., RAO, Y. S. (1987), Nematode Problems of Rice in India. Tropical Pest Management, 33(2):127-136; 108 ref.

RAMAKRISHNAN, S., RAJENDRAN, G. (2003), Proceedings of National Symposium on Biodiversity and Management of Nematodes in Cropping Systems for Sustainable Agriculture, Jaipur, India, 11-13 November, 2002, 144-147.

RUSEK J (1998), Biodiversity of Collembola and Their Functional Role in The Ecosystem. Biodiversity and Conservation, 7, 1207-1219.

SÁNCHEZ-MORENO, S., FERRIS, H., GUIL, N. (2008), Role of tardigrades in the suppressive service of a soil food web. Agriculture Ecosystems and Environment. 2008;124:187–192.

SASSER, J.N. (1979), Economic Importance of *Meloidogyne* in Tropical Countries. pp. 359-374

SASSER, J. N., CARTER, C. C. (1985), Overview of International *Meloidogyne* Project 1975–1984. In: Sasser JN, Carter CC, editors. An advanced treatise on *Meloidogyne*. Vol. 1: Biology and Control. State University Graphics; Raleigh, USA. pp. 19–25.

SAYRE, R. M, POWERS, E. M. (1966), A predacious soil turbellarian that feeds on free-living and plant-parasitic nematodes. Nematologica 12, 619–629.

SAYRE, R. M., WERGIN, W. P. (1994). "*Adenoplea Nanus* n. Sp. (Turbellaria: Neorhabdocoela) Introduced in Maryland, U.S.A. and Predatory on Soil Nematodes." Transactions of the American Microscopical Society, vol. 113, no. 3, 1994, pp. 263–275.

SIGAREVA., D. D., FILENKO, V. L. (1983), A New Disease of Sugar Beet Caused by The Ectoparasitic Nematode *Longidorus elongatus*. In: Steblevye Nematody sel'skokhozyaistvennykh kul'tur i mery bor'by s nimi. (Materialy simpoziuma, Voronezh, 27–29 Sentyabrya 1983 g.), pp. 152–155. VserossiĭskiĭNII Zashchity Rasteniĭ, Voronezh (RU)

SINGH K.S., PAINI R.D., ASH. J. G, HODDA M. (2013), Prioritising Plant-Parasitic Nematode Species Biosecurity Risks Using Self Organising Maps. Biological Invasions.

SINGH, K. P., JAISWAL, R. K., NİRANJAN, K. (2007), *Catenaria anguillulae* Sorokin: A Natural Biocontrol Agent of *Meloidogyne graminicola* Causing Root Knot Disease of Rice (Oryza sativa L.), World Journal of Microbiology & Biotechnology 23, 291– 294.

SINGH, K. P., VAISH, S. S., KUMAR, N., SINGH, K. D., KUMARI, M. (2012), *Catenaria anguillulae* as An Efficient Biological Control Agent of *Anguina tritici* in Vitro. Biological Control, 61(3), 185–193.

SMILEY, R. W. (2009), Root-lesion Nematodes Reduce Yield of Intolerant Wheat and Barley. Agron. J. 101:1322-1335. doi:10.2134/agronj2009.0162

SMILEY, R. W., WHITTAKER, R. G., GOURLIE, J. A., EASLEY, S. A. (2005), Suppression of Wheat Growth and Yield by *Pratylenchus neglectus* in The Pacific Northwest. Plant Dis. 89:958-968.

SMILEY R. W. (2010), "Root-lesion Nematodes: Biology and Management in Pacific Northwest Wheat Cropping Systems," PNW Extension Bulletin 617, Oregon State University, Corvallis, p. 9.

SORIANO, I. R. S., PROT, J. C., MATIAS, D. M. (2000), Expression of Tolerance for *Meloidogyne graminicola* in Rice Cultivars as Affected by Soil Type and Flooding. J Nematol. 32:309–317.

STIRLING, G. R., STİRLİNG, A. M., WALTER, D. E. (2017). The Mesostigmatid Mite *Protogamasellus mica*, an Effective Predator of Free-Living and Plant-Parasitic Nematodes. Journal of Nematology, 49(3), 327–333.

SWE, A., LI, J., ZHANG, K. Q., POINTING, S., JEEWON, R., HYDE, K. (2011), Nematode-Trapping Fungi. Current Research in Environmental & Applied Mycology. 1. 1-26.

TALAVERA, M., ANDREU, M., VALOR, H., TOBAR, A. (1998), Plant Parasitic Nematodes in Potato Growing Areas of Motril and Salobrena. Investigacion Agraria, Producci on y Protecci on Vegetales 13, 87–95

TCHABI, A., HOUNTONDJI, F., BISOLA, O., LOUİS, L., DANNY, C., WİEMKEN, A. OEHL, F. (2016), Effect of Two Species of Arbuscular Mycorrhizal Fungi İnoculation on Development of Micro-Propagated Yam Plantlets and Suppression of *Scutellonema bradys* (Tylenchideae), Journal of Entomology and Nematology. 8. 1-10. 10.5897/JEN2015.0149.

TIAN, B., YANG, J. ZHANG, K.Q. (2007). Bacteria Used in The Biological Control of Plant Parasitic Nematodes: Populations, Mechanisms of Action, and Future Prospects. FEMS Microbiology Ecology 61: 197–213.

TIMPER, P., KONE, D., YIN, J. JI, P., GARDENER, B. (2009). Evaluation of an Antibiotic-Producing Strain of *Pseudomonas fluorescens* for Suppression of Plant-Parasitic Nematodes. Journal of nematology. 41. 234-40.

TOLER, R.W., S.S. THOMPSON, BARBER J.M. (1963), Cowpea (Southern pea) Diseases in Georgia, 1961-1962. Plant Disease Reporter 47, 746-747.

TÜLEK, A., ÇOBANOĞLU, S. (2010), Distribution of The Rice White Tip Nematode, *Aphelenchoides besseyi*, in Rice Growing Areas in The Thrace Region of Turkey. Nematol Medit 38: 215–217.

VIAENE, N.M., ABAWI, G.S. (2000), *Hirsutella rhossiliensis* and *Verticillium chlamydosporium* as Biocontrol Agents of The Root-Knot Nematode *Meloidogyne hapla* on Lettuce. Journal of Nematology 32(1):85-1 00.

VOS, C., CLAERHOUT, S., MKANDAWIRE, R., PANIS, B., DE WAELE, D., ELSEN, A. (2012a), Arbuscular Mycorrhizal Fungi Reduce Root-

Knot Nematode Penetration Through Altered Root Exudation of Their Host. *Plant Soil* 354, 335–345. doi: 10.1007/s11104-011-1070-x

WACEKE J. W., WAUDO S. W., SIKORA, R. (2001), Suppression of *Meloidogyne hapla* by Arbuscular Mycorrhiza Fungi (AMF) on Pyrethrum in Kenya, International Journal of Pest Management, 47:2, 135-140

WHEELER, T., WOODWARD, J., WALKER, N. (2018), Plant Parasitic Nematodes of Economic Importance in Texas and Oklahoma: Vol.2 - Northeastern, Midwestern and Southern USA. 10.1007/978-3-319-99588-5_16.

YILDIZ, A. (2009), Mikoriza ve Arbusküler Mikoriza Bitki Sağlığı İlişkileri. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 6(1), 91-101.

ZAWISLAK, K., NIEWIADOMSKI, W., GRONOWICZ, H., (1981), Continuous Cultivation of Potatoes and The Golden Nematode Problem. Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczo-Technicznej w Olsztynie, Rolnictwo, No.29:259-270

ZASADA, I.A., HALBRENDT, J.M., BURELLE, N.K., LAMONDIA, J., MCKENRY, M.V., NOLING, J. (2010), Managing Nematodes without Methyl Bromide. Annual Review of Phytopathology. 48: 311-328.

ZHANG, S. W., GAN, Y. T., XU, B. L. (2014a), Efficacy of *Trichoderma longibrachiatum* in The Control of *Heterodera avenae*. BioControl 59, 319–331. 10.1007/s10526-014-9566-y

ZHANG, S. W., GAN, Y. T., XU, B. L. (2015), Biocontrol Potential of A Native Species of *Trichoderma longibrachiatum* against *Meloidogyne incognita*. Appl. Soil Ecol. 94, 21–29.

Bölüm 9

GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*ONCORHYNCHUS MYKİSS*, WALBAUM 1792) YEMLERİNDE ESANSİYEL YAĞ KULLANIMINA GENEL BİR BAKIŞ

Adem Yavuz SÖNMEZ[1]
Yiğit TAŞTAN[2]

1 Doç. Dr., Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Temel Bilimler Bölümü, https://orcid.org/0000-0002-7043-1987
2 Arş. Gör., Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yetiştiricilik Bölümü, https://orcid.org/0000-0002-6782-1597

1. Giriş

Son yıllarda artış gösteren su ürünleri yetiştiriciliği faaliyetleri, sektörün sürdürülebilirliği ile ilgili bazı endişelere yol açmıştır. Bunlardan en önemlisi kültürü yapılan balığı beslemek için doğal balık popülasyonlarına ihtiyaç duyulmasıdır (Sadoul vd., 2016; Taştan & Salem, 2021). Su ürünleri yetiştiriciliği üretimi, diğer tüm karasal bitki veya hayvan yetiştiriciliklerinde olduğu gibi tamamen besinsel bileşenlerin tedariğine bağlıdır. Sucul bitki veya yumuşakça yetiştiriciliğinde bu besinsel bileşenler genellikle çözünmüş mineral tuzları veya planktonik organizmalardan sağlanmakta fakat balık ve eklembacaklı kabuklular gibi bazı karnivor türlerin beslenmesinde ise çoğunlukla balık unu, balık yağı veya ıskarta balık gibi doğal balık stoklarından elde edilen ürünler kullanılmaktadır (Tacon & Metian, 2008). Ancak doğal balık stokları sınırlı birer kaynaktır ve gün geçtikçe azalmaktadır. Nitekim 1974 yılında %90 olan biyolojik olarak sürdürülebilir seviyedeki balık stoklarının oranı 2017 yılı için %65,8 olarak hesaplanmıştır (FAO, 2020). Bu durum dünya su ürünleri yetiştiriciliği sektörünün ilerleyen yıllarda gün geçtikçe artan protein ihtiyacını karşılayamama tehlikesiyle karşı karşıya kalabileceğini göstermektedir. Bu nedenle balık besleme alanında son yıllardaki bilimsel çalışmaların birçoğu bu temel probleme yanıt aramıştır.

Balık yetiştiriciliğinde yem hammaddelerine ikame bulunabilmesi kadar önemli bir diğer problem de mevcut yem kaynaklarının verim ve kalite yönünden iyileştirilmesidir. Nihai olarak balıkların beslenmesi kadar refah ve sağlıklarının korunması da önemlidir. Bu ihtiyacın doğmasındaki en önemli faktör ise artan gıda ihtiyacını karşılamak için birim alandan azami miktarda ürün elde etme çabalarıdır. Fakat yoğun yetiştiricilik sistemleri stres ve hastalık gibi istenmeyen durumları da beraberinde getirmektedir (Sönmez vd., 2021). Balıklar transfer, yüksek stok yoğunluğu, kötü su kalitesi veya herhangi bir işlem için ellenme gibi durumlarda strese girmekte ve bunun sonucunda bağışıklık sistemleri zayıflayarak hastalıklara daha duyarlı hale gelmektedirler (Elbeshti vd., 2020; Salem vd., 2021). Hastalıklar, balık yetiştiriciliğinde önemli bir sorun teşkil etmekte ve verimi azaltarak büyük ekonomik kayıplar meydana getirmektedir. Günümüzde hastalıkların tedavisi veya önlenmesi maksadıyla antibiyotik, aşı, kimyasallar vb. gibi çeşitli yöntemler kullanılsa da bu yöntemlerin birçoğunun önemli derecede çevresel riskleri mevcuttur. Örneğin antibiyotik ve kimyasal ajanlar balık dokusunda birikerek balık sağlığını ve en önemlisi de nihai tüketici olan insan sağlığını tehdit edebilir (Taştan & Salem, 2021). Buna ek olarak antibiyotik kullanımı dirençli bakteri türlerinin ortaya çıkmasına neden olarak önemli ölçüde çevresel risk teşkil etmektedir (Musefiu & Olasunkanmi, 2015). Buradan hareketle Avrupa Birliği de yayımladığı direktiflerde doğal ürünlerin kullanımını teşvik etmektedir. Tüm bu

nedenlerden ötürü hastalıkların önlenmesi ve tedavisi ile ilgili yapılan son yıllardaki çalışmalarda çeşitli doğal ürünlerin kullanımı araştırılmaktadır.

Hem büyüme performansının arttırılması hem de bağışıklık yanıtın güçlendirilmesi amacıyla yapılan bu çalışmalarda bitkisel ürünler büyük ilgi görmektedir. Bu ürünlerin tercih edilme nedenleri arasında genel manada doğal, ucuz, kolay temin edilebilir, çevresel riski az ve insan tüketimi açısından güvenilir olarak kabul edilmeleri yer almaktadır (Bilen vd., 2019; Elbeshti vd., 2020). Balık yemine ilave edilen bitkisel yem katkı maddeleri; bitkilerin sap, gövde, çiçek, yaprak, meyve, tohum, kök vb. gibi farklı kısımlarından esansiyel yağ, fitokimyasal, ekstrakt ve un gibi çeşitli formlarda elde edilmektedir. Esansiyel yağlar; antibakteriyel, antiviral, antifungal, antiparazitik özellikleri ve tıbbi faydaları nedeniyle orta çağlardan beri kullanılan, aromatik bitkiler tarafından ikincil metabolitler olarak üretilen, genellikle keskin kokulara sahip, doğal, uçucu ve kompleks bileşenlerdir (Bakkali vd., 2008). Bu bölümde balık yeminde kullanılan ve sıklıkla son yıllardaki araştırmalara konu olan bitki esansiyel yağlarının gökkuşağı alabalığının büyüme performansı, stres parametreleri ve bağışıklık yanıtlarında meydana getirdiği değişiklikler ile bu ürünlerin sektörel ölçekte kullanılabilirliğini etkileyen nedenlerden bazıları irdelenecektir.

2. Büyüme Performansı

Su ürünleri yetiştiriciliğinde temel amaç birim alandan en kısa sürede en fazla verimi elde etmektir. Bu amaçla balığın hızlı büyümesi karlı bir yetiştiricilik faaliyeti için elzemdir. Esansiyel yağların gökkuşağı alabalığı yemlerinde kullanımını araştıran çalışmalarda bu yağların yemlere iki farklı şekilde ilavesi söz konusudur: (1) balık yağını ikame ederek (yüksek oranlarda esansiyel yağ), (2) balık yağı oranını değiştirmeden yeme ilave ederek (düşük oranlarda esansiyel yağ). Tablo 1 ve Tablo 2'de sırasıyla ikame ve ilave yağların gökkuşağı alabalığının büyüme performansı üzerindeki etkilerini inceleyen güncel araştırmalar özetlenmiştir.

Tablo 1. *Balık Yağını İkame Edebilecek Esansiyel Yağların Gökkuşağı Alabalığının Büyüme Performansı Üzerine Etkileri*

Yağ*	**Yemdeki Balık Yağının İkame Oranı (%)****	**Besleme Süresi (Gün)**	**Büyüme Performansına Etkisi*****	**Kaynak**
Pamuk	50	60	Artış	Güler ve Yıldız (2011)

Kanola	75	72	Değişim yok	Trullàs vd. (2016)
	70	73	Değişim yok	Berge vd. (2021)
	100	77	Artış	Güroy vd. (2012)
1:1 Oranında pamuk ve kanola yağı karışımı	50 ve 100	84	Değişim yok	Yıldız vd. (2018)
1:1 Oranında soya ve keten yağı karışımı	25, 50 ve 75	70	Değişim yok	Reyes vd. (2015)
Soya	25 ve 50	84	Değişim yok	Martins vd. (2006)
Keten	50 ve 100	56	Değişim yok	Masiha vd. (2013)
	100	70	Değişim yok	Yildiz vd. (2015)
Taşkesen	100	56	Artış	Fickler vd. (2018)
Yer fıstığı	25, 50	60	Değişim yok	Acar ve Türker (2016)
Aspir	50	45	Değişim yok	Dernekbaşı vd. (2015)
1:1 Oranında aspir ve kanola yağı karışımı	66	45	Değişim yok	
Defne	50 ve 75	70	Değişim yok	Dernekbaşı vd. (2017)
Palm	25, 50 ve 100	70	Değişim yok	Fonseca-Madrigal vd. (2005)
Susam	50 ve 100	56	Değişim yok	Hematzadeh ve Ali Jalali (2018)
	100	70	Değişim yok	Yildiz vd. (2015)
Haşhaş	50	90	Artış	Örnek vd. (2021)
Ayçiçek	100	70	Değişim yok	Yildiz vd. (2015)

*Kullanılan bitkinin binominal adı okunurluğu arttırmak için tabloda belirtilmemiştir.

**Tabloda verilen oranlar ilgili araştırmada göze çarpan etkilerin görüldüğü oranlardır.

***Farklı yağ oranlarından farklı sonuçlar elde edilen çalışmaların sonuçları, çalışmayı yapan yazarların genel kanısına göre verilmiştir.

Tablo 2. *Yeme İlave Edilen Esansiyel Yağların Gökkuşağı Alabalığının Büyüme Performansı Üzerine Etkileri*

Yağ*	**Yeme Katılan Yağ Miktarı****	**Besleme Süresi**	**Büyüme Performansına Etkisi*****	**Kaynak**
Lavanta	100, 150 ve 200 ml/kg	60	Artış	Hassanalizadeh Chari vd. (2020)
Nane	500, 1000 ve 1500 mg/kg	60	Düşüş	Sönmez vd. (2015)
Adaçayı			Artış	
Kekik			Artış	
Kekik	0,5 ml/kg	60	Artış	Zargar vd. (2019)
Satureja khuzestanica	300 ve 500 mg/kg	60	Artış	Mohamadi Saei vd. (2016)
Mersin			Artış	
Acı biber	1, 2, 4 ve 6 mg/kg	60	Artış	Parrino vd. (2020)
Çörek otu	%0,1, 0,4, 0,7, 1 ve 1,3	144	Artış	Öz vd. (2018)
Ducrosia anethifolia	%0,001, 0,01 ve 0,1	56	Değişim yok	Vazirzadeh vd. (2017)
Yeşil çay	%0,25, %0,5 ve 1	42	Düşüş	Alınterim vd. (2018)
Zerdeçal	%0,2	56	Artış	Larenas-Uría vd (2016)
Limon otu			Artış	
Zencefil			Artış	
Üzüm	1000 mg/kg	60	Artış	Arslan vd. (2018)
Bunium persicum	%1, 2 ve 3	60	Değişim yok	Hajirezaee ve Hossein Khanjani (2021)
İzmir kekiği	0,125, 1,5, 2,5 ve 3 ml/kg	90	Artış	Diler vd. (2017)
MixOil[1]	200 mg/kg	357	Değişim yok	Ceppa vd. (2018)
Limon	%0,5, 0,75 ve 1	56	Artış	Gheytasi vd. (2021)

*Kullanılan bitkinin binominal adı okunurluğu arttırmak için tabloda belirtilmemiştir.

**Tabloda verilen miktarlar ilgili araştırmada göze çarpan etkilerin görüldüğü miktarlardır.

***Farklı yağ miktarlarından farklı sonuçlar elde edilen çalışmaların sonuçları, çalışmayı yapan yazarların genel kanısına göre verilmiştir.

[1]Okaliptüs, izmir kekiği, kekik, portakal yağları içeren bir karışım.

3. Stres Durumu

Brett (1958), stresi "Bir hayvanın normal işleyişini bozan veya adaptif tepkilerini olağan aralığın ötesine taşıyan ve her iki durumda da hayatta kalma şansını önemli ölçüde azaltan çevresel veya başka bir etken nedeniyle meydana gelen hal" şeklinde tanımlamıştır. Balıklar hem doğada hem de laboratuvar veya yetiştiricilik gibi yapay koşullarda çevresel, fiziksel veya biyolojik olarak sınıflandırılabilecek çevresel kirleticiler, pH, sıcaklık, mikroorganizmalar, amonyum vb. gibi birçok çeşitli stres etkenine maruz kalmaktadırlar (Iwama 2006). Maruziyete müteakip gerçekleşen stres tepkisi ise balıkların normal fonksiyonlarını yerine getirmesini engelleyen bir dizi fizyolojik değişikliklerden oluşmaktadır (Tort, 2011). Gerek stres etkeninin kendisi gerekse balığın bu durumla mücadele etmesi balıklarda hastalıklara karşı duyarlılık, büyüme geriliği, üremenin engellenmesi gibi birçok istenmeyen durumu meydana getirmektedir (Pickering, 1993). Bu nedenle balıkların refahını korumak yalnızca etik olduğu için değil aynı zamanda balığın performansın doğrudan etkileyeceğinden üretim faaliyetlerinin başarısı için de gereklidir. Balıkların stresle mücadele etmesine yardımcı olmak maksadıyla esansiyel yağların kullanımını araştıran çalışmalar bulunmaktadır. Esansiyel yağlar içerdikleri zengin fitokimyasal kompozisyonu sayesinde balıkların antioksidan savunma sistemlerini güçlendirebilir veya doğrudan antioksidan etki göstererek oksidatif stresi hafifletmeye yardımcı olabilir (Taştan & Salem, 2021). Son yıllarda gökkuşağı alabalığı yemlerinde stres giderici olarak kullanılan bazı esansiyel yağlar ve etkileri Tablo 3'de sunulmuştur.

Tablo 3. *Yeme İlave Edilen Esansiyel Yağların Gökkuşağı Alabalığının Stres Durumuna Etkileri*

Yağ*	**Yeme Katılan Yağ Miktarı****	**Besleme Süresi**	**Gözlemlenen Etki*****	**Kaynak**
Lavanta	100, 150 ve 200 ml/kg	60	↑ SOD	Hassanalizadeh Chari vd. (2020)
İzmir kekiği	0,125, 1,5, 2,5 ve 3 ml/kg	90	↔ CAT ↓ SOD	Diler vd. (2017)
Limon	200, 400 ve 600 mg/kg	56	Deltametrin stresini yatıştırma	Amiri Resketi vd. (2021)
Kekik	%1	30	Aflatoksin B_1 stresini yatıştırma	Ghafarifarsani vd. (2021)

Kekik	500, 1000 ve 1500 mg/kg	60	↑ SOD ↓ CAT ↑ G6PD ↓ GR ↑ GST ↑ GPx ↓ MDA	Sönmez vd. (2015)
Nane			↑ SOD ↓ CAT ↑ G6PD ↓ GR ↑ GST ↑ GPx ↔ MDA	
Adaçayı			↑ SOD ↓ CAT ↑ G6PD ↓ GR ↓ GST ↑ GPx ↓ MDA	
Üzüm	250, 500 ve 1000 mg/kg	60	↓ SOD ↓ CAT ↑ GPx ↑ GR ↔ G6PD ↓ GST	Arslan vd. (2018)

*Kullanılan bitkinin binominal adı okunurluğu arttırmak için tabloda belirtilmemiştir.

**Tabloda verilen miktarlar ilgili araştırmada göze çarpan etkilerin görüldüğü miktarlardır.

***Farklı yağ miktarlarından farklı sonuçlar elde edilen çalışmaların sonuçları, çalışmayı yapan yazarların genel kanısına göre verilmiştir.

Kısaltmalar: CAT Katalaz, **G6PD** Glukoz-6-fosfat dehidrogenaz, **GPx** Glutatyon peroksidaz, **GR** Glutatyon redüktaz, **GST** Glutatyon-s-transferaz, **MDA** Malondialdehit, **SOD** Süperoksit dismutaz.

4. Bağışıklık Yanıt ve Hastalık Direnci

Bağışıklık sistemi balıkların hem suda yaşamaları hem de poikilotermik canlılar olmaları sebebiyle çevresel koşullara oldukça bağımlıdır. Çoğu patojenik organizma, normalde sucul mikroflorada var olan fırsatçı mikroorganizmalardır (Tort vd., 2003). Bu nedenle balığın immün siste-

mini sekteye uğratacak besin yetersizliği, yaralanma, stres vb. gibi faktörler hastalık meydana gelmesinde önemli rol oynamaktadır. Gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliğinde sıklıkla karşılaşılan ve risk teşkil eden hastalıkların birçoğu bakteriyel hastalıklardır (Gökkuşağı alabalığı fry sendromu, furunkulozis, vibriosis, enterik kızıl ağız hastalığı, bakteriyel hemorajik septisemi, bakteriyel böbrek hastalığı). Bu hastalıkların tedavisinde çeşitli antibiyotikler kullanılmakta ancak antibiyotiklerin çevresel riskleri de iyi bilinmektedir. Dolayısıyla günümüzde antibiyotik kullanımını azaltmak veya ikame edebilmek için birçok deneysel çalışma yürütülmektedir. Bitkisel esansiyel yağların antibiyotikler kadar etkili olduğunu ortaya koyan birçok *in vitro* çalışma bulunurken (Yap vd., 2014) bunların yeme ilave edilmesi ile balıklarda da hem bağışıklık tepkisini uyarabileceğini hem de hastalıklara karşı direnç sağlayabileceğini destekleyen bulgular vardır. Söz konusu etkileri gökkuşağı alabalığında araştıran bazı çalışmalar Tablo 4'de özetlenmiştir.

Tablo 4. *Yeme İlave Edilen Esansiyel Yağların Gökkuşağı Alabalığının Bağışıklık Yanıt ve Hastalık Direncine Etkileri*

Yağ	**Yeme Katılan Yağ Miktarı**	**Besleme Süresi**	**Gözlemlenen Etki**	**Kaynak**
Nar	%0,5, 1 ve 2	60	↔ LİZ ↔ MPO ↑ *Y. ruckeri*	Acar vd. (2018)
Kekik	0,5, 1 ve 2 ml/kg	60	↑ LİZ ↑ Gen ifadeleri ↑ *A. hydrophila*	Zargar vd. (2019)
	%1	30	↑ LİZ ↑ ACH50	Ghafarifarsani vd. (2021)
Kekik ve rezene karışımı	10 ml/100 g	21	↑ *Y. ruckeri* ↓ Gen ifadeleri	Kucukgul Gulec vd. (2013)
Ducrosia anethifolia	%0,001, 0,01 ve 0,1	56	↔ LİZ ↑ Gen ifadeleri ↑ SPA	Vazirzadeh vd. (2017)
Bunium persicum	%1, 2 ve 3	60	↑ LİZ ↑ Toplam Ig ↑ Gen ifadeleri ↑ *A. hydrophila*	Hajirezaee ve Hossein Khanjani (2021)
İzmir kekiği	0,125, 1,5, 2,5 ve 3 ml/kg	90	↑ LİZ ↑ *L. garvieae*	Diler vd. (2017)
Lavanta	100, 150 ve 200 ml/kg	60	↑ LİZ ↑ ACH50 ↑ IgM ↑ Toplam Ig	Hassanalizadeh Chari vd. (2020)

Kirpi otu	%1	21	↑ LİZ ↑ Fagositik aktivite	Fadeifard vd. (2018)
Zencefil			↑ LİZ ↑ Fagositik aktivite	
Çörek otu			↑ LİZ ↑ Fagositik aktivite	
	%1, 2 ve 3	14	↑ LİZ ↑ MPO ↓ Bakterisidal aktivite ↑ Toplam Ig	Awad vd. (2013)
MixOil[1]	50, 200 ve 400 ppm	56	↑ LİZ ↑ IgM ↑ ACH50 ↑ *Y. ruckeri*	Bababaalian Amiri vd. (2020)

*Kullanılan bitkinin binominal adı okunurluğu arttırmak için tabloda belirtilmemiştir.

**Tabloda verilen miktarlar ilgili araştırmada göze çarpan etkilerin görüldüğü miktarlardır.

***Farklı yağ miktarlarından farklı sonuçlar elde edilen çalışmaların sonuçları, çalışmayı yapan yazarların genel kanısına göre verilmiştir.

Kısaltmalar: LİZ Lizozim, **MPO** Myeloperoksidaz, **SPA** Solunum patlama aktivitesi.

[1]Okaliptüs, izmir kekiği ve kekik yağları içeren bir karışım.

5. Esansiyel Yağların Sağlık Etkileri

Esansiyel yağların etkileri elbette içerdikleri fitokimyasallar sayesinde gerçekleşmektedir fakat bilimsel anlamda hangi fitokimyasalın hangi etkiden sorumlu olduğunu bu tarz araştırmalarda anlamak mümkün değildir. Bu etkileri açıklamaya çalışmak ancak bir fitokimyasalın saf halde denenmesi ile mümkündür. Bu da bilimsel anlamda tatmin edici sonuçlar doğuracak olsa da bir fitokimyasalın eldesi için gereken süreç ve elde edilecek miktara göre ortaya çıkacak maliyet bu ürünlerin balık yetiştiriciliğinde kullanımı için "ekonomik" olma gerekçesine tezat bir durumdur. Ayrıca bir bitkinin muhteviyatındaki fitokimyasalların sinerjistik etkisi ve/veya antagonistik etkisi de dikkat gerektiren bir konudur. Liu (2003) bu problemi şu şekilde tanımlamıştır:

"Besin yolu ile alınan antioksidanların kronik hastalık riskini azalttığı hipotezi, meyve ve sebze gibi gıdaların tüketiminin azalan kronik hastalık

riski ile güçlü şekilde ilişkili olduğunu gösteren epidemiyolojik çalışmalardan türemiştir. Bu nedenle, bilim insanlarının bu etkiden sorumlu biyoaktif bileşeni belirleme ve bu 'sihirli bileşeni' bulma umudu kulağa makul gelmektedir ancak burada sorulması gereken anahtar soru: 'Saflaştırılmış bir fitokimyasalın, meyve ve sebze içeriğindeki fitokimyasalla aynı sağlık etkisine sahip olup olmadığıdır'."

Nitekim Eberhardt vd. (2000) 100 g taze elmanın 1500 mg C vitamini ile aynı düzeyde antioksidan aktivite sergilediğini belirlemişlerdir. Bu nedenle balık beslemede kullanılan bitkisel ürünlerin faydalı ve/veya zararlı etkileri içerdiği bileşenlerin niteliğinden çok bu bileşenlerin hem birbirleri hem de yemdeki bileşenlerle sinerjistik ve/veya antagonistik etkisiyle de ilişkili olabilir. Bu nedenle saf bir fitokimyasalın balığa verilmesinden ziyade bitkisel ürünlerin bütünüyle hatta tercihen ekolojik ve ekonomik açıdan daha uygun olması için insan tüketimine arz edilmeyen bitki türlerinin veya diğer bitkilerin yan ürünlerinin (sap, kabuk, çekirdek, kök vb. gibi tüketilmeyen kısımları) kullanılması besleme çalışmaları için daha münasip olacaktır. Tabi ki bu bileşenlerin balık üzerindeki etkilerinin bilimsel olarak açıklanması gerekmektedir veya balık bir model organizma olarak kullanılarak insan sağlığı için de bu fitokimyasalların etkileri araştırılabilir ancak bu çalışmaların kapsamı da bu amaca yönelik olarak belirlenmelidir.

Her ne şekilde etki ederse etsin bu bölümde incelenen çalışmalardan da anlaşılacağı üzere (Tablo 1-4) bazı bitki esansiyel yağları gerek yemdeki balık yağını ikame edebilme gerek yeme takviye edildiğinde büyüme performansı, antioksidan durumu ve bağışıklık yanıtı arttırabilecek, hastalıklara karşı koruyuculuk sağlayabilecek potansiyele sahiptir. Bununla beraber henüz uygulamada yerini almış kayda değer bir ticari ürün yetiştiricilik faaliyetlerinde kullanılmamaktadır. Bu durum hem bu ürünlerin sektörel ölçekte kullanılabilirliğinin önünde engeller olduğu hem de bu engelleri anlamak için daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğu kanısını uyandırmaktadır. Aşağıdaki başlıklarda ve sonuç kısmında muhtemel bazı problemlerden ve tasarlanan araştırmalarda dikkat edilmesi gereken hususlardan bahsedilecektir.

6. Esansiyel Yağların Ekonomik Uygunluğu

Su ürünleri yetiştiriciliği sektörü de diğer sektörlerde olduğu gibi kar amacı güden işletmelerden oluşmaktadır. Balık yetiştiriciliği faaliyetleri gerçekleştiren işletmeler için ekolojik zarardan ziyade ekonomik uygunluk daha önceliklidir. Bu nedenle işletmeler için halihazırda en yüksek maliyeti oluşturan yeme ilave edilecek ürünlerin maliyeti büyük önem teşkil etmektedir. Bu bölüm yazılırken gökkuşağı alabalığı yemlerine esansiyel yağ ilavesi yapan toplam 83 araştırma incelenmiş ve bu çalışmaların yalnızca ikisinde kullanılan yağın ekonomik analizine layıkıyla yer verildiği

görülmüştür. Yıldız vd. (2013), pamuk tohumu ve kanola yağının yemdeki balık yağını ikamesini araştırdıkları deneyde söz konusu yağların balık yağına oranla %13 daha ucuz olduğunu tespit etmişlerdir. Büyüme performansının da etkilenmediğini belirleyen araştırmacılar bu yağların balık yağını ikame edebileceğini belirtmişlerdir. Benzer bir çalışmada, çörek otu yağının yeme ilavesiyle balıkların büyüme performansının arttığı ve %1 oranında çörek otu yağı ile beslenen grubun kontrol grubuna oranla daha düşük maliyetle ürün verebileceği hesaplanmıştır (Öz vd., 2018). Bahsedilen bu iki çalışmada da araştırmacılar ekonomik dönüşüm oranı (Economic conversion rate, ECR) ve ekonomik kar indeksi (Economic profit index, EPI) değerlerini hesaplamışlardır. Bu değerlerin gelecekteki araştırmalara dahil edilmesi bitkisel ürünlerin yem katkı maddesi olarak kullanılabilirliğinde ekonominin rolünü anlamamıza yardımcı olacak bilgi birikimine ulaşmamızı sağlayacaktır. Dolayısıyla hem münferit çalışmaların ekonomik analize yer vermeleri hem de yalnızca bu ürünlerin ekonomik uygunluğunu araştıran çalışmaların yapılması önerilmektedir (bkz. Arru vd., 2019).

7. Antinütrisyonel Faktörler ve Yem Lezzeti

Balık yeminde bitkisel ürün kullanımında sorun teşkil eden ve dikkat edilmesi gerekilen önemli diğer hususlar bitkisel ürünlerin antinütrisyonel faktör muhteviyatı ve yemin lezzetine edeceği etkidir (Bhosale vd., 2010). Antinütrisyonel faktörler; kendi başlarına veya sistemde ortaya çıkan metabolik ürünleri vasıtasıyla yem değerlendirmesini engelleyen, hayvanın sağlığı ve üretimini etkileyen maddelerdir (Makkar, 1993). Bitkilerden elde edilen birçok besin kaynağı antinütrisyonel faktörler içermektedir. Bunlar; saponinler, tanenler, lektinler, fitik asit, amilaz inhibitörleri ve proteaz inhibitörleri gibi bazı bitki metabolitleridir (Gemede & Ratta, 2014). Bu bileşenler yeme ilave edildiğinde balıklarda sindirimi azaltma, yem almama, büyüme geriliği, yüksek mortalite, organ morfolojisinde değişikler gibi istenmeyen etkiler meydana getirmektedir (Francis vd., 2001). Örneğin Krogdahl vd. (1994), soya protein inhibitörünün gökkuşağı alabalığının bağırsak tripsin aktivitesini ve amino asit sindirimini etkilediğini ortaya koymuşlardır. Benzer şekilde Kaiser vd. (2021), kanoladan elde edilen fitik asidin gökkuşağı alabalığının büyümesini olumsuz yönde etkilediğini bildirmişlerdir. Bir başka araştırmada yine kanola glukozinolatının büyüme geriliğine neden olduğu tespit edilmiştir (Burel vd., 2000). Özetle; bitkilerin muhteviyatındaki antinütrisyonel faktörler, bitkisel ürünlerin balık yeminde kullanımını etkileyen en önemli unsurlardan birisidir. Neyse ki bu bileşenlerin inaktif edilmesi veya zararsız hale getirilmesinde ısıl işlem (Jain vd., 2009), fermantasyon (Yamamoto vd., 2010), radyason (Abu-Tarboush, 1998), radyo dalgaları (Jiang vd., 2021) gibi başarıyla uygulanan yöntemler bulunmaktadır.

Bitkilerin muhteviyatındaki bu metabolitler yalnızca antinütrisyonel özellikleri ile değil aynı zamanda yemin lezzetine ve kokusuna olan etkisiyle de birer sorun teşkil etmektedir. Bilhassa aromatik bitkiler karnivor balıklara verildiğinde balıkların normal diyetinde yer almadığından yem alma problemi doğurabilir. Örneğin saponinler gibi bazı metabolitlerin acı tadı nedeniyle yeme ilave edildiğinde yemin lezzetini azalttığı öne sürülmüştür (Bureau vd., 1998). Buna ek olarak çözünebilir aminoasitler gökkuşağı alabalığında güçlü birer koku ve tat uyarıcısıdır ancak bazı bitkilerde bulunan fitik asit, serbest amino asitlere bağlanabildiğinden, yemdeki amino asit konsantrasyonunu azaltarak lezzeti negatif yönde etkileyebilir (Collins vd., 2013). Bu nedenlerden ötürü araştırma tasarlanırken kullanılacak bitkinin antinütrient muhteviyatının iyi belirlenmesi gerekmektedir. Yemin lezzetinden bağımsız olarak balığın esansiyel yağ ile beslenmeye başladığında hangi yaşam evresinde olduğu da burada önem teşkil eden bir diğer husustur. Nitekim Geurden vd. (2013) tarafından yapılan bir araştırmada erken yaşta bitkisel ürünlerden oluşan yemle beslenen balıkların, daha ileriki yaşam evrelerinde tekrar bitkisel yemle beslendiğinde, gönüllü yem alımının daha önce hiç bitkisel ürünle beslenmemiş balıklara göre %30 daha fazla olduğu belirtilmiştir.

7. Sonuç ve Öneriler

Bu bölümde esansiyel yağların gökkuşağı alabalıklarında dikkat çekici etkileri özetlenmiştir. Sonuç olarak birçok farklı bitkiden elde edilen esansiyel yağın gökkuşağı alabalığı yemlerinde balık yağını ikame edebilecek potansiyele sahip olduğu; ayrıca düşük oranlarda yeme ilave edilerek balıkların büyüme performansını, antioksidan durumunu ve bağışıklık sistemini geliştirebileceği kanaatine varılmıştır. Bu ürünlerin sektörel düzeyde kullanılabilmesi için başta ekonomik uygunluğunu tespit etmeye yönelik olmak üzere daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır. İleride yapılacak çalışmalar esansiyel yağları değerlendirirken antinütrisyonel faktörleri, balığın yaşını ve bitkinin maliyetini hesaba katmanın yanı sıra gerektiğinde antinütrisyonel faktörleri ortadan kaldırmak için uygun yöntemi uygulamalıdır. Bunlara ek olarak bu bölümde kapsam gereği değinilmeyen faktörler (esansiyel yağ ile beslenen balığın et kalitesi, yağ asidi profili, lezzeti, raf ömrü, esansiyel yağın yemdeki ve sudaki kararlılığı gibi) de göz ardı edilmemelidir. Tüm bu unsurların bir arada incelendiği geniş kapsamlı ve disiplinler arası çalışmalara ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Abu-Tarboush, H. M. (1998). Irradiation inactivation of some antinutritional factors in plant seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *46*(7), 2698-2702. doi: 10.1021/jf980102x

Acar, Ü., & Türker, A. (2018). Response of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) to unrefined peanut oil diets: Effect on growth performance, fish health and fillet fatty acid composition. *Aquaculture Nutrition*, *24*(1), 292-299. doi: 10.1111/anu.12559

Acar, Ü., Parrino, V., Kesbiç, O. S., Lo Paro, G., Saoca, C., Abbate, F., ... & Fazio, F. (2018). Effects of different levels of pomegranate seed oil on some blood parameters and disease resistance against *Yersinia ruckeri* in rainbow trout. *Frontiers in Physiology*, *9*, 596. doi: 10.3389/fphys.2018.00596

Alınterim, B., Öztürk, E., Kutluyer, F., & Aksu, Ö. (2018) Yeşil çay yağının gökkuşağı alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss*) yem değerlendirme oranına ve hematolojik parametrelerine etkileri. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, *13*(2), 159-164. doi: 10.17094/ataunivbd.296989

Amiri Resketi, M., Yeganeh, S., & Jani Khalili, K. (2021). Dietary sour lemon (*Citrus limon*) peel essential oil supplementation for reduction of deltamethrin-induced stress in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of the World Aquaculture Society*, *52*(1), 105-123. doi: 10.1111/jwas.12749

Arru, B., Furesi, R., Gasco, L., Madau, F. A., & Pulina, P. (2019). The introduction of insect meal into fish diet: The first economic analysis on European sea bass farming. *Sustainability*, *11*(6), 1697. doi: 10.3390/su11061697

Arslan, G., Sönmez, A. Y., & Yanık, T. (2018). Effects of grape *Vitis vinifera* seed oil supplementation on growth, survival, fatty acid profiles, antioxidant contents and blood parameters in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture Research*, *49*(6), 2256-2266. doi: 10.1111/are.13686

Awad, E., Austin, D., & Lyndon, A. R. (2013). Effect of black cumin seed oil (*Nigella sativa*) and nettle extract (Quercetin) on enhancement of immunity in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Aquaculture*, *388*, 193-197. doi: 10.1016/j.aquaculture.2013.01.008

Bababaalian Amiri, A., Azari Takami, G., Afsharnasab, M., & Zargar, A. (2020). Effects of commercial herbal oil mixture on some hematological, biochemical and immunological parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and its preventive efficacy against *Yersinia ruckeri* infection. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, *19*(3), 1304-1318.

Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils – A review. *Food and Chemical Toxicology*, *46*(2), 446-475. doi: 10.1016/j.fct.2007.09.106

Berge, G. M., Krogdahl, Å., Hillestad, M., Holm, H., Holm, J., & Ruyter, B. (2021). Comparison of EPA and DHA utilization in Atlantic salmon (*Salmo salar*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed two diets with different content of fish oil and rapeseed oil. *Journal of Applied Aquaculture*, 1-19. doi: 10.1080/10454438.2021.1955804

Bhosale, S. V., Bhilave, M. P., & Nadaf, S. B. (2010). Formulation of fish feed using ingredients from plant sources. *Research Journal of Agricultural Sciences*, *1*(3), 284-287.

Bilen, S., Kenanoglu, O. N., Terzi, E., Ozdemir, R. C., & Sonmez, A. Y. (2019). Effects of tetra (*Cotinus coggygria*) and common mallow (*Malva sylvestris*) plant extracts on growth performance and immune response in Gilthead Sea bream (*Sparus aurata*) and European Sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture*, *512*, 734251. doi: 10.1016/j.aquaculture.2019.734251

Brett, J. R. (1958). Implications of assessment of environmental stress. In P. A. Larkin (Ed.) *The investigation of fish-power problems* (pp. 69-83). Vancouver, Canada: University of British Columbia.

Bureau, D. P., Harris, A. M., & Cho, C. Y. (1998). The effects of purified alcohol extracts from soy products on feed intake and growth of chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, *161*, 27–43. doi: 10.1016/S0044-8486(97)00254-8

Burel, C., Boujard, T., Escaffre, A. M., Kaushik, S. J., Boeuf, G., Mol, K. A., ... & KuÈhn, E. R. (2000). Dietary low-glucosinolate rapeseed meal affects thyroid status and nutrient utilization in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *British Journal of Nutrition*, *83*(6), 653-664. doi: 10.1017/S0007114500000830

Ceppa, F., Faccenda, F., De Filippo, C., Albanese, D., Pindo, M., Martelli, R., ... & Parisi, G. (2018). Influence of essential oils in diet and life-stage on gut microbiota and fillet quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, *69*(3), 318-333. doi: 10.1080/09637486.2017.1370699

Collins, S. A., Mansfield, G. S., Desai, A. R., Van Kessel, A. G., Hill, J. E., & Drew, M. D. (2013). Structural equation modeling of antinutrients in rainbow trout diets and their impact on feed intake and growth. *Aquaculture*, *416*, 219-227. doi: 10.1016/j.aquaculture.2013.09.020

Dernekbaşı, S., Karayücel, I., & Akyüz, A. P. (2017). Effect of diets containing laurel seed oil on growth and fatty acid composition of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture Nutrition*, *23*(2), 219-227. doi: 10.1111/anu.12382

Dernekbaşı, S., Kerim, M., & Alagil, F. (2015). Effect of dietary safflower and canola oil on growth performance, body, and fatty acid composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Aquatic Food Product Technology*, *24*(2), 131-142. doi: 10.1080/10498850.2012.762704

Diler, O., Gormez, O., Diler, I., & Metin, S. (2017). Effect of oregano (*Origanum onites* L.) essential oil on growth, lysozyme and antioxidant activity and resistance against *Lactococcus garvieae* in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Aquaculture Nutrition*, *23*(4), 844-851. doi: 10.1111/anu.12451

Eberhardt, M. V., Lee, C. Y., & Liu, R. H. (2000). Antioxidant activity of fresh apples. *Nature*, *405*, 903-904. doi: 10.1038/35016151

Elbesthi, R. T. A., Yürüten Özdemir, K., Taştan, Y., Bilen, S., & Sönmez, A. Y. (2020). Effects of ribwort plantain (*Plantago lanceolata*) extract on blood parameters, immune response, antioxidant enzyme activities, and growth performance in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Fish Physiology and Biochemistry*, *46*(4), 1295-1307. doi: 10.1007/s10695-020-00790-z

Fadeifard, F., Raissy, M., Jafarian, M., Boroujeni, H. R., Rahimi, M., & Faghani, M. (2018). Effects of black seed (Nigella sativa), ginger (Zingiber officinale) and cone flower (Echinacea angustifolia) on the immune system of rainbow trout, Oncorhynchus mykiss. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, *70*, 199-204. doi: 10.1590/1678-4162-8489

FAO. (2020). The state of world fisheries and aquaculture 2020. Sustainability in action. Rome. doi: 10.4060/ca9229en

Fickler, A., Staats, S., Hasler, M., Rimbach, G., & Schulz, C. (2018). Dietary *Buglossoides arvensis* oil as a potential candidate to substitute fish oil in rainbow trout diets. *Lipids*, *53*(8), 809-823. doi: 10.1002/lipd.12092

Fonseca-Madrigal, J., Karalazos, V., Campbell, P. J., Bell, J. G., & Tocher, D. R. (2005). Influence of dietary palm oil on growth, tissue fatty acid compositions, and fatty acid metabolism in liver and intestine in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture Nutrition*, *11*(4), 241-250. doi: 10.1111/j.1365-2095.2005.00346.x

Francis, G., Makkar, H. P., & Becker, K. (2001). Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. *Aquaculture*, *199*(3-4), 197-227. doi: 10.1016/S0044-8486(01)00526-9

Gemede, H. F., & Ratta, N. (2014). Antinutritional factors in plant foods: Potential health benefits and adverse effects. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, *3*(4), 284-289. doi: 10.11648/j.ijnfs.20140304.18

Geurden, I., Borchert, P., Balasubramanian, M. N., Schrama, J. W., Dupont-Nivet, M., Quillet, E., ... & Médale, F. (2013). The positive impact of the early-feeding of a plant-based diet on its future acceptance and utilisation in rainbow trout. *PLoS One*, *8*(12), e83162. doi: 10.1371/journal.pone.0083162

Ghafarifarsani, H., Kachuei, R., & Imani, A. (2021). Dietary supplementation of garden thyme essential oil ameliorated the deteriorative effects of aflatoxin B1 on growth performance and intestinal inflammatory status of rainbow

trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, *531*, 735928. doi: 10.1016/j.aquaculture.2020.735928

Gheytasi, A., Shekarabi, S. P. H., Islami, H. R., & Mehrgan, M. S. (2021). Feeding rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, with lemon essential oil loaded in chitosan nanoparticles: Effect on growth performance, serum hemato-immunological parameters, and body composition. *Aquaculture International*, *29*, 2207-2221. doi: 10.1007/s10499-021-00741-2

Güler, M., & Yıldız, M. (2011). Effects of dietary fish oil replacement by cottonseed oil on growth performance and fatty acid composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, *35*(3), 157-167. doi: 10.3906/vet-1002-252

Güroy, D., Güroy, B., Merrifield, D. L., Tekinay, A. A., Davies, S. J., & Şahin, İ. (2012). Effects of fish oil and partial fish meal substitution with oilseed oils and meals on growth performance, nutrient utilization and health of the rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture International*, *20*(3), 481-497. doi: 10.1007/s10499-011-9479-z

Hajirezaee, S., & Hossein Khanjani, M. (2021). Evaluation of dietary inclusion of Bunium persicum, *Bunium persicum* essential oil on growth, immune components, immune-related gene expressions and resistance to *Aeromonas hydrophila*, in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture Research*, *52*(10), 4711-4723. doi: 10.1111/are.15305

Hassanalizadeh Chari, F., Akrami, R., Ghelichi, A., & Ebrahimi, P. (2020). The effect of *Lavandula officinalis* nanoemulsion on growth performance, body composition, haematology and immunity parameters of *Oncorhynchus mykiss*. *Journal of Applied Animal Research*, *48*(1), 340-347. doi: 10.1080/09712119.2020.1794883

Hematzadeh, A., & Ali Jalali, S. M. (2018). Effects of dietary sesame oil on growth performance, chemical composition, lipid oxidation, and sensory characteristics of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Natural Product Research*, *32*(23), 2844-2847. doi: 10.1080/14786419.2017.1380012

Iwama, G. K. (2006). Stress in fish. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *851*, 304-310. doi: 10.1111/j.1749-6632.1998.tb09005.x

Jain, A. K., Kumar, S., & Panwar, J. D. (2009). Antinutritional factors and their detoxification in pulses – A review. *Agricultural Reviews*, *30*(1), 64-70.

Jiang, Y., Li, L., He, F., Yan, W., Tang, Y., Yang, R., & Zhao, W. (2021). Highly effective inactivation of anti-nutritional factors (lipoxygenase, urease and trypsin inhibitor) in soybean by radio frequency treatment. *International Journal of Food Science & Technology*, *56*(1), 93-102. doi: 10.1111/IJFS.14605

Kaiser, F., Harloff, H. J., Tressel, R. P., Steffens, D., Seibel, H., Jung, C., & Schulz, C. (2021). Effects of supplemented anti-nutritive substances from rapeseed on growth and health performance of rainbow trout

(*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, *536*, 736422. doi: 10.1016/j.aquaculture.2021.736422

Krogdahl, Å., Lea, T. B., & Olli, J. J. (1994). Soybean proteinase inhibitors affect intestinal trypsin activities and amino acid digestibilities in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, *107*(1), 215-219. doi: 10.1016/0300-9629(94)90296-8

Kucukgul Gulec, A., Kucukgul, A., Danabas, D., Ural, M., Seker, E., Arslan, A., & Serdar, O. (2013). Therapeutic effects of thyme (*Thymus vulgaris* Linneaus) and fennel (*Foeniculum vulgare* Miller) essential oils in infected rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures*, *8*(3), 1069-1078.

Larenas-Uría, C., Ríos, J., & Ubidia, W. (2016). Growth and survival of fingerlings rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) using three different diets enriched with essential oils. *AACL Bioflux*, *9*(3), 634-637.

Liu, R. H. (2003). Health benefits of fruit and vegetables are from additive and synergistic combinations of phytochemicals. *The American Journal of Clinical Nutrition*, *78*(3), 517S-520S. doi: 10.1093/ajcn/78.3.517S

Makkar, H. P. S. (1993). Antinutritional factors in foods for livestock. *BSAP Occasional Publication*, *16*, 69–85. doi:10.1017/s0263967x00031086

Martins, D. A., Gomes, E., Rema, P., Dias, J., Ozório, R. O. A., & Valente, L. M. P. (2006). Growth, digestibility and nutrient utilization of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles fed different dietary soybean oil levels. *Aquaculture International*, *14*(3), 285-295. doi: 10.1007/s10499-005-9034-x

Masiha, A., Soofiani, N. M., Ebrahimi, E., Kadivar, M., & Karimi, M. R. (2013). Effect of dietary flaxseed oil level on the growth performance and fatty acid composition of fingerlings of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *SpringerPlus*, *2*(1), 1. doi: 10.1186/2193-1801-2-1

Mohamadi Saei, M., Beiranvand, K., Khalesi, M. K., & Mehrabi, F. (2016). Effects of dietary savory and myrtle essential oils on growth, survival, nutritional indices, serum biochemistry, and hematology of farmed rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, fry. *Journal of the World Aquaculture Society*, *47*(6), 779-785. doi: 10.1111/jwas.12306

Musefiu, T. A., & Olasunkanmi, S. M. (2015). Antibiotics resistance in bacteria strains isolated from fish: Potential health risk. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, *10*(5), 65-74.

Örnek, E., Acar, Ü., & Öğütcü, M. (2021). Effects of dietary fish oil replacement by poppy seed oil on growth performance and fillet quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture Research*, *52*(7), 3026-3037. doi: 10.1111/are.15147

Öz, M., Dikel, S., & Durmus, M. (2018). Effect of black cumin oil (*Nigella sativa*) on the growth performance, body composition and fatty acid profile of

rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, *17*(4), 713-724.

Parrino, V., Kesbiç, O. S., Acar, Ü., & Fazio, F. (2020). Hot pepper (*Capsicum sp*.) oil and its effects on growth performance and blood parameters in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Natural Product Research*, *34*(22), 3226-3230. doi: 10.1080/14786419.2018.1550769

Pickering, A. D. (1993). Growth and stress in fish production. *Genetics in Aquaculture*, *111*(1-4), 51–63. doi:10.1016/b978-0-444-81527-9.50010-5

Reyes, M. L. E., Velázquez, E. A. R., Hernández, L. H. H., & Araiza, M. A. F. (2015). Effect of the substitution of fish oil with a mixture of plant-based oils in diets of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) fingerlings on growth, phosphorus and nitrogen excretion. *Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh*, *67*, 20681. doi: 10.46989/001c.20681

Sadoul, B., Foucard, A., Valotaire, C., Labbé, L., Goardon, L., LeCalvez, J. M., ... & Colson, V. (2016). Adaptive capacities from survival to stress responses of two isogenic lines of rainbow trout fed a plant-based diet. *Scientific reports*, *6*, 35957. doi: 10.1038/srep35957

Salem, M. O. A., Salem, T. A., Yürüten Özdemir, K., Sönmez, A. Y., Bilen, S., & Güney, K. (2021). Antioxidant enzyme activities and immune responses in rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*) juveniles fed diets supplemented with dandelion (*Taraxacum officinalis*) and lichen (*Usnea barbata*) extracts. *Fish Physiology and Biochemistry*, *47*, 1053-1062. doi: 10.1007/s10695-021-00962-5

Sönmez, A. Y., Bilen, S., Alak, G., Hisar, O., Yanık, T., & Biswas, G. (2015). Growth performance and antioxidant enzyme activities in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) juveniles fed diets supplemented with sage, mint and thyme oils. *Fish Physiology and Biochemistry*, *41*, 165-175. doi: 10.1007/s10695-014-0014-9

Sönmez, A. Y., Bilen, S., Taştan, Y., Serag, K. J. B., Toring, C. C., Romero, J. B., ... & Terzi, E. (2021). Oral administration of *Sargassum polycystum* extracts stimulates immune response and increases survival against *Aeromonas hydrophila* infection in *Oncorhynchus mykiss*. *Fish & Shellfish Immunology*, *117*, 291-298. doi: 10.1016/j.fsi.2021.08.020

Tacon, A. G., & Metian, M. (2008). Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects. *Aquaculture*, *285*(1-4), 146-158. doi: 10.1016/j.aquaculture.2008.08.015

Taştan, Y., & Salem, M. O. A. (2021). Use of phytochemicals as feed supplements in aquaculture: A review on their effects on growth, immune response, and antioxidant status of finfish. *Journal of Agricultural Production*, *2*(1), 32-43. doi: 10.29329/agripro.2021.344.5

Tort, L. (2011). Stress and immune modulation in fish. *Developmental & Comparative Immunology*, *35*(12), 1366-1375. doi: 10.1016/j.dci.2011.07.002

Tort, L., Balasch, J. C., & Mackenzie, S. (2003). Fish immune system. A crossroads between innate and adaptive responses. *Inmunología*, *22*(3), 277-286.

Trullàs, C., Fontanillas, R., Tres, A., Barroeta, A. C., & Sala, R. (2016). Acid and re-esterified rapeseed oils as alternative vegetable oils for rainbow trout diets: Effects on lipid digestibility and growth. *Aquaculture*, *451*, 186-194. doi: 10.1016/j.aquaculture.2015.09.021

Vazirzadeh, A., Dehghan, F., & Kazemeini, R. (2017). Changes in growth, blood immune parameters and expression of immune related genes in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in response to diet supplemented with *Ducrosia anethifolia* essential oil. *Fish & Shellfish Immunology*, *69*, 164-172. doi: 10.1016/j.fsi.2017.08.022

Yamamoto, T., Iwashita, Y., Matsunari, H., Sugita, T., Furuita, H., Akimoto, A., ... & Suzuki, N. (2010). Influence of fermentation conditions for soybean meal in a non-fish meal diet on the growth performance and physiological condition of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, *309*(1-4), 173-180. doi: 10.1016/j.aquaculture.2010.09.021

Yap, P. S. X., Yiap, B. C., Ping, H. C., & Lim, S. H. E. (2014). Essential oils, a new horizon in combating bacterial antibiotic resistance. *The Open Microbiology Journal*, *8*, 6-14. doi: 10.2174/1874285801408010006

Yıldız, M., Eroldoğan, O. T., Engin, K., Gülçubuk, A., & Baltacı, M. A. (2013). Effects of dietary cottonseed and/or canola oil inclusion on the growth performance, FA composition and organ histology of the juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *13*(3), 453-464. doi: 10.4194/1303-2712-v13_3_08

Yıldız, M., Eroldoğan, T. O., Ofori-Mensah, S., Engin, K., & Baltacı, M. A. (2018). The effects of fish oil replacement by vegetable oils on growth performance and fatty acid profile of rainbow trout: Re-feeding with fish oil finishing diet improved the fatty acid composition. *Aquaculture*, *488*, 123-133. doi: 10.1016/j.aquaculture.2017.12.030

Yildiz, M., Köse, İ., Issa, G., & Kahraman, T. (2015). Effect of different plant oils on growth performance, fatty acid composition and flesh quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture Research*, *46*(12), 2885-2896. doi: 10.1111/are.12441

Zargar, A., Rahimi-Afzal, Z., Soltani, E., Taheri Mirghaed, A., Ebrahimzadeh-Mousavi, H. A., Soltani, M., & Yuosefi, P. (2019). Growth performance, immune response and disease resistance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed *Thymus vulgaris* essential oils. *Aquaculture Research*, *50*(11), 3097-3106. doi: 10.1111/are.14243