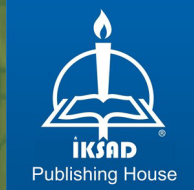


# TARIM UYGULAMALARINDA YENİLİKÇİ YAKLAŞIMLAR

**EDİTÖRLER**

**Prof. Dr. Kağan KÖKTEN**

**Doç. Dr. Hakan İNCİ**



# TARIM UYGULAMALARINDA YENİLİKÇİ YAKLAŞIMLAR

## EDİTÖRLER

Prof. Dr. Kağan KÖKTEN

Doç. Dr. Hakan İNCİ

## YAZARLAR

Prof. Dr. Bünyamin SÖĞÜT

Prof. Dr. Mustafa KOYUN

Prof. Dr. Yasemin KUŞLU

Doç. Dr. Atilla ÇAKIR

Doç. Dr. Ekrem

DARENDELİOĞLU

Doç. Dr. Hakan İNCİ

Doç. Dr. Metin GÜRÇAY

Doç. Dr. Tugay AYAŞAN

Doç. Dr. Yusuf DOĞAN

Dr. Öğr. Üyesi Abdullah

OSMANOĞLU

Dr. Öğr. Üyesi Ayşenur AKBANA

Dr. Öğr. Üyesi Esra GÜRSOY

Dr. Öğr. Üyesi Hava Şeyma İNCİ

Dr. Öğr. Üyesi Hüccet VURAL

Dr. Öğr. Üyesi M. İlhan

ODABAŞIOĞLU

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ULUPINAR

Dr. Merve GÖRE

Öğr. Gör. Ahmet Hakan ÜRÜŞAN

Öğr. Gör. Burcu KUTLU

Öğr. Gör. Ebubekir İZOL

Öğr. Gör. Fırat İŞLEK

Öğr. Gör. Mehmet Ali KUTLU

Öğr. Gör. Nevzat ÇAĞLAYAN

Öğr. Gör. Sedat YELKOVAN

Öğr. Gör. Serhat KOÇYİĞİT

Arş. Gör. Abdullah HAVAN

Arş. Gör. Eray ÇALIŞKAN

Arş. Gör. Gürkan AYKUTOĞLU

Arş. Gör. Hasan ER

Arş. Gör. Sülem ŞENYİĞİT

DOĞAN

Zir. Y. Müh. Ali

GÖKSÜNCÜKGİL

Müh. Nazlı KALENDER

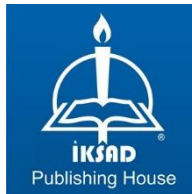
Müh. Tacettin YILDIRIM

Doktora öğrencisi Mehmet

İLKAYA

Doktora öğrencisi Pınar COŞKUN

Doktora öğrencisi Sinan ERDEM



Copyright © 2021 by iksad publishing house  
All rights reserved. No part of this publication may be reproduced,  
distributed or transmitted in any form or by  
any means, including photocopying, recording or other electronic or  
mechanical methods, without the prior written permission of the publisher,  
except in the case of  
brief quotations embodied in critical reviews and certain other  
noncommercial uses permitted by copyright law. Institution of Economic  
Development and Social  
Researches Publications®  
(The Licence Number of Publicator: 2014/31220)  
TURKEY TR: +90 342 606 06 75  
USA: +1 631 685 0 853  
E mail: iksadyayinevi@gmail.com  
www.iksadyayinevi.com

It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules.  
Iksad Publications – 2021©

**ISBN: 978-625-8007-32-9**  
Cover Design: İbrahim KAYA  
October / 2021  
Ankara / Turkey  
Size = 16 x 24 cm

## **İÇİNDEKİLER**

### **EDİTÖRDEN**

### **ÖNSÖZ**

Prof. Dr. Kağan KÖKTEN, Doç. Dr. Hakan İNCİ.....1

### **BÖLÜM 1**

#### **MEYVE VE SEBZELERDE HASAT SONRASI YENİLEBİLİR FİLM VE KAPMALAMA UYGULAMALARI**

Öğr. Gör. Fırat İŞLEK, Dr. Öğr. Üyesi M. İlhan ODABAŞIOĞLU,  
Doç. Dr. Atilla ÇAKIR.....3

### **BÖLÜM 2**

#### **METAL İNDİRGEYİCİ BAKTERİLERİN EKOLOJİK OLARAK YARARLANILABİLİRLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dr. Öğr. Üyesi Hava Şeyma İNCİ, Doktora öğrencisi Pınar COŞKUN  
Doktora öğrencisi Mehmet İLKAYA.....25

### **BÖLÜM 3**

#### **X-IŞINLARI KİRİNİMİ YÖNTEMİYLE TOPRAK ANALİZİ**

Öğr. Gör. Serhat KOÇYİĞİT.....57

### **BÖLÜM 4**

#### **YENİLİKÇİ ARI ÜRÜNLERİ VE BİYOLOJİK ÖNEMLERİ**

Öğr. Gör. Ebubekir İZOL.....77

## **BÖLÜM 5**

### **NANOTEKNOLOJİNİN VE BİYOLOJİK YÖNTEMLERİN TARIMSAL ÜRETİMDE KULLANIMI**

Arş. Gör. Gürkan AYKUTOĞLU,

Doç. Dr. Ekrem DARENDELİOĞLU.....117

## **BÖLÜM 6**

### **TARIMDA NESNELERİN İNTERNETİ TEKNOLOJİSİNİN UYGULAMALARI**

Prof. Dr. Yasemin KUŞLU, Arş. Gör. Hasan ER.....135

## **BÖLÜM 7**

### **DİKEY TARIM SİSTEMİNİN (“VERTICAL AGRICULTURE”) DÜNYADAKİ ve ÜLKEMİZDEKİ DURUMU**

Dr. Öğr. Üyesi Hava Şeyma İNCİ, Arş. Gör. Abdullah HAVAN,

Öğr. Gör. Ahmet Hakan ÜRÜŞAN .....163

## **BÖLÜM 8**

### **KENTSEL ALANLARDA SÜRDÜRÜLEBİLİR SU YÖNETİMİNE YÖNELİK PEYZAJ DÜZENLEME YAKLAŞIMI: YAĞMUR BAHÇELERİ**

Arş. Gör. Sülem ŞENYİĞİT DOĞAN, Dr. Öğr. Üyesi Hüccet VURAL,

Dr. Öğr. Üyesi Ayşenur AKBANA.....185

## **BÖLÜM 9**

### **SİLAJLIK YEM BİTKİLERİ, SİLAJ KATKI MADDELERİ ve YEM DEĞERİNE ETKİSİ**

Dr. Öğr. Üyesi Esra GÜRSOY, Doç. Dr. Tugay AYAŞAN.....205

## **BÖLÜM 10**

### **TARIMSAL AÇIDAN ÖNEMLİ OLAN BAL ARILARI**

#### **TARAFINDAN ÜRETİLEN BAL, POLEN, PROPOLİS VE ARI SÜTÜ İÇERİSİNDE BULUNAN BİYOAKTİF BİLEŞİKLER ve YENİLİKÇİ YAKLAŞIMLARLA AYIRMA TEKNİKLERİ**

Arş. Gör. Eray ÇALIŞKAN,

Doç. Dr. Ekrem DARENDELİOĞLU.....241

## **BÖLÜM 11**

### **KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE TÜRKİYE BAĞCILIĞININ GELECEĞİNE MUHTEMEL ETKİLERİ**

Dr. Öğr. Üyesi M. İlhan ODABAŞIOĞLU

Öğr. Gör. Fırat İŞLEK, Doç. Dr. Atilla ÇAKIR.....257

## **BÖLÜM 12**

### **METEOROLOJİK FAKTÖRLERİN VE TEMİZ SU**

#### **KAYNAKLARININ ARI ve ARI ÜRÜNLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Arş. Gör. Hasan ER, Öğr. Gör. Serhat KOÇYİĞİT

Prof. Dr. Yasemin KUŞLU.....295

## **BÖLÜM 13**

### **BAL ARISI SAĞLIĞINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER: PESTİSİT ÖRNEĞİ**

Öğr. Gör. Sedat YELKOVAN.....313

## **BÖLÜM 14**

### **BİNGÖL İLİ BALIK FAUNASI TANI ANAHTARI**

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ULUPINAR, Müh. Tacettin YILDIRIM

Prof. Dr. Mustafa KOYUN.....333

## **BÖLÜM 15**

### **PROPOLİS EKSTRAKSİYON YÖNTEMLERİ**

Pınar COŞKUN, Prof. Dr. Bünyamin SÖĞÜT.....389

## **BÖLÜM 16**

### **TÜRKİYE’DE HAYVAN KUDUZU EPİDEMİLERİNDE SIĞIR, KEDİ, KÖPEK AŞILAMASININ, VAKA SAYILARI VE TAZMİNAT ÖDEMELERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Doç. Dr. Metin GÜRÇAY.....417

## **BÖLÜM 17**

### **GAZİANTEP İLİ ŞAHİNBEY, ŞEHİTKAMİL VE OĞUZELİ YÖRELERİNDE YETİŞEN CEVİZ (*Juglans regia* L.) GENOTİPLERİN SELEKSİYONU\***

Dr. Öğr. Üyesi Abdullah OSMANOĞLU

Zir. Y. Müh. Ali GÖKSÜNCÜKGİL.....433

## **BÖLÜM 18**

### **KETENCİK (*Camelina sativa* (L.) Crantz.) BİTKİSİNİN ENDÜSTRİ VE HAYVAN BESLENMEDE KULLANIMI**

Dr. Merve GÖRE, Doç. Dr. Tugay AYAŞAN.....481

## **BÖLÜM 19**

### **BİNGÖL İLİNDEN ELDE EDİLEN HAM VE LİYOFİLİZE APİLARNİLLERİN ŞEKER ORANLARININ KARŞILAŞTIRILMASI**

Doktora öğrencisi Sinan ERDEM, Doç. Dr. Hakan İNCİ.....207

## **BÖLÜM 20**

### **POLİNASYON FAKTÖRÜ OLARAK BAL ARILARININ TARIMSAL VE DOĞAL EKOSİSTEMLERDE BİTKİSEL ÜRETİM, JENERASYON SÜREKLİLİĞİ, TOPRAK STRÜKTÜRÜ ve BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİN DEVAMLILIĞI AÇISINDAN ÖNEMİ**

Doktora öğrencisi Mehmet İLKAYA,

Öğr. Gör. Nevzat ÇAĞLAYAN, Prof. Dr. Bünyamin SÖĞÜT.....535

## **CHAPTER 21**

### **A SURVEY ON OCCURRENCE OF EQUINE INFECTIOUS ANEMIA IN HORSES, MULES AND DONKEYS BREEDDED IN TUNCELI AND ELAZIG, TURKEY.**

Doç. Dr. Metin GÜRÇAY.....549

## **CHAPTER 22**

### **AN ASSESSMENT ON FABIA BEAN (*Vicia faba* L.)**

**Agriculture Engineer Nazlı KALENDER**

Assoc. Prof. Dr. Yusuf DOĞAN.....563

## **BÖLÜM 23**

### **ARICILIK FAALİYETLERİNİN APİ-TURİZİM KAPSAMINDA DEGERLENDİRİLMESİ**

Öğr. Gör. Mehmet Ali KUTLU, Öğr. Gör. Burcu KUTLU.....577





## ÖNSÖZ

Tarım, bitkisel ve hayvansal ürünlerin üretilmesi, bunların kalite ve verimlerinin yükseltilmesi, bu ürünlerin uygun koşullarda muhafazası, işlenip değerlendirilmesi ve pazarlanmasını ele alan bir bilim dalıdır. Diğer bir ifade ile de hızla artan insan nüfusuna bağlı olarak artan gıda talebini karşılayabilecek insan besini olabilecek ve ekonomik değeri olan her türlü bitkisel ve hayvansal ürünün bakım, besleme, yetiştirme, koruma ve mekanizasyon faaliyetlerinin tamamına verilen isimdir. Hem tarım alanlarının hem de doğal kaynakların artan dünya nüfusu ve hızlı kentleşme nedeniyle azalması ve artan gıda talebinin sağlanabilmesi için yürütülen yoğun tarımsal uygulamalar sürdürülebilir agroekosistemlerde çevre kirliliği, doğal kaynakların azalması ve yeni bitki hastalıklarının ortaya çıkmasına zemin hazırlamaktadır. Dünya çapında bu sorunlara çözüm üretebilmek amacıyla geleneksel uygulamaların yerini; doğal kaynaklarımızın korunması, erozyonun ve orman yangınlarının önlenmesi, biyolojik çeşitliliğin korunması, tarım ve gıda sektörünün inovasyon yeteneklerinin geliştirilmesi, tarım sektörünün teknoloji entegrasyonunu ve dijital dönüşümünü destekleyecek, ulusal ve küresel tarım ve gıda pazarlarında rekabet gücünü yükseltecek çalışmalar, nesnelere interneti, makine öğrenmesi, sensörler, yapay zeka ve simülasyonlar yardımıyla tarımsal üretim optimizasyonu, inovatif tarıma yönelik araştırma ve geliştirme çalışmaları gibi birçok yenilikçi tarımsal üretim sistemleri almıştır.

Bu kitapta, tarım uygulamalarında ürün kalite ve kantidesini yükseltebilecek stratejiler ve bilgi birikimine katkıda bulunmayı hedefleyen Yenilikçi Tarım uygulamaları ile ilgili çalışmalar bir araya getirilmiştir.

Prof. Dr. Kağan KÖKTEN  
Doç. Dr. Hakan İNCİ

## BÖLÜM 1

### MEYVE VE SEBZELERDE HASAT SONRASI YENİLEBİLİR FİLM VE KAPMALAMA UYGULAMALARI

Öğr. Gör. Fırat İŞLEK<sup>\*1</sup>, Dr. Öğr. Üyesi M. İlhan ODABAŞIOĞLU<sup>2</sup>,  
Doç. Dr. Atilla ÇAKIR<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> Muş Alparslan Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü/Muş, Türkiye. firatislek12@gmail.com, Orcid: 0000-0003-3157-36801

<sup>2</sup> Adıyaman Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü/Adıyaman, Türkiye. modabasioglu@adiyaman.edu.tr, Orcid: 0000-0001-8060-3407

<sup>3</sup> Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü/Bingöl, Türkiye. acakir@bingol.edu.tr, Orcid: 0000-0001-9732-9272

\*Sorumlu yazar: firatislek12@gmail.com



## 1. GİRİŞ

Hızla artan insan nüfusuna bağlı olarak artan gıda talebi ihtiyacının karşılanabilmesi için gıda üretiminin artışı tek başına yeterli olmamaktadır. Gıda üretiminin yanında üretimi yapılan gıdaların korunması gerekmektedir. Dolayısıyla taze olarak tüketilen, dondurularak tüketilen ve işlendikten sonra tüketilen ürünlerin raf ömrünü artırmak, tazeliğini korumak, bozulma reaksiyonlarını önlemek amacı ve sağlıklı gıda tüketimi talebinin karşılanması amacıyla yenilebilir film ve kaplamaların kullanımı artış göstermektedir (Kamper ve Fennema, 1985; Krishna ve ark., 2012).

İnsanlar tarafından kaliteli gıda üretimine talebin artması, gıdaların muhafazası için yeni teknolojilere gereksinim duyulması, atıkların çevre kirliliğini arttırdığı endişesi ve farklı kaynakları kullanarak yeni teknolojileri kullanma fikri, yenilebilir film ve kaplamalar kullanılarak gıdaların kaplanması teknolojisi ortaya çıkmıştır (Gennadios ve ark., 1997). Gıdalarda, yenilebilir film ve kaplama uygulamaları çok eski tarihlere dayandığı bilinmektedir. (Debeaufort ve ark., 1998). Yenilebilir film ve kaplamalar, ilk olarak 12-13. yüzyılda Çin'de turuncgillerin korunması amacıyla ürünlerin mumla (wax) kaplanması ile ortaya çıktığı bilinmektedir (Kandemir, 2006; Debeaufort ve ark., 1998; Park, 1999).

Meyve ve sebzeler insan beslenmesi ve sağlığı üzerinde önemli rol oynayan, özellikle iyi bir diyet besin kaynağı olmasından vücutta çok sayıda metabolik olayda görevli mineral, vitamin ve diyet lifi gibi birçok bileşeni içeren temel gıda ürünleri arasında yer almaktadır

(Wargovich, 2000). Çeşitli dejeneratif ve kanser türleri gibi hastalıkların önlenmesinde etkili olan antioksidan gibi pek çok yararlı bileşenleri içermesinden dolayı meyve ve sebzelere olan ilgiyi gün geçtikçe arttırmaktadır (Ncama ve ark., 2018). Ancak taze meyve ve sebzelerde hasat sonrası etilen salınımı ve solunum gibi metabolik olaylar devam etmesinden dolayı ürünlerin olgunlaşması artış göstermektedir. Bitkiden ayrıldıktan sonra artık yapısal yenileme sağlayamayan söz konusu ürünler bünyelerinde bulunan organik asit, yağ, protein ve karbonhidrat gibi organik maddeleri kullanmaktadırlar (Wills ve Gording 2016). Meyve ve sebzelerdeki bu metabolik olaylar zamanla sertlik, renk, tat ve aroma gibi duyuşsal özellikler ile birlikte ağırlık ve besin değeri kayıplarına da neden olmaktadır (Nunes ve Emond, 2007). Yukarıda sayılan tüm bu etkenlerden dolayı ürünlerdeki bozulmalara ek olarak raf ömrünün azalmasına da neden olmaktadır (Mastromatteo ve ark., 2010; Sharma ve ark., 2009).

Ülkemiz dahil gelişmekte olan ülkelerde tarladan sofraya kadar geçen süreçte ürün kayıplarının nedeni genellikle uygun depo şartlarının sağlanamaması ve ürünün uygun taşıma yöntemlerine göre taşınamamasından kaynaklanmaktadır. Ülkemizde de soğuk zincirin çeşitli aşamalarında meydana gelen ürün kayıpları önemli boyutlardadır. Yapılan araştırmalar incelendiğinde, gelişmekte olan ülkelerde, hasat sonrası işleme esnasında oluşan kayıpların %20-25'inin mikrobiyal bozulmalardan meydana geldiğini görülürken (El-Ghaout ve ark., 2004; Sing ve Sharma, 2007), gelişmiş ülkelerde ise bu oranın %5 ve altında olduğu görülmektedir (Özelkök ve ark., 2005).

Meyve ve sebzelerde meydana gelen hasat sonrası kayıpların büyük bir bölümü çürümelerden dolayı meydana gelmektedir (Sharma ve ark., 2009). Söz konusu bu sorundan dolayı birçok üretici hasat sonrasında meydana gelen kayıpları önlenmek amacıyla fungusit kullanmak zorunda olduğu bilinmektedir (Sharma ve ark., 2009; El-Ghaout ve ark., 2004; Zhu, 2006; Sing ve Sharma, 2007; Korsten, 2006). Fungusitlerin meyve ve sebzelerde yoğun kullanımı patojenlerin dayanıklılık kazanmasına neden olmaktadır ayrıca ihraç edilen meyve ve sebzelerde kalıntı bırakmakta pazarlama sorunu ortaya çıkarmaktadır (Özelkök ve ark., 2005). Hasat sonrasında meydana gelen kayıpların büyük oranlarda olması ve azaltılması için araştırmacılar kimyasal uygulamalara karşı son zamanlarda daha doğal uygulamalara yönelmiş bulunmaktadır (Öz ve Süfer, 2012).

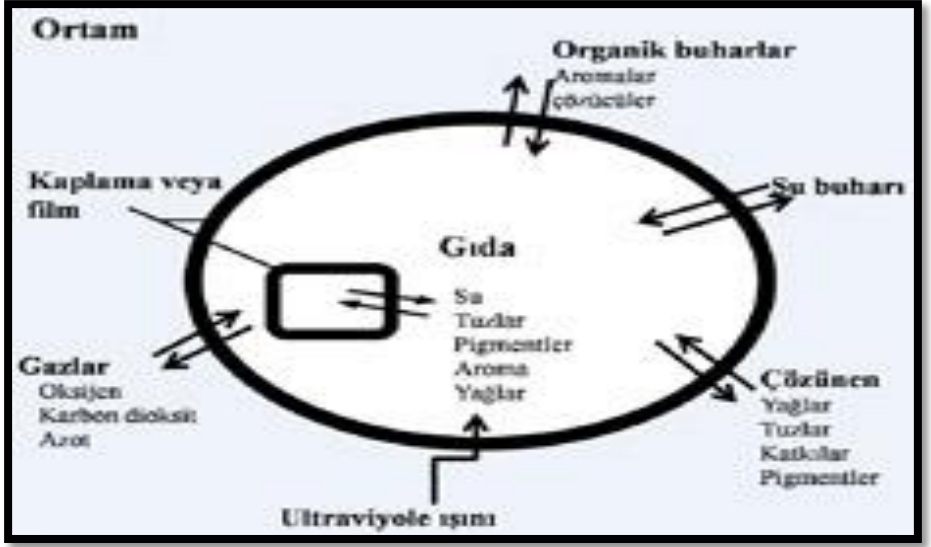
Günümüzde artan hayat standartları beraberinde sağlıklı, kaliteli ve güvenilir meyve ve sebzelere olan talebi dolayısıyla doğal ambalaj malzemelerine olan ihtiyacı artırmıştır. Doğal film ve kaplamalar meyve ve sebzelerin mikrobiyal bozulmalarını engellemekte aynı zamanda kalite kayıplarının oluşmasını da en aza indirmektedir. Bu bağlamda doğal ve antimikrobiyal etki gösteren film ve kaplama malzemelerinin kullanımı hızlı bir şekilde artış göstermektedir. Her ne kadar yenilebilir film ve kaplama malzemeleri genellikle taze dilimlenmiş veya işlenmiş ürünlerin raf ömrünü artırmak amacıyla kullanılsa bile taze meyve ve sebzelerde solunum hızını yavaşlatması, su kaybını azaltması, kalitesini koruması gibi etkileri nedeniyle depo ve raf ömrüne olumlu etki göstermektedir (Olivas ve Barbosa-Canovas,



2005). Özellikle lipit bazlı kaplama materyalleri meyve dış görünüşünü iyileştirerek ürünün albenisini arttırmaktadır.

Yenilebilir film ve kaplamalar ürünlerin yüzeyinde veya bileşenleri arasında oluşmuş lipit, polisakkarit ve protein kökenli ince bir yapıya sahip tabaka olarak tanımlanmaktadır (Yılmaz ve ark., 2007). Doğal bileşiklerden elde edilmeleri, üretiminin basit bir yapıya sahip olması, ucuz olması ürünlerin bozulmalarını geciktirmesi nedeniyle ilgi gören ambalaj materyali olmuş durumdadırlar (Appendini ve Hotchkiss, 2002). Dahası yenilebilir film ve kaplama uygulamaları ürünün tazeliğinin korumayı ve kalitesini artırmayı amaçlamaktadır (Wan ve ark., 2006).

Yenilebilir film ve kaplamalar yarı geçirgen bir yapı sağlayarak ürünün katı, nem, karbondioksit ve oksijen geçirgenliğini kontrol altına almaktadır (Şekil 1). Dolayısıyla üründe su kaybı, solunum hızı ve oksidatif reaksiyonları sınırlamaktadır (Park, 1999; Mastromatteo ve ark., 2010). Ürünlerde enzimatik kararım, besin kaybı, yağların acılaşması ve mikroorganizmaların gelişiminde oksijen büyük bir rol oynamaktadır. Dolayısıyla birçok ambalajlama materyalinde ürünün bozulma reaksiyonunu geciktirmek amacıyla ürününden oksijeni uzak tutmak hedeflenmektedir (Gontard ve Guilbert, 1996). Dahası taze meyve ve sebzelerin hasat sonrası canlılığını devam ettirebilmesi solunuma ihtiyaç duymaktadır. Solunum için ise oksijene ve karbondioksite ihtiyaç vardır (Ayrancı ve Tunç, 2004).

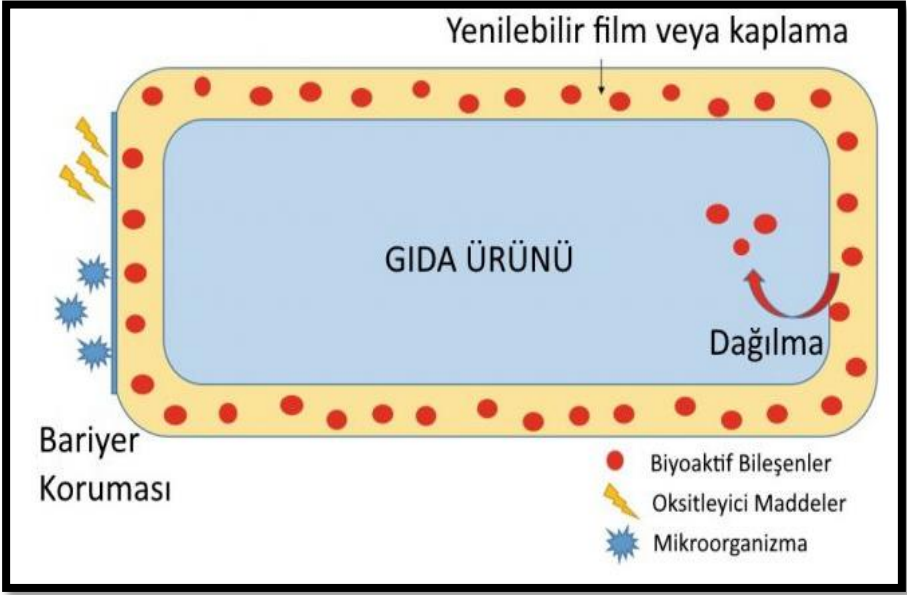


Şekil 1. Yenilebilir Filmlerin ve Kaplamaların Seçici İşlevleri (Díaz-Montes ve Castro-Muñoz, 2021).

Yenilebilir film ve kaplama uygulaması yapılan meyvelerde solunum hızı aza indirgenir, su kaybını azalır ve bozulması gecikir (Baldwin ve ark., 1995). Genel olarak taze meyve ve sebzelerde su kaybını önlemek, oksidasyon reaksiyonu ve değişimini kontrol altına almak amacıyla kullanılmaktadır. Meyve ve sebzenin özelliklerine uygun film ve kaplama materyali seçimi yapıldığı takdirde, solunum kontrol altına alınabilir ve sebze ve meyvelerde daha uzun bir raf ömrü sağlanabilir.

İnsan sağlığına ve doğada kendiliğinden çürüyebilen, gıda ile birlikte tüketilebilen, biyolojik olarak bozulabilen doğal olarak üretimi yapılabilen yenilebilir film ve kaplamalar üzerine yapılan çalışmalar hızlı bir şekilde artış göstermekte ve yaygınlaşmaktadır. Ambalaj malzemesi olarak kullanılan yenilebilir film ve kaplamaların ürünler üzerindeki koruyucu etkisi birbirinden farklı olduğu bilinmektedir.

Film olarak oluşturulan kaplamalar içerdikleri antimikrobiyal madde film tabasından yavaşça ürüne nüfuz etmektedir (Şekil 2). Böylelikle hem ürün yüzeyinde hem de film içerisinde mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal madde barınmakta ve dayanım daha uzun süre sürmektedir (Çağrı ve ark., 2002; Coma ve ark., 2002).



Şekil 2. Yenilebilir Film ve Kaplamalarda Bariyer Koruması (Anonim, 2020a).

Klimakterik özellik gösteren meyve ve sebzeler hasat edildikten sonra devam eden metabolik aktivite ve yüksek solunum hızı sebebiyle çabuk bir bozulma göstermektedir, yenilebilir film ve kaplamalar bu ürünlerde modifiye atmosfer etkisi oluşturmaktadır. Yenilebilir film ve kaplamalar taze meyve ve sebzeler üzerinde bir film tabakası oluşturmakta böylelikle raf ve depo ömrünü uzatabilmektedir. Bahçe ürünlerinde yenilebilir film ve kaplama uygulamasında ürünün su kaybı hızı, solunum hızı ve ürünün depolama şartları baz alınarak yenilebilir

film ve kaplama seçimi yapılmalıdır (Baldwin ve ark., 1995; Perez-Gago ve ark., 2010).

İnsanların yaşam koşulları ve tarzlarında meydana gelen değişimler beraberinde gıda tüketiminde kalitesi yüksek olan gıdalara talebi artırmıştır. İnsanların bu talebinin karşılanması, ürünlerin hasat sonrası ömrünü uzatmak ve uzun süre kaliteyi korumak amacıyla birçok ambalajlama yöntemi geliştirilmiştir. Günümüzde kullanılan ambalaj malzemelerinin genel olarak biyolojik olarak parçalanamayan petrol bazlı doğal olmayan polimerlerin kullanımı nedeniyle çevresel kaygılar oluşturmaktadır. Çevresel kaygılarda oluşan artış ambalajlamada kullanılan sentetik polimerlerin yerini maliyeti düşük, doğal ve çevre dostu olan biyopolimerlerin almasına yol açmıştır (Demir ve ark., 2015; Chaichi ve ark., 2017).

## **2. YENİLEBİLİR FİLM VE KAPLAMALARIN ÜRETİMİNDE KULLANILAN MATERYALLER**

Yenilebilir film ve kaplamalar minimal işlenmiş meyve ve sebzelerin raf ömrünü uzatmak amacıyla doğal kaynaklı, ince bir tabaka halinde ürün yüzeyine uygulanan, çevre dostu ambalajlama yöntemlerinden biridir. Yeterli ve etkili konsantrasyonlarda kullanılması durumunda ürünlerin kalite özelliklerini korumasının yanında gıda ile birlikte tüketildiğinde insan sağlığı için olumsuz bir etki yaratmayan uygulamalardır (Enbuscado ve Huber, 2009; Kore ve ark. 2017).

## **Proteinler**

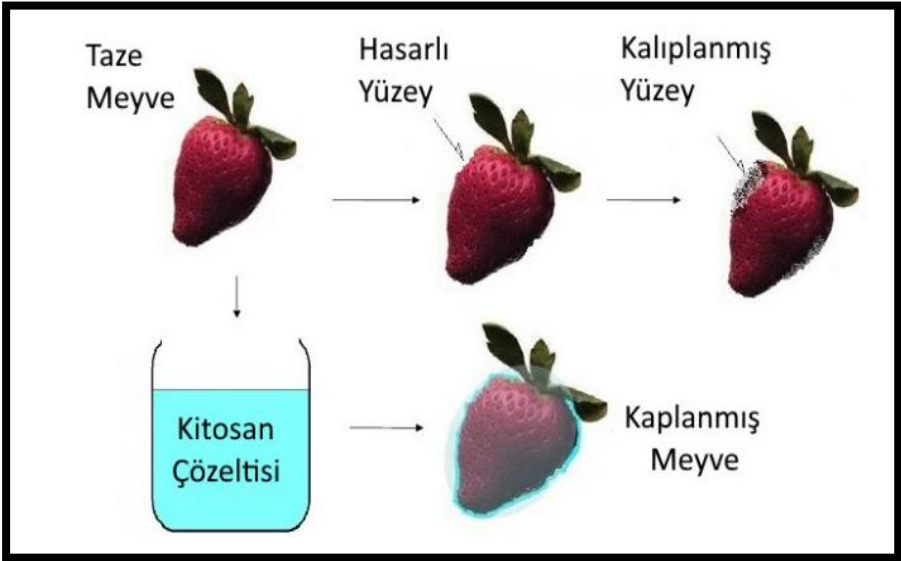
Yenilebilir protein film ve kaplama üretiminde, bitkisel kökenli proteinler olarak yer fıstığı proteini, buğday gluteni, mısır zeini, soya proteini, çığıt proteini, bezelye proteini ve ayçiçeğı proteini kullanılabilen hayvansal kökenli proteinler olarak da balık miyofibriller proteini, jelatin, keratin, peyniraltı suyu proteini, kollajen, kazein ve yumurta akı proteini kullanılabilir (Robertson, 2013; Dursun ve Erkan, 2009). Protein bazlı yenilebilir film ve kaplamaların en büyük avantajı mekanik ve bariyer özelliğinin iyi olması, fiziksel kararlılığının yüksek olması dolayısıyla istenilen şeklin verilebilmesi ve kaplama yapılan ürünün besin değerini artırmasıdır (Robertson, 2013).

## **Lipitler**

Parafin, doğal ve sentetik mumlar, yağ asitleri, gliseritler, reçineler, monoglisitler su kaybına karşı iyi bir özellik göstermeleri nedeniyle kullanılan metaryallerdir (Kayaardı ve ark., 2016). Ayrıca meyve ve sebzelerde solunumu azaltarak ürünün raf ve depo ömrünü uzatmakta ve ürünün yüzeyinde parlaklık sağlamaktadır (Koyuncu ve Savran, 2002). Fakat yağ bazlı ve mum ile yapılan film ve kaplamalar, meyve ve sebzelerin yüzeyinde oluşturdukları acı ve mumsu tat nedeniyle problemlere yol açmaktadır (Robertson, 2013). Lipitlerin ıslak yüzey üzerine doğrudan uygulanması yüzey ve kaplama arasında güçlü bir bariyer oluşmamasına neden olmaktadır. Dolayısıyla lipitler ile yapılan kaplamalarda iki kat kaplama yapılması önerilmektedir (Pavlath ve Orts, 2009).

## Kompozitler

Proteinler veya lipitlerle elde edilen film ve kaplamaların bazı olumsuz yönleri bulunmaktadır. Protein bazlı kaplamalar ürünlerde solunumu kontrol edebilmesine rağmen güçlü bir nem bariyeri oluşturamamaktadır. Lipitler ise iyi bir nem bariyeri oluşturabilmesine rağmen yüzeyde çatlaklıklar oluşturabilmektedir dahası homojen değildir ve tadı olumsuz etkileyebilmektedir. Proteinler ve lipitlerle elde edilen film ve kaplamalarda oluşan olumsuzlukların giderilmesi amacıyla farklı materyallerle elde edilen karışımlardan faydalanılmaktadır (Gennadios ve ark., 1997). Kompozit film ve kaplama yapımında genellikle nişasta, kitosan (Şekil 3, 8), aljinat, pektin ve selüloz eter maddelerine palmitik asit, lesitin, stearik asit ilavesi yapılarak oluşturulmaktadır (Üstünol, 2009).

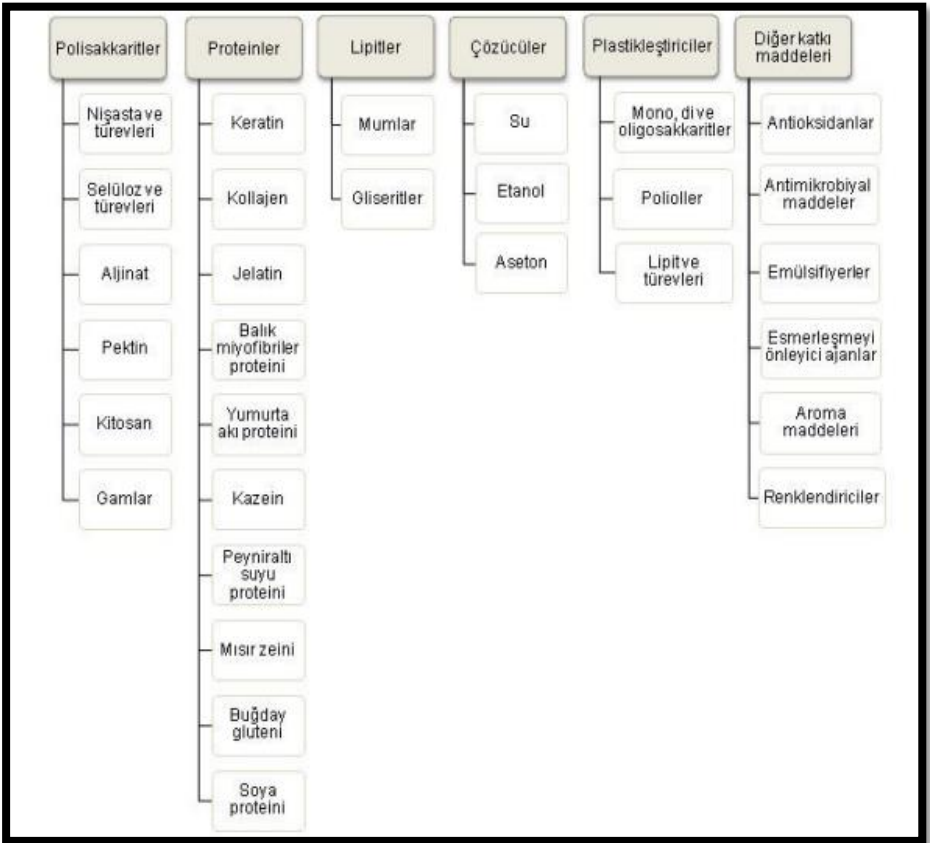


Şekil 3. Kitosan Kaplaması Yapılmış Çilek Meyvesi (Anonim, 2020b).

## Plastikleştiriciler

Film ve kaplamaların mekaniksel özelliklerini artırmak, esneklik kazandırmak, kırılğan yapısını değiştirmek, sağlamlığını artırmak amacıyla fosfolipitler, yağ asitleri, glukoz, sakroz, gliserol ve türevleri plastikleştirici olarak kullanılmaktadır (Robertson, 2013).

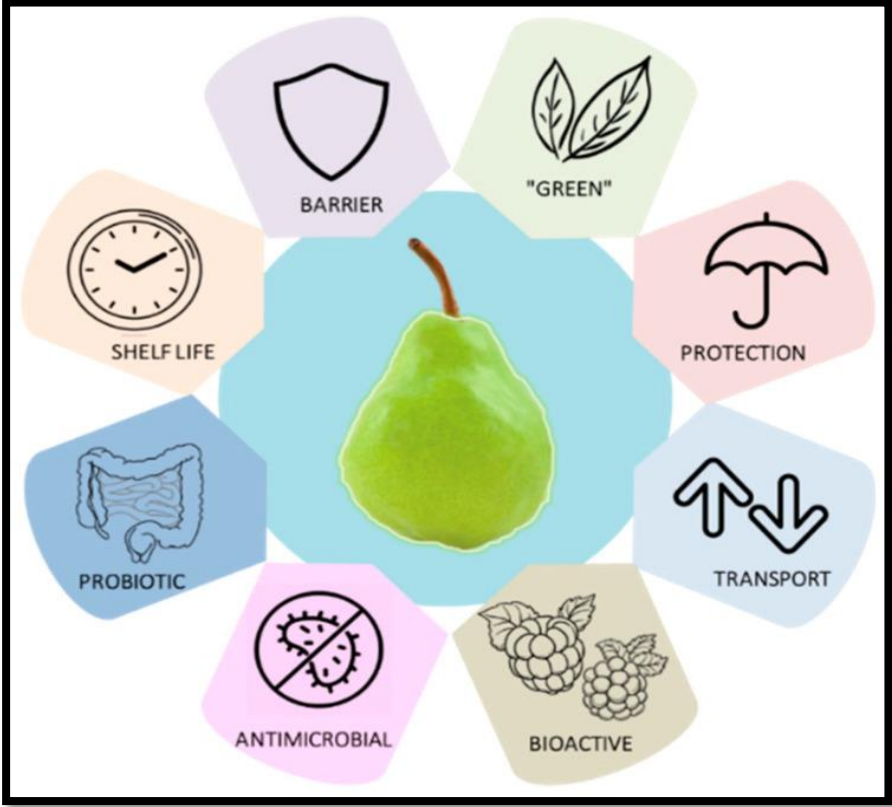
Yenilebilir film ve kaplamaların üretiminde kullanılan materyaller arasında aroma maddeleri de bulunmaktadır (Şekil 4).



Şekil 4. Yenilebilir film ve kaplama üretiminde kullanılan materyaller (Tural ve ark., 2017).

### 3. YENİLEBİLİR FİLM VE KAPLAMALARIN MEYVE VE SEBZELERE UYGULAMA YÖNTEMLERİ

Yenilebilir film ve kaplamalar meyve ve sebzelerin yüzeyinde bir bariyer oluşturarak su kaybını ve solunum hızını kontrol edebilmekte dolayısıyla raf ve depo ömrünü uzatabilmektedir (Şekil 5).



Şekil 5. Kaplamaların Meyve Üzerine Koruyucu Etkisi (Díaz-Montes ve Castro-Muñoz, 2021).

Film ve kaplamalar püskürtme, daldırma, ekstrüzyon, dökme ve boyama olmak üzere 5 farklı yöntemle uygulanmaktadır (Dhanapal ve ark., 2012). Püskürtme yöntemi ile meyve ve sebzelerin belirli bir



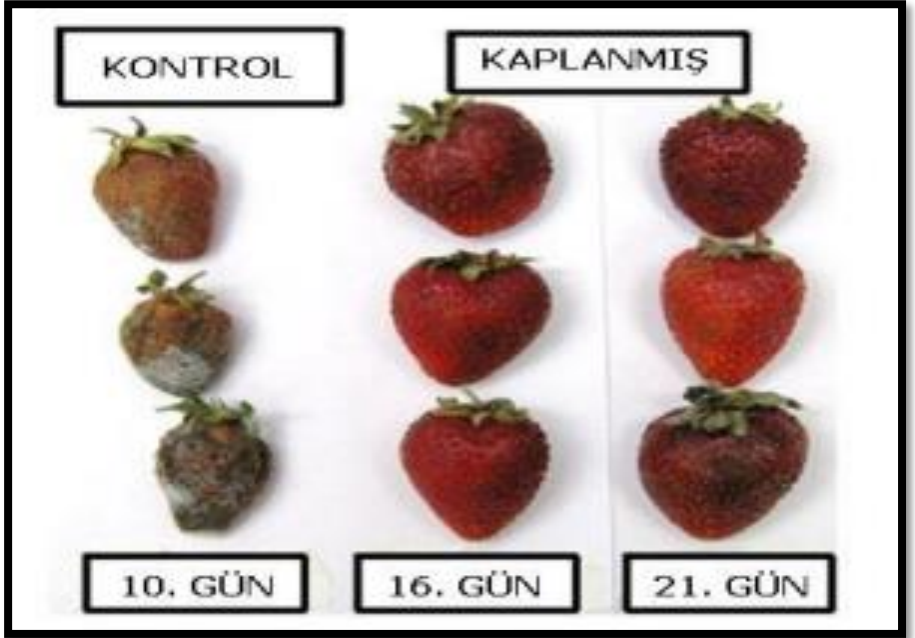
yüzeyinde kaplama yapmak ve kaplamanın ince bir tabaka şeklinde olması istenildiğinde veya farklı iki madde ile kaplama yapıldığında ikinci bir film tabaksı oluşturulmak istenildiğinde tercih edilen bir yöntemdir (Üstünol, 2009; Polat, 2007). Meyve ve sebzelerin kaplama malzemesine doğrudan daldırılarak yapılan uygulamaya daldırma yöntemi denilmektedir (Şekil 6). Ürün yüzeyinde kaplama absorbe edilir özellikle yüzeyi pürüzlü olan ürünlerde homojen bir kaplama yapılmasına olanak sağlamaktadır (Pavlath ve Orts, 2009; Dhanapal ve ark., 2012).



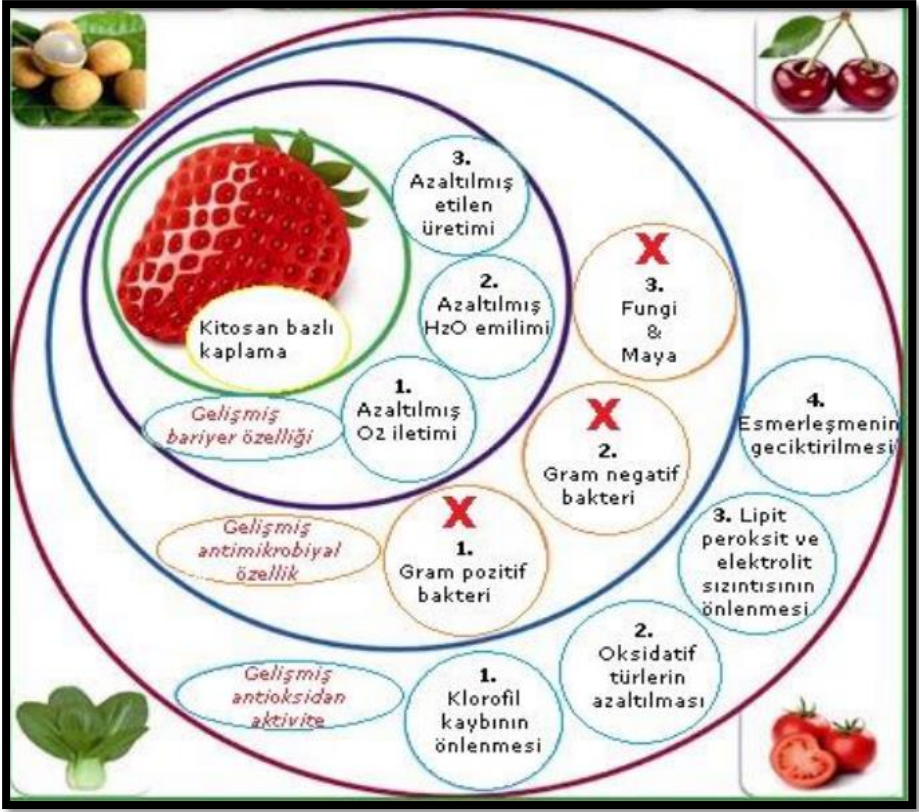
**Şekil 6.** Püskürtme Yöntemi ile Yapılan Kaplama (Anonim, 2021).

Ekstrüzyon yöntemi, kurutma işlemine ve çözücü eklenmesine gerek duyulmadan plastikleştiriciler eklenerek özellikle endüstriyel uygulamalarda kullanılan bir yöntemdir. Temel olarak nişasta bazlı film ve kaplamalarda kullanılmaktadır (Dhanapal ve ark., 2012). Dökme yöntemi ile meyve sebzelerin yüzeyine istenilen kalınlıkta film oluşturabilmesi amacıyla kaplamanın yüzeye dökülmesi, dağıtılması ve en son olarak kurutulması işlemine denilmektedir. Fakat bu yöntem ile

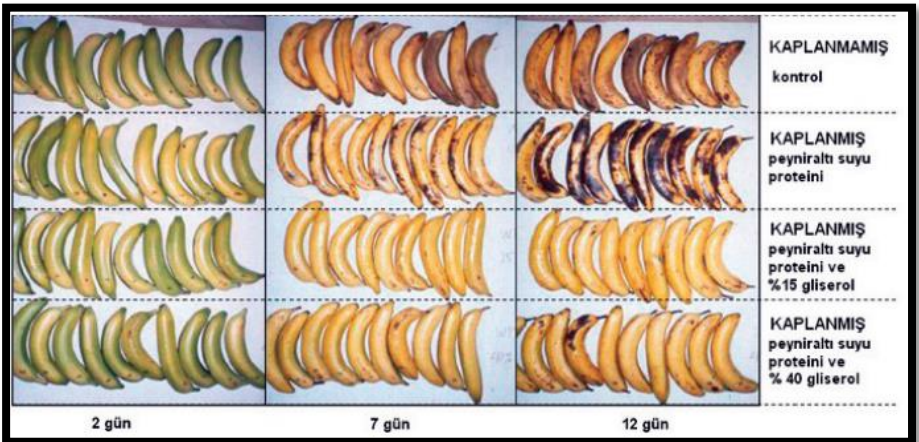
uygulanan kaplama malzemeleri meyve ve sebzelerin yüzeylerinde gaz geçirgenliğini çok düşürdüğünden kullanımı daldırma ve püskürtme yöntemine kıyasla sınırlıdır. Boyama yöntemi, meyve ve sebzelerin belli bir yüzeyine ince bir tabaka halinde sıvı durumdaki kaplamanın bir fırça yardımıyla uygulanması yöntemidir. Uygulama yapıldıktan sonra kurutma işleminin yapılması gereklidir. (Polat, 2007; Dursun Oğur, 2012).



Şekil 7. İmonen ve Emülsiyonlaştırıcı İçeren, Modifiye Kitosan Bazlı (Elsabee ve Abdou, 2013).



Şekil 8. Kitosan Kaplamamın Meyve ve Sebzeler Üzerine Etkisi (Vu ve ark., 2011).



Şekil 9. Kaplama Yapılmış Muz Meyvelerinin Muhafazası (Anonim, 2006).

#### 4. SONUÇ

Değişen insan yaşam koşulları ve yaşam standartlarının artması beraberinde kaliteli, güvenilir ve pazarda sürekli bulunabilen taze meyve ve sebze talepte artışa ve böylelikle insan ve çevreye olumsuz etkisi olmayan doğal ambalajlama yöntemlerine ilgiyi artırmıştır. Doğal kaplama materyaliyle elde edilen yenilebilir film ve kaplamalar hem sebze ve meyvelerin kalite kayıplarını en aza indirmekte hem de mikrobiyal bozulmalar sonucunda ürün kayıplarını sebebiyet veren durumu minimuma indirebilmektedir. Üreticiler maliyeti düşük, uzun süre depolanabilen, raf ömrü uzun, ürün kayıplarının düşük olduğu kaliteli ve güvenilir ürün üretmek isterken tüketiciler ise doğal olarak üretilen ve güvenilir ürün tüketme talebindedir. Günümüzde üretici ve tüketicilerin taleplerine cevap niteliğinde olacak yenilebilir film ve kaplamalar gıda sanayinde kullanılmaya başlanmıştır. Bu kaplamalar her ne kadar genellikle taze dilimlenmiş meyve ve sebzelerde veya işlenmiş gıdalarda raf ömrünü uzatmaya yönelik olsa da taze meyve ve sebzelerde solunum hızını azaltması, su kaybını engellemesi ve kaliteyi koruması gibi etkileri nedeniyle depo ve raf ömrünü olumlu yönde etkilemektedir. Dahası artan çevre bilinci doğal malzemeler ile elde edilen yenilebilir film ve ambalajlara ilgiyi artırırken, bu ambalajların kullanımı çevre kirliliğinin önüne geçilmesine ve atık maddelerin azalmasına yol açacaktır.

## 5. KAYNAKLAR

- Anonim. (2021). Püskürtme yöntemi ile yapılan kaplama, <https://bakerpacific.net>, (Erişim tarihi: 18.09.2021)
- Anonim. (2020a). Yenilebilir film ve kaplamalarda bariyer koruması <https://labakademi.com/yenilebilir-film-ve-kaplamalar/> (Erişim tarihi: 02.10.2021)
- Anonim. (2020b). Kitosan kaplaması yapılmış çilek meyvesi <https://labakademi.com/yenilebilir-film-ve-kaplamalar/> (Erişim tarihi: 02.10.2021)
- Anonim. (2006). Kaplama Yapılmış Muz Meyvelerinin Muhafazası, [www.biyolojiegitim.yyu.edu.tr/mkpdf/ya06\\_](http://www.biyolojiegitim.yyu.edu.tr/mkpdf/ya06_), (Erişim tarihi: 28.09.2021)
- Appendini, P., Hotchkiss, J.H. (2002). Review of antimicrobial food packaging. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 3(2), 113-126
- Ayrancı, E., Tunç, S. (2004). The effect of edible coatings on water and vitamin C loss of apricots (*Armeniaca vulgaris* Lam.) and green peppers (*Capsicum annuum* L.). *Food Chemistry*, 87(3), 339-342
- Baldwin, E.A., Nisperos-Carriedo, M.O., Baker, R.A. (1995). Edible coatings for lightly processed fruits and vegetables. *HortScience*, 30: 35-38
- Chaichi, M., Hashemi, M., Badii, F., Mohammadi, A. (2017). "Preparation and characterization of a novel bionanocomposite ediblefilm based on pectin and crystalline nanocellulose", *Carbohydrate Polymers*, 157:167-175
- Coma, V., Martial-Gros, A., Garreau, S., Copinet, A., Salin, F., Deschamps, A., 2002. Edible antimicrobial films based on chitosan matrix. *Journal Food Science*, 67: 1162-1169
- Çağrı, A., Üstünoğlu, Z., Ryser, E. T. (2002). Inhibition of three pathogens on Bologna and summer sausage using antimicrobial edible films. *Journal Food Science*, 67(6): 2317-2324
- Debeaufort F., Çuezada-Gallo J.A., Voilley, A. (1998). Edible Films and Coatings: Tomorrow's Packagings: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 38, 299-313

- Demir, S.S. (2015). “Modifiye Atmosferde Paketlemenin Tyty F1 Kokteyl Domatesinin Kalite ve Raf Ömrü Üzerine Etkisi” (Yüksek Lisans Tezi) Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
- Dhanapal, A., Sasikala, P., Rajamani, L., Kavitha V., Yazhini. G., Banu, M.S. (2012). Edible films from polysaccharides. *Food Science and Quality Management 3*: 1-10
- Dursun Oğur, S. (2012). *Dumanlanmış Balıkların Kalite ve Raf Ömrü Üzerine Yenilebilir Protein Film Kaplamanın Etkisi* (Doktora Tezi) İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, İstanbul
- Dursun, S., Erkan, N. (2009). Yenilebilir protein filmler ve su ürünlerinde kullanımı. *Journal of Fisheries Science 3*(4): 352-373
- Díaz-Montes, E., Castro-Muñoz, R. (2021). Edible films and coatings as food-quality preservers: An overview. *Foods*, 10(2), 249
- El-Ghaout, A., Wilson, C.L., Wisniewski, M.E. (2004). Biologically based alternatives to synthetic fungicides for the postharvest disease of fruits and vegetables. In: Naqvi, S.A.M.H. (Ed.), *Diseases of Fruits and Vegetables*, Vol.2. Kluwer academic publishers, *The Netherlands*, pp.511-535
- Elsabee, M.Z., Abdou, E.S. (2013). Chitosan based edible films and coatings: A review. *Materials Science and Engineering: C*, 33(4), 1819-1841
- Enbuscado, M.E., Huber, K.C. (2009). *Edible Films and Coatings for Food Applications*. Springer International Publishing. ISBN: 9780387928234
- Gennadios, A., Hanna, M.A., Kurth, L.B. (1997). Application of edible coatings on meats, poultry and seafoods: a review. *LWT-Food Science and Technology*, 30(4): 337-350
- Gontard, N., Guilbert, S. (1996). Bio Packaging Technology and Properties of Edible And/Or Biodegradable Material of Agricultural Origin. In *Food Packaging And Preservations*. Blackie Academic And Professional, 159-181
- Kamper, S.L., Fennema, O. (1985). Use of edible film to maintain water vapor gradients in foods. *Journal of Food Science*, 50: 382-384

- Kandemir, N. S., (2006). *Doğal Antimikrobiyal Madde içeren Yenilebilir Pullulan Film Uygulamanın Hazır Salatanın Raf Ömrüne Etkileri* (yüksek lisans tezi, basılmamış) Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir
- Kayaardı, S., Söbeli, C., Uyarcan, M., Uyanık, B. (2016). Yenilebilir Ambalajlar. *Plastik&Ambalaj. Teknolojisi*, 224:92-95
- Kore, V.T., Tawade, S.S., Kabir, J. (2017). Application of Edible Coatings on Fruits and Vegetables. *Imperial Journal of Interdisciplinary Research (IJIR)*, 3: 591-603
- Korsten, L. (2006). Advance in control of postharvest diseases in tropical fresh produce. *Int. J. Postharvest Technol. Innovation*, 1(1): 48-61
- Koyuncu, M.A., Savran, H.E. (2002). Yenilebilir Kaplamalar. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6 (3): 73-83
- Krishna, M., Nindo, C.I., Min, S.C., (2012). Development of fish gelatin edible films using extrusion and compression molding. *Journal of Food Engineering*, 108: 337-344
- Mastromatteo, M., Conte, A., Del Nobile, M.A. (2010). Combined used of modified atmosphere packaging and natural compounds for food preservation. *Food Engineering Rev.*, 2: 28-38
- Ncama, K., Magwaza, L.S., Mditshwa, A., Tesfay., S.Z. (2018). Plantbased edible coatings for managing postharvest quality of fresh horticultural produce: A review. *Food Packaging and Shelf Life*, 16: 157–167. DOI: 10.1016/j.fpsl.2018.03.011
- Nunes, M.C.N., Emond, J.P. (2007). Relationship between weight loss and visual quality of fruits and vegetables. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 120: 235-245
- Olivas, G.L., Barbosa-Canovas, G.V. (2005). Edible coatings for fresh-cut fruits. *Crit. Rev. Food Sci.*, 45: 657-670
- Öz, A.T., Süfer, Ö. (2012). Meyve ve Sebzelerde Hasat Sonrası Kalite Üzerine Yenilebilir Film ve Kaplamaların Etkisi. *Academic Food Journal/Akademik GIDA*

- Özelkök, İ. S., Acıcan, T., Yalçın, M., Kaynas, K. (2005). Depolanabilen Bahçe Ürünlerinde Kayıpların Önlenmesi Amacıyla Prototip Bir Sıvı Kimyasal (Antioksidant, Fungusit, Mineral) Aplikatörü'nün Gelistirilmesi. Proje No: TOGTAĞ, TARP-2544
- Park, H.J. (1999). Development of advanced edible coating for fruits. *Trends in Food Science and Technology*, 10: 254-260
- Pavlat, A.E., Orts, W. (2009). Edible Films and Coatings: Why, What, and How? In *Edible Films and Coatings for Food Applications*, Edited by Milda E. Embuscado, Kerry C. Huber, Springer Dordrecht Heidelberg London New York, 403
- Perez-Gago, M. B., Gonzalez-Aguilar, G. A., Olivas, G. I., 2010. Edible coatings for fruits and vegetables. *Steward Postharvest Rev.*, 6: 1-4
- Polat, H. (2007). *İşlenmiş Et Ürünlerinde Yenilebilir Filmlerin ve Kaplamaların Uygulamaları* (Yüksek Lisans Tezi) Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Afyon
- Robertson, G.L. (2013). *Food Packaging: Principle and Practice*. Third Edition, *CRC Press, Boca Raton*, 703p
- Sharma, R. R., Singh, D., Singh, R. (2009). Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables by microbial antagonists: A review. *Biological Control*, 50: 205-221
- Sing, D., Sharma, R. R. (2007). Postharvest diseases of fruits and vegetables and their management. In: Prasad, D. (Ed.), *Sustainable Pest Management*. Daya Publishing House, New Delhi, India
- Tural, S., Sarıcaoğlu, F.T., Turhan, S. (2017). Yenilebilir Film ve Kaplamalar: Üretimleri, Uygulama Yöntemleri, Fonksiyonları ve Kaslı Gıdalarda Kullanımları. *Akademik Gıda* 15(1) 84-94
- Üstünoğlu, Z. (2009). Edible Films and Coatings for Meat and Poultry. In *Edible Films and Coatings for Food Applications*, Edited by Milda E. Embuscado, Kerry C. Huber, Springer Dordrecht Heidelberg London New York, 403



- Wan, V.C., Lee, C.M., Lee, S.Y. (2006). Understanding Consumer Attitudes on Edible Films and Coatings: Focus Group Findings. *Journal of Sensory Studies*, 22, 353-366
- Wargovich, M.J. (2000). Anticancer properties of fruits and vegetables. *HortScience*, 35: 573-575. DOI: 10.21273/HORTSCI.35.4.573.
- Wills, R.B.H., Golding, J.B. (2016). Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables. 6th Edition. Wallingford. CABI. ISBN: 9781786391483
- Vu, K.D., Hollingsworth, R.G., Leroux, E., Salmieri, S., Lacroix, M. (2011). Development of edible bioactive coating based on modified chitosan for increasing the shelf life of strawberries. *Food Research International*, 44(1), 198-203
- Yılmaz, L., Bayizit, A.A., Yılsay, T.Ö. (2007). Süt Proteinlerinin Yenilebilir Film ve Kaplamalarda Kullanılması. *Gıda Teknolojiler Elektronik Dergisi*, I, 59-64
- Zhu, S.J. (2006). Non-chemical approach to decay control in postharvest fruit. In: Nouredin, B., Norio, S. (Eds.), *Advances in Postharvest Technologies for Horticultural Crops.*, Research Signpost, Trivandrum, India, pp.297-313

## BÖLÜM 2

### METAL İNDİRGEYİCİ BAKTERİLERİN EKOLOJİK OLARAK YARARLANILABİLİRLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr.Öğr. Üyesi Hava Şeyma İNCİ<sup>1</sup>, Doktora öğrencisi Pınar COŞKUN<sup>2</sup>  
Doktora öğrencisi Mehmet İLKAYA<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> Bingöl Üniversitesi, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Meslek Yüksek Okulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Bingöl, Türkiye, 0000-0002-2670-401X, hsyilmaz@bingol.edu.tr

<sup>2</sup> Bingöl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Arı ve Arı Ürünleri Anabilim Dalı  
Orcid No: 0000-0002-9170-5799 pinarcoskun55@gmail.com

<sup>3</sup> Bingöl Üniversitesi Arı ve Arı Ürünleri ABD Orcid: 0000-0002- 1797-144X, ordinaryus3.14@gmail.com



## GİRİŞ

Gelişen dünyayla birlikte bu ilerlemeye paralel olarak olumsuz çevresel sonuçlarda beraberinde karşımıza çıkmaktadır. Bu gün dünya gerek sanayi atıkları, gerek endüstriyel faaliyetler neticesinde ağır metal kirlilikleri ile başa çıkma yolları aramaktadır. Ağır metal kirliliği toprak, su, hava ve beraberinde besin zincirine dahil olarak gıdaları tehdit eden bir risktir. Bilim, alanı ne olursa olsun; çevre mühendisliği, gıda mühendisliği, ziraat mühendisliği, bu kirlilikle savaşmanın çaresini aramaktadır. Metal indirgeyici bakteriler ise bu kirlilik riski ile karşı karşıya olunması durumunda ekolojik olarak değerlendirildiklerinde bir umut ışığı olma ihtimali taşımaktadır.

Doğal şartlar altında belli zaman diliminde geniş tolerans aralığı kazanmış olan bazı organizmalar yüksek metal içeriğine bağlı sert yaşam koşullarına sahip habitatlarda yaşamlarını sürdürebilmek için tolerans sınırları çerçevesinde adaptasyon mekanizmaları geliştirmiştir. Bu adaptasyon mekanizmaları birçok organizma için toksik etkisi olan metallerin kimyasal yapısının değişimini de kapsar. Doğal ekosistemlerde toksik metali indirgeme yeteneğine sahip indirgen organizmaların aktivitesi sonucu bir yan ürün olarak ortaya çıkan indirgenmiş metal iyonları veya nanopariküller diğer canlı gruplarına habitat oluşturabilecek potansiyel teşkil edebilir (Glass, 1972; Panditos ve Horsfal, 2014). Bu indirgenmiş metal veya partiküller indirgen organizmaların tolerans mekanizmasının direnciyle üretilen ürünlerdir (Panditos ve Horsfal, 2014). Bu organizmaların aktivitesi indirgenmiş metal iyonları veya partikül üretiminde yüksek oranda metal ihtiva eden

toprağın kimyasal içeriğini tarıma elverişli hale getirilmesi açısından alternatif bir potansiyele sahip olabilir (Glass, 1972).

Çoğu mikroorganizma, mantar ve bitki yaşam formları metal indirgeme ve metalik nanopartikül üretme kabiliyetine sahiptir. Hücre içi ya da hücre dışı sentez, gelişme sıcaklığı, sentezleme süresi, ekstraksiyon kolaylığı ve örnekten uzaklaştırılmış yüzdeye karşı sentezleme yüzdesi, biyolojik nanopartikül üretiminde önemli rol oynar ve doğru biyolojik metodu bulma birçok değişkene bağlıdır (Panditos ve Horsfal, 2014). Metal nanopartikülün tipi hayati bir etmendir. Çünkü genelde organizmalar az sayıdaki metallere karşı direnç geliştirmektedir (Panditos ve Horsfal, 2014).

Biyojenik yaklaşımlarla metal ve metal oksitlerin hazırlanması ilginç fırsatlar sunabilir. Bu yaklaşım günümüzde yaygın bir şekilde uygulanmadığı halde, çevresel olarak yararlı şartlar altında iyi bilinen materyallerin hazırlanması için özgün yöntemler geliştirilebilir (Forrez et.al 2011). Biyojenik materyallerin oluşumunun anlaşılması; istenen özellikli materyallerin hazırlanmasında iyileştirilmelere yol gösteren laboratuvar sentezini de geliştirebilir (Forrez et.al 2011). Ayrıca mikrobiyal mineralizasyona dayanan yaklaşımlar kolaylıkla sentezlenemeyen yüksek spesifik yüzey alanına sahip demir ve mangan oksitleri oluşturmak için uygulanmaktadır (Boogerd,1987). Performansı etkileyen parametreler olan oksidasyon safhası, kristal fazı ve morfolojilerin kontrolü de elde edilebilir (Hargreaves ve Alharthi, 2015).

## **Metal indirgeyici bakterilerin aktivasyonu**

Doğal biyojenik metalik nanopartikül sentezi iki durumda incelenebilir (Boogerd,1987; Forrez et.al 2011; Panditos ve Horsfal, 2014). İlki metal iyonlarının biyolojik olarak daha stabil formlara kimyasal olarak indirgenmesi olan biyoindirgenmedir (Panditos ve Horsfal, 2014). Birçok organizma katabolik metal indirgemeyi kullanma yeteneğine sahiptir yani metal iyonlarının indirgenmesine bir enzimin oksidasyonu eşlik etmektedir (Boogerd,1987; Forrez et.al 2011; Panditos ve Horsfal, 2014). İkinci kategori biyosorpsiyondur. Bu bir su ya da toprak örneğinden organizmaya (hücre duvarına) enerji gerektirmeden metal iyonlarının bağlanması kapsar (Forrez et.al 2011). Belirli bakteri, mantar ve bitkiler peptitler ya da metal iyonlarına bağlanan değişime uğramış hücre duvarına sahiptir (Forrez et.al 2011). Bunlar nanopartikül formunda daha stabil kompleksler oluşturabilir (Panditos ve Horsfal, 2014).

## **METAL İNDİRGEYİCİ BAKTERİ TÜRLERİ**

*Geobacter* ve *Shewanella* gibi bakteri türleri yapılan çalışmalarda demir gibi metallerin indirgenmesinde kullanılmıştır ve model metal indirgeyici bakteriler olarak kabul edilmektedirler (Esther ve ark., 2015).

Sl. No	Bacterial strain	Electron donor	Electron acceptor	Conditions	Habitat & geographical source
1.	<i>Shewanella amazonensis</i> sp. nov. <sup>*</sup>	Acetate, succinate, fumarate and citrate	Fe (III) oxide, Manganese oxide, Sulphur	Mesophilic	Amazonian Shelf-muds, Brazil
2.	<i>S. putrefaciens</i> IR-1	Lactate, Pyruvate	Insoluble Fe (III) (FeOOH) and soluble Fe (III) citrate	Mesophilic	Paddy Fields, Seoul
3.	<i>Shewanella</i> sp. HN-41	Lactate, formate, pyruvate	Fe (III), As(V), U(VI), Se(IV)	Mesophilic	Tidal flats in Haenam Jeollanam-do, Southwest coast of Republic of Korea
4.	<i>S. putrefaciens</i> CN-32	Lactate	Fe (III), Mn(IV), nitrate, Oxygen, U(VI), fumarate	Mesophilic	Sub-surface of shale sandstone, Albuquerque, New Mexico
5.	<i>S. oneidensis</i> MR-1 <sup>*</sup>	Lactate	Fe(III)-citrate, Mn(IV), Nitrate, Fumarate, TMAO, DMSO	Mesophilic	Anaerobic sediments of Lake Oneida, New York
6.	<i>S. baltica</i> W3-6-1	Lactate	Fe(III), oxygen, nitrate	Psychrotolerant	Deep Pacific Ocean marine sediments, USA
7.	<i>Shewanella</i> sp. PV-4	Lactate, formate, pyruvate, hydrogen	Fe(III)-citrate, O <sub>2</sub> , Fe(III), Co(III), Cr(VI), Mn(IV), U(VI), fumarate	Psychrotolerant	Hydrothermal vent of Loihi Seamount, Pacific Ocean
8.	<i>S. peizotolerans</i> WP3	Lactate	Hydrous Fe (III) Oxide (HFO)	Psychrotolerant, Peizotolerant	West Pacific deep-sea sediments
9.	<i>S. decolonationis</i>	Lactate, Acetate	Nitrate, Iron oxide and Thiosulfate	Mesophilic	Activated sludge of textile-printing waste-water, Guangzhou, China.
10.	<i>S. frigidimarina</i> <sup>*</sup>	Sodium lactate, Sodium acetate	Fe (III) compounds, nitrate, TMAO	Psychrotropic	Antarctic sea ice
11.	<i>S. gelidimarina</i> <sup>*</sup>	Sodium lactate, Sodium acetate	Fe (III) compounds, nitrate, TMAO	Psychrophilic	Antarctic sea ice
12.	<i>S. loihica</i>	Lactate	Fe (III) citrate MnO <sub>2</sub> , Akaganeite, Uranyl carbonate, HFO, TMAO	Psychrotolerant	Iron-rich microbial mats of Loihi Seamount, Hawaii, Pacific Ocean
13.	<i>S. pealeana</i> <sup>*</sup>	Lactate	Iron, Nitrate, Fumarate, Manganese, TMAO, Thiosulfate and elemental sulfur	Mesophilic, Psychrotolerant	Accessory nidamental gland of the squid <i>Loligo pealei</i>

Şekil 1. *Shewanella* türlerinin beslenmesi ve dağılımı (Esther ve ark., 2015)

S. No	Bacterial strain	Electron donor	Electron acceptor	Conditions	Habitat & geographical source
1	<i>Geobacter bemidjensis</i> sp. nov.*	Lactate, pyruvate, acetate, malate, succinate, ethanol	Fe(III), fumarate, AQDS, malate and manganese(IV) oxide	Mesophilic	Sub-surface Aquifer in Bemidji, MN, USA
2	<i>G. psychrophilus</i> sp. nov.	Acetate, butanol, ethanol, formate, lactate, malate, pyruvate, succinate	AQDS, Fe(III) citrate, Fe(III) oxide, Fe(III) pyrophosphate, Fe(III) NTA, fumarate, malate, manganese(IV) oxide and graphite electrodes	Psychrotolerant	Sub-surface Aquifer in Bemidji, MN, USA
3	<i>G. bremensis</i> sp. nov.*	Formate, acetate, propionate, butyrate, pyruvate, lactate, malate, succinate, fumarate	Fe(III), Mn(IV), S <sup>0</sup> , fumarate and malate	Mesophilic	Sediments of Freshwater ditches in Bremen, Germany
4	<i>G. pelophilus</i> sp. nov.*	Hydrogen, Formate, Acetate, Propionate, Pyruvate, Malate, Succinate, Fumarate,	Fe(III), Mn(IV), S <sup>0</sup> , fumarate and malate	Mesophilic	Sediments of Freshwater ditches in Bremen, Germany
5	<i>G. daltonii</i>	Fumarate, acetate	Fe(III) citrate, elemental sulfur, malate and fumarate Fe(III)-oxyhydroxide	Mesophilic	Oakridge shallow subsurface containing mixed waste of U (IV) and aromatic hydrocarbons
6	<i>G. lovleyi</i> sp. nov. strain SZ'	Acetate, Pyruvate, and Hydrogen	Nitrate, soluble and insoluble forms of Fe (III), manganic, sulfur, fumarate, malate, and U(VI)	Mesophilic	Freshwater sediment collected from Su-Zi Creek, South Korea
7	<i>G. metallireducens</i> *	Shortchain fatty acids, alcohols, and monoaromatic compounds acetate	Poorly crystalline Fe (III), Mn(IV), U(VI), and nitrate	Mesophilic	Freshwater sediments of the Potomac River, Maryland
8	<i>G. luticola</i>	Acetate, lactate, pyruvate and succinate	Fe(III)-NTA, Fe (III) citrate, amorphous iron (III) hydroxide and nitrate	Mesophilic	lotus field mud in Aichi prefecture, Japan
9	<i>G. pickeringii</i>	Methanol, ethanol, butanol, glycerol, acetate, lactate, butyrate, pyruvate, succinate and valerate	Fe(III) citrate, Fe(III) NCA, Fe(III) pyrophosphate, MnOOH, elemental sulfur, AQDS, fumarate and malate	Mesophilic	Sedimentary kaolin strata in Georgia, USA
10	<i>G. argillaceus</i>	Ethanol, butanol, glycerol, acetate, lactate, butyrate, pyruvate and valerate	Fe(III) citrate, Fe(III) NCA, Fe(III) pyrophosphate, MnOOH, elemental sulfur	Mesophilic	Sedimentary kaolin strata in Georgia, USA

Şekil 2. *Jeobacter* türlerinin beslenmesi ve dağılımı (Esther ve ark., 2015)

### Türün Yayılımı

*Shewanella* türlerinin deniz ortamlarında (her okyanusta) her yerde bulunduğu bilinmektedir. Bazı suşlar belirli coğrafi bölgelerden izole edilirken, bazı izolatlara çok uzak bölgelerden gelmektedir. Örneğin, orijinal olarak Japonya'nın kıyılarından izole edilen *Shewanella* algleri, Kuzey Atlantik Okyanusu'nun her iki tarafında da bulunmuştur (Simidu ve ark., 1990; Richards ve ark., 2008; Aigle ve ark., 2015). Yüzeyden



veya sığ sulardan gelen *S. algleri* gibi türler, su akışı yoluyla kolayca dağılabilir, yeni alanları kolonize edebilir ve zengin bir yayılım gösterebilirler (Brinkmeyer 2016; Dann ve ark., 2019).

*Shewanella* türleri, deniz suyu sütununun hemen hemen tüm derinliklerinden ve ayrıca gelgit bölgeleri, haliçler ve sığ alanlardan, okyanusun en derin kısımlarına (Marianna Çukuru'ndaki Challenger Deep) kadar izole edilmişlerdir (Kato ve ark., 1998; Venkateswaran ve ark., 1998; Miyazaki ve ark., 2006; Freese ve ark., 2009; Lauro ve ark., 2013; Deng ve ark., 2014; Aigle ve ark., 2015). Bu cinsin üyeleri, hidrotermal alanların yakınındaki mikrobiyal matlarda toplanmıştır (Gao ve ark., 2006). Bazı türler acı ve tatlı su ortamlarını kolonize etmeyi başarmışlardır (Venkateswaran ve ark., 1999; Li ve ark., 2014; Esteve ve ark., 2017). *Shewanella* cinsinin geniş dağılımı, bu organizmaların çok yönlülüğünden ve adaptasyon yeteneklerinden ileri gelmektedir. Okyanus ortamının soğukluğunda gelişmek için, bu bakterilerin düşük sıcaklıkta optimal büyümeye devam etmesi için direnç mekanizmaları geliştirmesi gerekmektedir (Hau ve Gralnick 2007). Suşların çoğu deniz ortamlarından izole edildiğinden, bunlar, yaklaşık %3 çözünmüş tuzların mevcudiyetinde optimal büyüme ile orta derecede halofillerdir. Bununla birlikte, bazı izolatlar acı veya tatlı sularda veya daha yüksek tuzluluk varlığında daha yüksek büyüme oranları sergileyerek diğer ekolojik nişlerin kolonizasyonuna izin vermektedirler (Gu ve Mitchell 2002; Pinhassi ve Berman 2003; Borsodi ve ark., 2007; Hau ve Gralnick 2007; Li ve ark., 2014; Dailey ve ark., 2016; Díaz-Cardenas ve ark., 2017; Esteve ve ark., 2017; Vaidya ve ark., 2018).

Tanımlanan birçok tür için, 20°C'nin altında optimum büyüme sergilemiştir, ancak bazı cinsler mezofiliktir ve hatta 40°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda güçlü büyüme göstermişlerdir (Gao ve ark., 2006; Chang ve ark., 2008; Lemaire ve ark., 2019).

Zhong ve ark., tarafından yürütülen cinsin mevcut genomik verilerinin analizi (2018), çalışmasında, *Shewanella*'nın atalarına ait teorik genomu hakkında ilginç veriler ortaya çıkarmıştır, şu anda daha yakın olarak tanımlanan tür *Shewanella loihica* PV-4 olduğu varsayılmaktadır. Bu tür bir hidrotermal havalandırma alanından izole edilmiştir ve 4 - 42°C arasında büyüebilmektedir (Gao ve ark., 2006). Araştırmacılar, *Shewanella* türlerinin atalarının benzer yaşam koşulları yaşadığını varsayarak, cinsin bu atadan Na<sup>+</sup>ya bağımlı psikrotolerant ve mezofilik alt gruplara evrimleştiğini ileri sürmüşlerdir (Kato ve Nogi 2001; Zhao ve ark., 2010; Banerjee ve Mukhopadhyay, 2012). Na<sup>+</sup>'dan bağımsız deniz bakterilerinden bazıları, tatlı su ortamlarını epizodik olarak kolonize etti. Bu spekülasyon, ilgili suşların fizyolojik veya biyokimyasal çalışmalarıyla hala doğrulanmalıdır, ancak birkaç sonuçla desteklenmektedir. Örneğin, model suşu *Shewanella oneidensis* MR-1, ABD'nin New York eyaletindeki Oneida tatlı su gölünün tortusundan izole edilmiştir. Bununla birlikte, tuzluluk gereksinimleri, yakındaki Sargasso Denizi'nden alınan kamçılı motor bileşimi ve metagenomik verileri nedeniyle, türün Atlantik Okyanusu'ndan kaynaklandığına ve daha sonra Oneida Gölü'nü kirlettiğine inanılmaktadır (Nealson ve ark., 1991; Venkateswaran ve ark., 1999; Heidelberg ve ark., 2002; Venter ve ark., 2004; Liu ve ark.,

2005; Hau ve Gralnick 2007; Paulick ve ark., 2009). Benzer kontaminasyon, Orta Doğu'da hafif tuzlu bir ortam olan Celile Denizi'ndeki (Tiberias Gölü) *Shewanella* türlerinin varlığını açıklayabilir (Mazor ve Mero, 1969; Pinhassi ve Berman, 2003).

### ***Ekolojik nişleri ve yaşamı***

*Shewanella* cinsi, elektron alıcısı olarak dioksijen kullanan oksijenli ortamlarda hayatta kalan bir heterotrofik, fakültatif aerobik,  $\gamma$ -proteobakteri grubu olarak tanımlanmaktadır (Fu ve ark., 2014; Le Laz ve ark., 2014, 2016). *Shewanella* türlerinde bulunan birkaç oksidaz tanımlanmıştır. Bununla birlikte, *Shewanella* türlerinin genomunda kodlanmış olmasına rağmen çok etkili A tipi oksidazın *S. oneidensis* MR-1'de standart koşullar altında üretilmediği ve bu nedenle dioksijen indirgemesine katılmadığı gösterilmiştir (Le Laz ve ark., 2014, 2016). Diğer türlere de yayıldığında bu, bu bakterilerin neden anaerobik sularda ve tortullarda ve yalnızca oksik üst yüzeyde epizodik olarak bulunduğunu açıklayabilecektir (Nealson ve Scott 2006; Hau ve Gralnick 2007; Fredrickson ve ark., 2008). *Shewanella* türleri için, uygun olmayan, oksijen açısından zengin ortamlarda hayatta kalmanın bir yolu, agregalar, deniz karı, topaklar veya yüzen biyofilmler gibi spesifik mikroaerobik nişler oluşturmaktır (McLean ve ark., 2008; Armitano ve ark., 2013; Gambari ve ark., 2018; Boeuf ve ark., 2019). Cins çoğunlukla fermentatif olmayan bakteriler içermektedir (Xu ve ark., 2005; Zhao ve ark., 2005; Nealson ve ark., 1991; Hau ve Gralnick 2007; Hunt ve ark., 2010; Pinchuk ve ark., 2011; Wang ve Sun, 2016). Birkaç tür için fermentasyonun meydana geldiği ve bakterinin hayatta

kalmasına izin verdiği ancak büyümeye izin vermediği gösterilmiştir (Pinchuk ve ark., 2011; Kane ve ark., 2016).

Hem aerobik hem de anaerobik ortamlarda redoks tabakalı bölgeler ideal geçişi oluşturmaktadır ve birçok *Shewanella* izolatu bu ortamlardan kaynaklanmaktadır (Hau ve Gralnick, 2007). Mikroaerobik koşullar bu bakteriler için elverişlidir, çok yönlü solunum ağları nedeniyle organik maddenin bozulmasına etki eder ve çeşitli madde döngülerini etkilemektedir. Cinsin mikro ve makro organizmaların bozunmasında rol oynadığı gösterilmiştir (Dos Santos ve ark., 1998; Nealson ve Scott 2006; Richards ve ark., 2008; Kakizaki ve ark., 2009; Skrlin ve ark., 2011; Janda ve Abbott 2014; Petit ve ark., 2015; Martin ve ark., 2015; Jie ve ark., 2018; Yagi ve ark., 2018). *Shewanella* türleri, kinol havuzu oksidasyonu ve enerji üretimi için çok çeşitli elektron alıcılarını kullanma yetenekleriyle karakterize edilir (Nealson ve Scott, 2006; Hau ve Gralnick, 2007; Fredrickson ve ark., 2008; Beblawy ve ark., 2018). Türlerin çoğu, çok sayıda ökaryotta yüksek konsantrasyonlarda bulunan önemli bir ozmolit olan ve bu nedenle organik maddeyi geri dönüştüren organizma için önemli bir substrat olan bu substrat üzerinde sağlam büyümeye izin veren yüksek verimli bir TMAO redüktaz sistemine sahiptir (Dos Santos ve ark., 1998; Yancey ve ark., 2014; Lemaire ve ark., 2016, 2018). Bununla birlikte, bu cinsin ayırt edici özelliklerinden biri, prokaryotlarda nadir görülen bir özellik olan ve *Shewanella* türlerini metal oksidoredüksiyon döngülerinde kilit rol alan ve metal açısından zengin ortamlarda hayatta kalmalarına izin veren dış elektron transferleridir (EET) (Nealson ve

Scott, 2006; Hau ve Gralnick, 2007; Ha ve ark, 2017; Conley ve ark., 2018; Light ve ark., 2018; Zou ve ark, 2018, Laso-Perez ve ark, 2019).

EET şu üç yolla gerçekleştirilebilir: doğrudan temas, uzak temas veya harici çözümler elektron taşıyıcıların aracılık ettiği (Beblawy ve ark., 2018). Hücreler ve metalik alıcılar arasında doğrudan temas meydana geldiğinde, elektron transferi dış zarın dış yüzünden gerçekleştirilir. Bununla birlikte, elektron alıcıları az olduğunda, dış zar, nanoteller olarak adlandırılan dış zar uzantılarını oluşturan dinamik yapısal düzenlemelere yeniden uğrar (Beblawy ve ark., 2018; Creasey ve ark., 2018; Subramanian ve ark., 2018; Chong ve ark., 2019). Bunlar, hücreden uzaktaki elektron alıcıları ile temasa ve dolayısıyla elektron transferine izin verir. Bu yapıların, üst tabaka organizmalarının elektron alıcı ile doğrudan temas halinde olamadığı ve dolayısıyla uzak indirgeme mekanizmalarına bağlı olduğu biyofilmlerdeki bakteriyel metal indirgeme için önemli olduğu düşünülmektedir. Son olarak, salgılanan çözümler elektron taşıyıcılar (örneğin flavinler) dış metal indirgeme sistemlerinin önemli kofaktörleri olarak kabul edilirse, dış ortamda dış elektron mekikleri olarak da hizmet edebilirler (Edwards ve ark, 2015; Beblawy ve ark, 2018).

### ***Bazı Shewanella Türleri ve Kirlilik Arasındaki İlişki***

*Shewanella* cinsinden birçok tür, yalnızca toksik bileşiklere karşı dirençleri ile değil, aynı zamanda çevrelerini detoksifiye etme yetenekleri ile de bilinmektedirler; örneğin, *Shewanella putrefaciens* 200 suşu bir ham petrol örneğinden izole edilmiştir (Obuekwe ve ark.,

1981). Aslında, petrol ve yakıtla kirlenmiş ortamlarda çok sayıda *Shewanella* suşu tespit edilmiştir ve bazı durumlarda bu hidrokarbürleri bozduğu gösterilmiştir (Gentile ve ark., 2003; Martın-Gil ve ark., 2004; Deppe ve ark., 2005; Gerdes ve ark., 2005; Gao ve ark., 2015; Suganthi ve ark., 2018). Benzer şekilde, *Shewanella* ssp. ANA-3, bakteri tarafından solunum yolu substratı olarak oksitlenmiş haliyle kullanılabilen toksik bir element olan arsenik ile kuvvetli bir şekilde kontamine olmuş bir ortamdan izole edilmiştir (Saltikov ve ark., 2003). Madencilik faaliyetleri nedeniyle bir süreç olan asit maden drenajı ile üretilen kükürt ve metalce zengin sular, bu bileşikler solunum substratı olarak kullanabilen *Shewanella* türleri için uygun bir ortam oluşturmaktadır (Sravan Kumar ve ark., 2010; Sun ve ark., 2015, 2016). Benzer şekilde, *Shewanella halifaxensis*, *Shewanella canadensis* ve *Shewanella atlantica* bakterileri batık bir mühimmat boşaltma alanından izole edilmiştir (Zhao ve ark., 2006, 2007). Deterjan açısından zengin araba yıkama atık tankları ve drenajları gibi aşırı derecede kirli sularda bile *Shewanella* türleri yaşayabilir (Sibanda ve ark., 2017).

Çeşitli adaptasyon mekanizmalarını birleştiren cins, bazı tamamen sentetik ortamları da kolonize etmiştir. Bu organizmalar petrol endüstrilerinde, petrol veya ilgili ürünlerde, soğutma sistemlerinde (Obuekwe ve ark., 1981; Chen ve ark., 2008) ve atık sularda (Sibanda ve ark., 2017) bulunabilir. Bazı *Shewanella* türleri, yüksek konsantrasyonda toksik bileşikler içermesine rağmen, endüstriyel ve evsel atık su arıtma tesislerinde organik madde ve sentetik ürünleri bozarak da ortamda bulunabilir (Xu ve ark., 2005; Chi ve ark., 2009;

Wu ve ark., 2009). Düşük sıcaklıkta güçlü büyüme ve çok yönlü fermentatif ve solunum davranışı sergileyen psikrotolerant saprofitler olarak, bazı suşlar soğuk depolarda çeşitli gıda ürünlerinden beslenerek de ortamda bulunabilirler (Derby ve Hammer, 1931; Russell ve ark., 1995; Pournis ve ark., 2005; Janda ve Abbott, 2014).

*Shewanella* türleri nadiren de olsa insanlarda enfeksiyonlara neden olabilir. 2014 yılında yayınlanan bir çalışma, *Shewanella* cinsinin insan hastalıklarına olası katılımına ilişkin mevcut bilgileri açıklamaya çalışmıştır (Janda ve Abbott, 2014). Cinsle bağlantılı belirlenen hastalıklar otitis, diyare, yumuşak doku enfeksiyonları, septisemi ve hem hepatobiliyer hem de pankreas patolojilerini içermektedir. Farklı çalışmalardan, sadece çok-türlü enfeksiyonların tanımlandığı ve birkaç türün söz konusu olduğu, çoğu klinik izolatta *S. alg* suşu tespit edildiği görülmektedir (Lemaire ve ark., 2020).

### ***Ekolojik Çalışmalarda Kullanılabilirliği***

Cinsin fizyolojik ve ekolojik niş çok yönlülüğü ve aynı zamanda EET (Beblawy ve ark., 2018) gibi belirli özellikleri nedeniyle, *Shewanella* türleri farklı biyoteknolojik uygulamalar için mükemmel şekilde uygun olabilir. Son zamanlarda kullanılan uygulamaların kapsamlı olmayan bir özeti aşağıda sunulmuştur.

### ***Probiyotikler***

Çok sayıda tür deniz organizmaları ile faydalı etkileşimler sürdürdüğünden, *Shewanella* suşları balık yetiştiriciliğinde probiyotik olarak kullanılmaktadır (Vidal ve ark., 2016). Bunların beslenmeye

veya besiyerine eklenmesi, herhangi bir belirgin sağlık sorunu veya yan etki olmaksızın balıkları, yumuşakçaları veya derisidikenlileri enfeksiyonlardan korur (Nayak, 2010; Chi ve ark., 2014; Cordero ve ark., 2016; Vidal ve ark., 2016). Buna karşın su ortamları üzerinde çarpıcı sonuçlar doğurabilecek siyanobakteriyel veya mikro-algelere karşı koymak için bazı suşların alg öldürücü özelliklerinin kullanılması önerilmiştir (Li ve ark., 2014).

### ***Enzimler ve Ürünler***

*Shewanella* suşlarını içeren biyomateryal üretim stratejileri geliştirilmiştir (Pan ve Chen, 2019). Bu bakteriler aynı zamanda, çoklu doymamış yağ asitleri (Dailey ve ark., 2016; Moi ve ark., 2018), tereyağı tatlandırıcı bileşik asetoin (Bursac ve ark., 2017) veya gıda ve ilaç endüstrilerinde kullanılan çeşitli ürünleri sentezlemek için *Shewanella* türleri olarak adlandırılan antitümöral alkaloidler bile de kullanılabilir. (Wang ve ark., 2014). Cinsin genetik ve fizyolojik çeşitliliği, çok sayıda başka ilginç enzim veya ürünün hala keşfedilebileceğini düşündürmektedir.

### ***Biyoremediasyon***

*Shewanella* türlerini içeren biyoteknolojik uygulamaların çoğu biyoremediasyonla ilgilidir. *Shewanella* suşları hidrokarbürlerin (Gentile ve ark., 2003; Martín-Gil, ve ark., 2004; Deppe ve ark., 2005; Gerdes ve ark., 2005; Hassanshahian 2014; Suganthi ve ark., 2018), boyaların (Xu ve ark., 2005; Chen ve ark., 2008; Hong ve Gu, 2010; Cai ve ark., 2012; Patel ve Bhatt, 2015; Ito ve ark., 2016; Liu ve ark.,



2018; Lemaire ve ark., 2019), antibiyotiklerin (Mao ve ark., 2018; Wang ve ark., 2019), pestisitlerin (Chen ve Rosen, 2016), sentetik kirleticilerin (Petrovskis ve ark., 1994; de Santana ve ark., 2019) ve kromat veya tellürit gibi toksik oksitlerin indirgenmesi için kullanılabilir (Baaziz ve ark., 2017; Valdivia-Gonzalez ve ark., 2017; Wang ve ark., 2017; Meng ve ark., 2018; Soda ve ark., 2018; Lemaire ve ark., 2019). *Shewanella* cinsinin metalleri hücre dışı olarak azaltma yeteneği de biyoremediasyon için önemlidir (Beblawy ve ark., 2018; Zou ve ark., 2018). Aslında, metalin indirgenmiş formu genellikle daha az çözüdür ve bu nedenle oksitlenmiş muadilinden daha az biyolojik olarak kullanılabilir. Bu nedenle, bakteriyel metal indirgeme, ortamdaki etkili metal konsantrasyonunu azaltmanın, toksik maddeleri tortu veya biyofilmlerde tutmanın bir yoludur. *Shewanella* türlerinin, demir (Fe), manganez (Mn), civa (Hg), platin (Pt), teknesyum (Tc), vanadyum (V) ve paladyum (Pd) dahil olmak üzere çok çeşitli metalleri ve uranyum (U) ve plütonyum (Pu) gibi radyonüklidleri doğrudan veya çözüdür elektronik röleler aracılığıyla azalttığı gösterilmiştir (Fredrickson ve ark., 2008; Jiang ve ark., 2012; Maes ve ark., 2017; Wang ve ark., 2017; Lee ve ark., 2018; Zou ve ark., 2018).

Demir varlığında anaerobik ve aerobik büyüme koşulları arasında geçiş yaparak, fakültatif aerobik *Shewanella* suşlarının metali harici olarak indirgeme yeteneği, yüksek oranda reaktif hidroksil radikali HO•'nun biyotik oluşumuna ve bu, çevreleyen moleküllerle reaksiyona girerek, kültür ortamında dirençli bileşiklerin bozulmasına yol açmaktadır. Bu işleme diklorodifeniltrikloroetan (DDT), dioksan, selüloz,

trikloroetilen, tetrakloroetilen, antrasen ve piren gibi farklı moleküllerin indirgendiği gösterilmiştir (Li ve ark., 2010; Sekar ve DiChristina 2014; Sekar ve ark., 2016; Sekar ve DiChristina, 2017). Ayrıca, paladyum gibi diğer metallerin biyolojik olarak indirgenmesi, PCB gibi organoklorür türevlerinin bozunmasını katalize eden nanoparçacıkların oluşumuna izin verir (De Windt ve ark., 2005).

Biyolojik metal indirgeme, elektrotların azaltılmasına izin vererek elektrik üretimine neden olmaktadır. *Shewanella* hücreleri bu süreçte zaten kullanılmaktadır. EET, enerji üretimini sürdürmek için çeşitli ürünlerin kullanılmasını sağlamaktadır (Min ve ark., 2005; Uria ve ark., 2011; Zou ve ark., 2018). Bu bakterilerin ekolojik nişlerini taklit ederek saf kültür veya konsorsiyuma dahil edilmesi, daha da geniş bir bileşik yelpazesıyla (Wang ve ark., 2015) ve atık su çamurundan (Zhang ve ark., 2017) enerji üretimine izin vermektedir. Ayrıca, yakın zamanda *Shewanella* türlerini kullanan gelişmiş mikrobiyal yakıt hücresi teknikleri geliştirilmiş ve bu da biyoremediasyon, biyoyakıt üretimi, biyosensörlerin geliştirilmesi ve CO<sub>2</sub> fiksasyonu gibi çok çeşitli yeni uygulamalara yol açmıştır (Zou ve ark., 2018).

## SONUÇ

*Shewanella* cinsinin küresel dağılımı, ekolojisi ve biyoteknolojik etkileri hala tam olarak anlaşılabilen değildir. Cinsle ilgili yayınların üçte ikisi son on yılda çalışılmıştır (Lemaire ve ark., 2020). Bu bakteriler tarihsel olarak yalnız soğuk su organizmaları olarak düşünülmüştür, ancak son on yılda bu varsayımı farklılaştıran bilgiler ortaya çıkmıştır. Cins, atık su arıtımından anti-tümör molekül üretimine kadar çeşitli

biyoteknolojik uygulamalar için etkileyici bir potansiyel sergilemektedir (Lemaire ve ark., 2020). Bu organizmaların biyoteknolojik uygulamaları, biyoremediasyon mekanizmalarının artan bilgisine dayalı olarak geliştirilmektedir. Ayrıca, bazı türlerin biyoteknolojik kapasitelerini ve ilgilerini artırmak için genetik araçlar ve dönüşüm stratejileri mevcuttur ve geliştirilmiştir (Corts ve ark., 2019). Bu bakterilerin yakın gelecekte biyo uygulamalar için giderek daha kullanışlı hale geleceği tahmin edilebilir.

Birçok *Shewanella* suşu toksik kirleticilere karşı dirençli hale gelmiştir ve laboratuvar ortamlarında toksine dirençli suşların gelişmesi muhtemeldir (Baaziz ve ark., 2018). Bu özellik, muhtemelen sucul ortamlarda toksik maddelerin yoğun antropojenik girdileri tarafından şiddetlenmekte ve bu bakterilere seçici bir avantaj sağlamaktadır. Bu durum *Shewanella* türlerinin limanlarda, atık sularda ve diğer kirli ortamlarda fazla bulunmasını açıklamaktadır (Lemaire ve ark., 2020). *Shewanella* popülasyonundaki anormal artış muhtemelen sucul ekosistemlerin değişimini tespit etmek için bir biyobelirteç olarak kullanılabilir, fakat aynı zamanda bu ortamların biyoremediasyon nedeniyle esneklik kapasitesini tahmin etmek için kullanılabilir. (Lemaire ve ark., 2020).

Metal indirgeyici bakteriler konusunda model bakteri olarak karşımıza çıkan *Shewanella* türleri son zamanlarda dikkat çekici bir oranda çalışılmaya başlanmıştır. Şüphesiz ki bu durumda dünyanın büyük bir çevre kirliliği riskiyle karşı karşıya kalmış olmasının payı büyüktür. Hem çevre kirliliği hem iklim değişikliği krizi en çok tarım alanında

etkisini göstermektedir. Kirlenen çevre bir şekilde tarımsal üretim kanalıyla besin zinciri için en büyük riski taşımaktadır. Günümüzde metal indirgeyici bakterilerden bitkisel üretimde başrolü oynayan toprak ve su ortamlarının temizlenmesi, daha az kirlilik riski taşıması gibi konularda yararlanmaya çalışmak artık kaçınılmaz bir hal alacaktır.

**KAYNAKÇA**

- Aigle A, Michotey V, Bonin P. (2015). Draft-genome sequence of *Shewanella algae* strain C6G3. *Stand Genomic Sci*;10:43.
- Armitano J, M'ejean V, Jourlin-Castelli C. (2013). Aerotaxis governs floating biofilm formation in *Shewanella oneidensis*. *Environ Microbiol*; 15:3108–18.
- Baaziz, H., Gambari, C., Boyeldieu, A. (2017). ChrASO, the chromate efflux pump of *Shewanella oneidensis*, improves chromate survival and reduction. *PLoS One*;12:e0188516.
- Banerjee R, Mukhopadhyay S. (2012). Niche specific amino acid features within the core genes of the genus *Shewanella*. *Bioinformatics*; 8:938–42.
- Beblawy, S., Bursac, T., Paquete, C. (2018). Extracellular reduction of solid electron acceptors by *Shewanella oneidensis*. *Mol Microbiol*; 109:571–83.
- Boeuf D, Edwards BR, Eppley JM. (2019). Biological composition and microbial dynamics of sinking particulate organic matter at abyssal depths in the oligotrophic open ocean. *Proc Natl Acad Sci USA.*; 116:11824–32
- Booger, F.C., De Vrind, J.P.M. (1987). Manganese oxidation by *Leptothrix discophora*, *Journal of Bacteriology*, 169(2), 489-494.
- Borsodi AK, Rusznyák A, Molnár P. (2007). Metabolic activity and phylogenetic diversity of reed (*Phragmites australis*) periphyton bacterial communities in a hungarian shallow soda lake. *Microb Ecol*; 53:612–20.
- Brinkmeyer R. (2016). Diversity of bacteria in ships ballast water as revealed by next generation DNA sequencing. *Mar Pollut Bull*;107:277–85.
- Bursac, T., Gralnick, J.A., Gescher, J. (2017). Acetoin production via unbalanced fermentation in *Shewanella oneidensis*. *Biotechnol Bioeng*;114:1283–9.
- Cai, P.J., Xiao, X., He, Y.R. (2012). Anaerobic biodecolorization mechanism of methyl orange by *Shewanella oneidensis* MR-1. *Appl Microbiol Biotechnol*;93:1769–76.
- Chang H-W, Roh SW, Kim K-H (2008). *Shewanella basaltis* sp. nov., a marine bacterium isolated from black sand. *Int J Syst Evol Microbiol*; 58:1907–10.

- Chen C-H, Chang C-F, Ho C-H (2008).. Biodegradation of crystal violet by a *Shewanella* sp. NTOU1. *Chemosphere*;72:1712–20.
- Chen, J., Rosen, B.P. (2016) Organoarsenical biotransformations by *Shewanella putrefaciens*. *Environ Sci Technol*; 50:7956–63.
- Chi C, Liu J-Y, Fei S-Z (2014). Effect of intestinal autochthonous probiotics isolated from the gut of sea cucumber (*Apostichopus japonicus*) on immune response and growth of *A. japonicus*. *Fish Shellfish Immunol*; 38:367–73.
- Chi W-C, Chen C-H, Liu S-M. (2009). Biodegradation of anthraquinone dyes by *Shewanella* sp. NTOU1 under anaerobic conditions. *Water Sci Technol J Int Assoc Water Pollut Res*; 60:889–99.
- Chong GW, Pirbadian S, El-Naggar MY. (2019). Surface-induced formation and redox-dependent staining of outer membrane extensions in *Shewanella oneidensis* MR-1. *Front Energy Res*;7:87.
- Conley BE, Intile PJ, Bond DR (2018). Divergent Nrf family proteins and MtrCAB homologs facilitate extracellular electron transfer in *Aeromonas hydrophila*. *Appl Environ Microbiol*;84:e02134–18.
- Cordero H, Mauro M, Cuesta A *et al.* In vitro cytokine profile revealed differences from dorsal and ventral skin susceptibility to pathogen-probiotic interaction in gilthead seabream. *Fish Shellfish Immunol* (2016); 56:188–91.
- Corts, A.D., Thomason, L.C., Gill, R.T. (2019). A new recombineering system for precise genome-editing in *Shewanella oneidensis* strain MR-1 using single-stranded oligonucleotides. *Sci Rep*; 9:39.
- Creasey RCG, Mostert AB, Nguyen TAH. (2018). Microbial nanowires - electron transport and the role of synthetic analogues. *Acta Biomater*; 69:1–30.
- D'íaz-C'ardenas C, Cantillo A, Rojas LY (2017). Microbial diversity of saline environments: searching for cytotoxic activities. *AMB Express*; 7:223.
- Dailey, F.E., McGraw, J.E., Jensen B.J. (2016). The microbiota of freshwater fish and freshwater niches contain omega-3 fatty acid-producing *shewanella* species. *Appl Environ Microbiol*; 82:218–31.
- Dann LM, Clanahan M, Paterson JS. (2019). Distinct niche partitioning of marine and freshwater microbes during colonisation. *FEMS Microbiol Ecol*; 95:8.

- De Santana, F.S., Gracioso, L.H, Karolski, B. (2019). Isolation of Bisphenol A-tolerating/degrading *Shewanella haliotis* strain MH137742 from an estuarine environment. *Appl Biochem Biotechnol*;189:103.
- Deng J, Brettar I, Luo C. (2014). Stability, genotypic and phenotypic diversity of *Shewanella baltica* in the redox transition zone of the Baltic Sea. *Environ Microbiol*; 16:1854–66.
- Deppe, U., Richnow, H.H., Michaelis, W. (2005). Degradation of crude oil by an arctic microbial consortium. *Extrem Life Extreme Cond*; 9:461–70.
- Derby HA, Hammer BW. (1931) Bacteriology of Butter: IV. Bacteriological Studies on Surface Taint Butter, *Iowa Agriculture and Home Economics Experiment Station Research Bulletin*, 11, 145.
- DeWindt, W., Aelterman, P., Verstraete, W. (2005). Bioreductive deposition of palladium (0) nanoparticles on *Shewanella oneidensis* with catalytic activity towards reductive dechlorination of polychlorinated biphenyls. *Environ Microbiol*; 7:314–25.
- Dos Santos JP, Iobbi-Nivol C, Couillault C. (1998). Molecular analysis of the trimethylamine N-oxide (TMAO) reductase respiratory system from a *Shewanella* species. *J Mol Biol*;284:421–33.
- Edwards MJ, Baiden NA, Johns A (2014). The X-ray crystal structure of *Shewanella oneidensis* OmcA reveals new insight at the microbe–mineral interface. *FEBS Lett*;588:1886–90.
- Esteve C, Merch´an R, Alcaide E. (2017). An outbreak of *Shewanella putrefaciens* group in wild eels *Anguilla anguilla* L. favoured by hypoxic aquatic environments. *J Fish Dis*; 40:929–39.
- Esther, J., Sukla, L. B., Pradhan, N., & Panda, S. (2015). Fe (III) reduction strategies of dissimilatory iron reducing bacteria. *Korean Journal of Chemical Engineering*, 32(1), 1-14.
- Forrez, I., Carballa, M., Fink, G., Wick, A., Hennebel, T., Vanhaecke, L., Ternes, T., Boon, N. & Verstraete, W. (2011). Biogenic metals for the oxidative and reductive removal of pharmaceuticals, biocides and iodinated contrast media in a polishing membrane bioreactor. *Water Research* 45(4), 1763-1773.

- Fredrickson, J.K., Romine, M.F., Beliaev, A.S. (2008). Towards environmental systems biology of *Shewanella*. *Nat Rev Microbiol*; 6:592–603.
- Freese E, Rütters H, Köster J (2009). Gammaproteobacteria as a possible source of eicosapentaenoic acid in anoxic intertidal sediments. *Microb Ecol*; 57:444–54.
- Fu H, Jin M, Ju L (2014). Evidence for function overlapping of CymA and the cytochrome *bc1* complex in the *Shewanella oneidensis* nitrate and nitrite respiration. *Environ Microbiol*; 16:3181–95.
- Gambari C, Boyeldieu A, Armitano J (2018). Control of pellicle biogenesis involves the diguanylate cyclases PdgA and PdgB, the c-di-GMP binding protein MxdA and the chemotaxis response regulator CheY3 in *Shewanella oneidensis*. *Environ Microbiol*; 21:81–97.
- Gao H, Obraztova A, Stewart N (2006). *Shewanella loihica* sp. nov., isolated from iron-rich microbial mats in the Pacific Ocean. *Int J Syst Evol Microbiol*; 56:1911–6.
- Gao P, Tian H, Li G (2015). Microbial diversity and abundance in the Xinjiang Luliang long-term water-flooding petroleum reservoir. *MicrobiologyOpen*; 4:332–42.
- Gentile G, Bonasera V, Amico C (2003). *Shewanella* sp. GA-22, a psychrophilic hydrocarbonoclastic antarctic bacterium producing polyunsaturated fatty acids. *J Appl Microbiol*; 95:1124–33.
- Gentile, G., Bonasera, V., Amico, C. (2003). *et al.* *Shewanella* sp. GA-22, a psychrophilic hydrocarbonoclastic antarctic bacterium producing polyunsaturated fatty acids. *J Appl Microbiol*; 95:1124–33.
- Gerdes B, Brinkmeyer R, Dieckmann G (2005). Influence of crude oil on changes of bacterial communities in Arctic sea-ice. *FEMS Microbiol Ecol*; 53:129–39.
- Glass, B. L. (1972). Relation between the degradation of DDT and the iron redox system in soils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 20(2), 324-327.
- Gu J-D, Mitchell R. (2002). Indigenous microflora and opportunistic pathogens of the freshwater zebra mussel. *Dreissena polymorpha Hydrobiologia*; 474:81–90.
- Ha PT, Lindemann SR, Shi L. (2017). Syntrophic anaerobic photosynthesis via direct interspecies electron transfer. *Nat Commun*; 8:13924.



- Hargreaves J.S.J., Alharthi A.I. (2015). Biogenic and bio-structured inorganic materials in heterogeneous catalysis: a brief review, *J Chem Technol Biotechnol*, (wileyonlinelibrary.com) DOI 10.1002/jctb.4847
- Hassanshahian, M. (2014). Isolation and characterization of biosurfactant producing bacteria from Persian Gulf (Bushehr provenance). *Mar Pollut Bull*; 86:361–6.
- Hau HH, Gralnick JA. (2007). Ecology and biotechnology of the genus *Shewanella*. *Annu Rev Microbiol*; 61:237–58.
- Heidelberg JF, Paulsen IT, Nelson KE. (2002). Genome sequence of the dissimilatory metal ion-reducing bacterium *Shewanella oneidensis*. *Nat Biotechnol*; 20:1118–23.
- Hong, Y.G, Gu, J.D. (2010). Physiology and biochemistry of reduction of azo compounds by *Shewanella* strains relevant to electron transport chain. *Appl Microbiol Biotechnol*; 88:637–43.
- Hunt KA, Flynn JM, Naranjo B (2010). Substrate-level phosphorylation is the primary source of energy conservation during anaerobic respiration of *Shewanella oneidensis* strain MR-1. *J Bacteriol*;192:3345–51.
- Ito, T., Adachi, Y., Yamanashi, Y. (2016). Long-term natural remediation process in textile dye-polluted river sediment driven by bacterial community changes. *Water Res*;100: 458–65.
- Janda JM, Abbott SL. (2014). The genus *Shewanella*: from the briny depths below to human pathogen. *Crit Rev Microbiol*;40: 293–312.
- Jiang, S., Ho, C.T., Lee, J.H. (2012). Mercury capture into biogenic amorphous selenium nanospheres produced by mercury resistant *Shewanella putrefaciens* 200. *Chemosphere*;87:621–4.
- Jie J, Yu H, Han Y. (2018). Acyl-homoserine-lactones receptor LuxR of *Shewanella baltica* involved in the development of microbiota and spoilage of refrigerated shrimp. *J Food Sci Technol*; 55:2795–800.
- Kakizaki E, Kozawa S, Tashiro N.(2009). Detection of bacterioplankton in immersed cadavers using selective agar plates. *Leg Med Tokyo Jpn*;11:S350–3.

- Kane AL, Brutinel ED, Joo H. (2016). Formate metabolism in *Shewanella oneidensis* generates proton motive force and prevents growth without an electron acceptor. *J Bacteriol*;198:1337–46.
- Kato C, Li L, Nogi Y (1998). Extremely barophilic bacteria isolated from the Mariana Trench, Challenger Deep, at a depth of 11,000 meters. *Appl Environ Microbiol*; 64:1510–3.
- Kato C, Nogi Y. (2001). Correlation between phylogenetic structure and function: examples from deep-sea *Shewanella*. *FEMS Microbiol Ecol*; 35:223–30
- Laso-Pérez R, Hahn C, van Vliet DM, (2019). Anaerobic degradation of non-methane alkanes by “*Candidatus Methanoliparia*” in hydrocarbon seeps of the Gulf of Mexico. *MBio*.;10: e01814–19.
- Lauro FM, Chastain RA, Ferriera S. (2013). Draft genome sequence of the deep-sea bacterium *Shewanella benthica* strain KT99. *Genome Announc*;1:e00210–13.
- Le Laz S, Kpebe A, Bauzan M. (2016). Expression of terminal oxidases under nutrient-starved conditions in *Shewanella oneidensis*: detection of the A-type cytochrome c oxidase. *Sci Rep*; 6:19726
- Le Laz S, Kpebe A, Bauzan M.( 2014). A biochemical approach to study the role of the terminal oxidases in aerobic respiration in *Shewanella oneidensis* MR-1. *PLoS One*;9:e86343.
- Lee, S., Kim, D.H., Kim., K.W. (2018). The enhancement and inhibition of mercury reduction by natural organic matter in the presence of *Shewanella oneidensis* MR-1. *Chemosphere*;194:515–22.
- Lemaire ON, Honoré FA, Tempel S. (2019). *Shewanella decolorationis* LDS1 chromate resistance. *Appl Environ Microbiol*;85:e00777–19
- Lemaire ON, Infossi P, Ali Chaouche A (2018). Small membranous proteins of the TorE/NapE family, crutches for cognate respiratory systems in Proteobacteria. *Sci Rep*; 8:13576
- Lemaire, O.N, Honoré, F.A., Jourlin-Castelli, C. (2016). Efficient respiration on TMAO requires TorD and TorE auxiliary proteins in *Shewanella oneidensis*. *Res Microbiol*;167:630–7.

- Li Z, Lin S, Liu X (2014). A freshwater bacterial strain, *Shewanella* sp. Lzh-2, isolated from Lake Taihu and its two algicidal active substances, hexahydropyrrolo[1,2-a]pyrazine- 1,4-dione and 2, 3-indolinedione. *Appl Microbiol Biotechnol*; 98:4737–48.
- Li, F.B., Li. X.M., Zhou, S.G. (2010). Enhanced reductive dechlorination of DDT in an anaerobic system of dissimilatory iron-reducing bacteria and iron oxide. *Environ Pollut*;158:1733–40.
- Li, Z., Lin, S., Liu, X. *et al.* A freshwater bacterial strain, *Shewanella* sp. Lzh-2, isolated from Lake Taihu and its two algicidal active substances, hexahydropyrrolo[1,2-a]pyrazine- 1,4-dione and 2, 3-indolinedione. *Appl Microbiol Biotechnol* 2014; 98:4737–48.
- Light SH, Su L, Rivera-Lugo R (2018). A flavin-based extracellular electron transfer mechanism in diverse Gram-positive bacteria. *Nature*;562:140–4.
- Liu Y, Gao W, Wang Y. (2005). Transcriptome analysis of *Shewanella oneidensis* MR-1 in response to elevated salt conditions. *J Bacteriol*;187:2501–7.
- Liu, W., You, Y., Sun, D. (2018). Decolorization and detoxification of water-insoluble Sudan dye by *Shewanella putrefaciens* CN32 co-cultured with *Bacillus circulans* BWL1061. *Ecotoxicol Environ Saf*; 166:11–7.
- Maes, S., Props, R., Fitts, J.P. (2017). Biological recovery of platinum complexes from diluted aqueous streams by axenic cultures. *PLoS One*;12:e0169093.
- Mao, F., Liu, X., Wu, K. (2018). Biodegradation of sulfonamides by *Shewanella oneidensis* MR-1 and *Shewanella* sp. strain MR-4. *Biodegradation*;29:129–40.
- Martín-Gil, J., Ramos-Sánchez, MC., Martín-Gil, F.J. (2004). *Shewanella putrefaciens* in a fuel-in-water emulsion from the Prestige oil spill. *Anton Van Lee*; 86:283–5.
- Martin M, Barbeyron T, Martin R. (2015). The cultivable surface microbiota of the brown alga *ascophyllum nodosum* is enriched in macroalgal-polysaccharide-degrading bacteria. *Front Microbiol*; 6:1487.
- Mazor E, Mero F. (1969). Geochemical tracing of mineral and freshwater sources in the Lake Tiberias Basin, Israel. *J Hydrol*; 7:276– 317.

- McLean JS, Pinchuk GE, Geydebekht OV. (2008). Oxygen-dependent autoaggregation in *Shewanella oneidensis* MR-1. *Environ Microbiol*;10:1861–76.
- Meng, Y., Zhao, Z., Burgos, W.D. (2018). Iron(III) minerals and anthraquinone-2,6-disulfonate (AQDS) synergistically enhance bioreduction of hexavalent chromium by *Shewanella oneidensis* MR-1. *Sci Total Environ*;640–641:591–8.
- Min, B., Cheng, S., Logan, B.E. (2005). Electricity generation using membrane and salt bridge microbial fuel cells. *Water Res*; 39:1675–86.
- Miyazaki M, Nogi Y, Usami R (2006). *Shewanella surugensis* sp. nov., *Shewanella kaireitica* sp. nov. and *Shewanella abyssii* sp. nov., isolated from deep-sea sediments of Suruga Bay, Japan. *Int J Syst Evol Microbiol*; 56:1607–13.
- Moi, I.M., Leow, A.T.C., Ali, M.S.M (2018). Polyunsaturated fatty acids in marine bacteria and strategies to enhance their production. *Appl Microbiol Biotechnol*;102:5811–26.
- Nayak SK. (2010) Probiotics and immunity: a fish perspective. *Fish Shellfish Immunol*; 29:2–14.
- Nealson KH, Myers CR, Wimpee BB. (1991). Isolation and identification of manganese-reducing bacteria and estimates of microbial Mn(IV)-reducing potential in the Black Sea. *Deep Sea Res Part Oceanogr Res Pap*;38:S907–20.
- Nealson KH, Scott J.(2006). *Ecophysiology of the Genus Shewanella. The Prokaryotes*. New York, NY: Springer, , 1133–51.
- Obuekwe CO, Westlake DW, Cook FD. (1981). Effect of nitrate on reduction of ferric iron by a bacterium isolated from crude oil. *Can J Microbiol*; 27:692–7.
- Obuekwe CO, Westlake DW, Cook FD. (1981). Effect of nitrate on reduction of ferric iron by a bacterium isolated from crude oil. *Can J Microbiol*; 27:6927.
- Olivier, N., Lemaire, Vincent, M., 'ejean and Chantal, I.N. (2020).The *Shewanella* genus: ubiquitous organisms sustaining and preserving aquatic ecosystems. *FEMS Microbiology Reviews*, fuz031, 44, 2020, 155–170.

- Pan, T., Chen, B. (2019). Facile fabrication of *Shewanella*@graphene coreshell material and its enhanced performance in nitrobenzene reduction. *Sci Total Environ*;658:324–32.
- Pantidos, N. and Horsfall, L. E. (2014). Biological Synthesis of Metallic Nanoparticles by Bacteria, Fungi and Plants, *J. Nanomed Nanotechnol.*, 5: 5.
- Patel, V.R, Bhatt, N. (2015). Isolation, development and identification of salt-tolerant bacterial consortium from crude-oilcontaminated soil for degradation of di-azo dye reactive blue 220. *Water Sci Technol J Int Assoc Water Pollut Res*;72:311–21.
- Paulick A, Koerdt A, Lassak J (2009). Two different stator systems drive a single polar flagellum in *Shewanella oneidensis* MR-1. *Mol Microbiol*;71:836–50.
- Petit M, Bonin P, Amiraux R. (2015). Dynamic of bacterial communities attached to lightened phytodetritus. *Environ Sci Pollut Res Int*; 22:13681–92.
- Petrovskis, E.A., Vogel T.M. (1994) Adriaens P. Effects of electron acceptors and donors on transformation of tetrachloromethane by *Shewanella putrefaciens* MR-1. *FEMS Microbiol Lett*;121:357– 63.
- Pinchuk GE, Geydebrekht OV, Hill EA. (2011). Pyruvate and lactate metabolism by *Shewanella oneidensis* MR-1 under fermentation, oxygen limitation, and fumarate respiration conditions. *Appl Environ Microbiol*; 77:8234–40.
- Pinhassi J, Berman T. (2003). Differential growth response of colonyforming alpha- and gamma-proteobacteria in dilution culture and nutrient addition experiments from Lake Kinneret (Israel), the eastern Mediterranean Sea, and the Gulf of Eilat. *Appl Environ Microbiol*; 69:199–211.
- Pournis N, Papavergou A, Badeka A (2005). Shelf-life extension of refrigerated Mediterranean mullet (*Mullus surmuletus*) using modified atmosphere packaging. *J Food Prot*; 68:2201–7.
- Richards GP, Watson MA, Crane EJ. (2008). *Shewanella* and *Photobacterium* spp. in oysters and seawater from the Delaware Bay. *Appl Environ Microbiol*; 74:3323–7.
- Russell SM, Fletcher DL, Cox NA. (1995). Spoilage bacteria of fresh broiler chicken carcasses. *Poult Sci*; 74:2041–7.

- Saltikov CW, Cifuentes A, Venkateswaran K(2003). The *ars* detoxification system is advantageous but not required for As(V) respiration by the genetically tractable *Shewanella* species strain ANA-3. *Appl Environ Microbiol*;69:2800–9.
- Sekar, R., DiChristina T.J. (2017). Degradation of the recalcitrant oil spill components anthracene and pyrene by a microbially driven Fenton reaction. *FEMS Microbiol Lett*, 364, DOI: 10.1093/femsle/fnx203.
- Sekar, R., DiChristina, T.J. (2014). Microbially driven Fenton reaction for degradation of the widespread environmental contaminant 1,4-dioxane. *Environ Sci Technol*; 48:12858–67.
- Sekar, R., Taillefert, M., DiChristina, T.J. (2016). Simultaneous transformation of commingled trichloroethylene, tetrachloroethylene, and 1,4-dioxane by a microbially driven fenton reaction in batch liquid cultures. *Appl Environ Microbiol*; 82:6335–43.
- Sibanda T, Selvarajan R, Tekere M. (2017). Synthetic extreme environments: overlooked sources of potential biotechnologically relevant microorganisms. *Microb Biotechnol*; 10:570–85.
- Simidu U, Kita-Tsukamoto K, Yasumoto T. (1990). Taxonomy of four marine bacterial strains that produce tetrodotoxin. *Int J Syst Bacteriol*; 40:331–6.
- Skrlin J, Kavur L, Mlinari'c EM. (2011). Microbiological analysis of the mummy of St. Marcian. *Coll Antropol*; 35:923–4.
- Soda, S., Ma, W., Kuroda, M. (2018). Characterization of moderately halotolerant selenate- and tellurite-reducing bacteria isolated from brackish areas in Osaka. *Biosci Biotechnol Biochem*; 82:173–81.
- Sravan Kumar R, Sasi Jyothsna TS, Sasikala C (2010). *Shewanella fodinae* sp. nov., isolated from coal mine and from a marine lagoon. *Int J Syst Evol Microbiol*; 60:1649–54.
- Subramanian P, Pirbadian S, El-Naggar MY (2018). Ultrastructure of *Shewanella oneidensis* MR-1 nanowires revealed by electron cryotomography. *Proc Natl Acad Sci USA*;115:E3246–55.

- Suganthi SH, Murshid S, Sriram S. (2018). Enhanced biodegradation of hydrocarbons in petroleum tank bottom oil sludge and characterization of biocatalysts and biosurfactants. *J Environ Manage*; 220:87–95.
- Sun W, Xiao E, Krumins V (2016). Characterization of the microbial community composition and the distribution of Femetabolizing bacteria in a creek contaminated by acid mine drainage. *Appl Microbiol Biotechnol*;100:8523–35.
- Sun W, Xiao T, Sun M (2015). Diversity of the sediment microbial community in the Aha watershed (Southwest China) in response to acid mine drainage pollution gradients. *Appl Environ Microbiol*; 81:4874–84.
- Ur'ia, N., Mun'oz Berbel, X., Sa'nchez, O. (2011). Transient storage of electrical charge in biofilms of *Shewanella oneidensis* MR-1 growing in a microbial fuel cell. *Environ Sci Technol*; 45:10250–6.
- Vaidya S, Dev K, Sourirajan A. (2018). Distinct osmoadaptation strategies in the strict halophilic and halotolerant bacteria isolated from Lunsu salt water body of North West Himalayas. *Curr Microbiol*; 75:888–95.
- Valdivia-Gonz'alez, M.A., D'iaz-V'asquez, W.A., Ruiz-Le'on, D. (2017). A comparative analysis of tellurite detoxification by members of the genus *Shewanella*. *Arch Microbiol*;200:267–73.
- Venkateswaran K, Dollhopf ME, Aller R. (1998). *Shewanella amazonensis* sp. nov., a novel metal-reducing facultative anaerobe from Amazonian shelf muds. *Int J Syst Bacteriol*; 48:965–72.
- Venkateswaran K, Moser DP, Dollhopf ME (1999). Polyphasic taxonomy of the genus *Shewanella* and description of *Shewanella oneidensis* sp. nov. *Int J Syst Bacteriol*; 49:705–24.
- Venter JC, Remington K, Heidelberg JF. (2004). Environmental genome shotgun sequencing of the Sargasso Sea. *Science*; 304:66–74.
- Vidal, S., Tapia-Paniagua, S.T., Morin'igo, J.M. (2016). *et al.* Effects on intestinal microbiota and immune genes of *Solea senegalensis* after suspension of the administration of *Shewanella putrefaciens* Pdp11. *Fish Shellfish Immunol*;58:274–83.

- Wang M-Q, Sun L. (2016). *Shewanella inventionis* sp. nov., isolated from deep-sea sediment. *Int J Syst Evol Microbiol*; 66:4947–53.
- Wang, G., Zhang, B., Li, S. (2017). Simultaneous microbial reduction of vanadium (V) and chromium (VI) by *Shewanella loihica* PV-4. *Bioresour Technol*;227:353–8.
- Wang, Q., Li, X., Yang, Q. (2019). Evolution of microbial community and drug resistance during enrichment of tetracycline-degrading bacteria. *Ecotoxicol Environ Saf*;171:746–52.
- Wang, V.B., Sivakumar, K., Yang, L. (2015). Metabolite-enabled mutualistic interaction between *Shewanella oneidensis* and *Escherichia coli* in a co-culture using an electrode as electron acceptor. *Sci Rep*; 5:11222.
- Wang, Y., Tang, X., Shao Z. (2014). Indole-based alkaloids from deepsea bacterium *Shewanella piezotolerans* with antitumor activities. *J Antibiot*; 67:395–9.
- Wu J, Kim K-S, Sung N-C (2009). Isolation and characterization of *Shewanella oneidensis* WL-7 capable of decolorizing azo dye Reactive Black 5. *J Gen Appl Microbiol*;55:51–5.
- Xu, M., Guo, J., Cen, Y. (2005). *Shewanella decolorationis* sp. nov., a dye-decolorizing bacterium isolated from activated sludge of a waste-water treatment plant. *Int J Syst Evol Microbiol*; 55:363–8.
- Yagi H, Fujise A, Itabashi N. (2018). Characterization of a novel endo-type alginate lyase derived from *Shewanella* sp. YH1. *J Biochem*;163:341–50.
- Yancey PH, Geringer ME, Drazen JC (2014). Marine fish may be biochemically constrained from inhabiting the deepest ocean depths. *Proc Natl Acad Sci USA*;111:4461–5.
- Zhang, Y., Zhao, Y.G., Guo, L. (2017) Two-stage pretreatment of excess sludge for electricity generation in microbial fuel cell. *Environ Technol*:1–27.
- Zhao JS, Deng Y, Manno D. (2010). *Shewanella* spp. Genomic evolution for a cold marine lifestyle and in-situ explosive biodegradation. *PLoS One*;5:e9109.
- Zhao J-S, Manno D, Beaulieu C (2005). *Shewanella sediminis* sp. nov., a novel Na<sup>+</sup>-requiring and hexahydro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazine-degrading bacterium from marine sediment. *Int J Syst Evol Microbiol*; 55:1511–20.



- Zhao J-S, Manno D, Leggiadro C( 2006). *Shewanella halifaxensis* sp. nov., a novel obligately respiratory and denitrifying psychrophile. *Int J Syst Evol Microbiol*; 56:205–12.
- Zhao, J. S., Manno, D., Thiboutot, S., Ampleman, G., & Hawari, J. (2007). *Shewanella canadensis* sp. nov. and *Shewanella atlantica* sp. nov., manganese dioxide-and hexahydro-1, 3, 5-trinitro-1, 3, 5-triazine-reducing, psychrophilic marine bacteria. *International journal of systematic and evolutionary microbiology*, 57(9), 2155-2162.
- Zhong C, Han M, Yu S (2018). Pan-genome analyses of 24 *Shewanella* strains re-emphasize the diversification of their functions yet evolutionary dynamics of metal-reducing pathway. *Biotechnol Biofuels*;11: 193.
- Zhou G, Yin J, Chen H. (2013). Combined effect of loss of the *caa3* oxidase and Crp regulation drives *Shewanella* to thrive in redox-stratified environments. *ISME J*;7: 1752–63.
- Zou, L., Huang, Y. H., Long, Z. E., & Qiao, Y. (2018). On-going applications of *Shewanella* species in microbial electrochemical system for bioenergy, bioremediation and biosensing. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 35(1), 1-9.

## BÖLÜM 3

### X-IŞINLARI KIRINIMI YÖNTEMİYLE TOPRAK ANALİZİ

Öğr. Gör. Serhat KOÇYİĞİT<sup>1</sup>

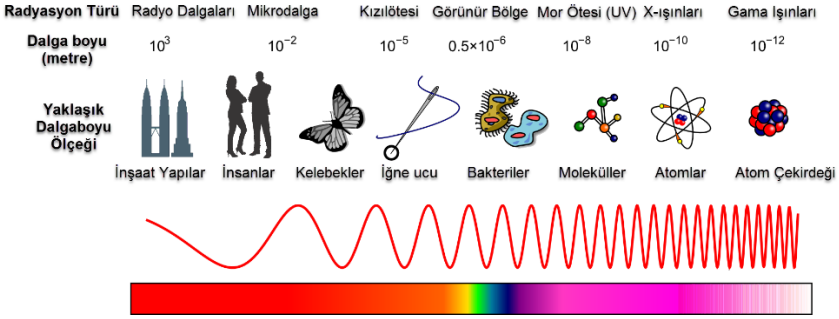
---

<sup>1</sup> Bingöl Üniversitesi, Pilot Üniversite Koordinasyon Merkez Birimi, Bingöl, Türkiye, ORCID:0000-0003-0172-6180, skocyigit@bingol.edu.tr



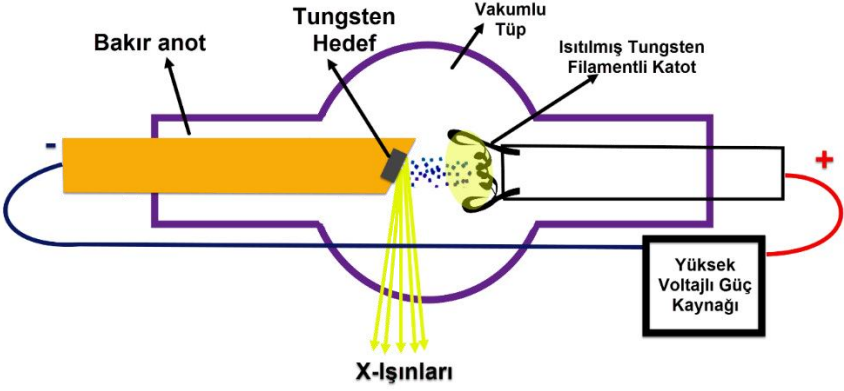
## GİRİŞ

Toprak içerisinde bulunan element, metalik bileşik veya metalik kompleks yapıları tespit etmek için birçok yöntem kullanılmaktadır. Ağır metal ve diğer metalik elementlerin analizi için İndüktif Eşleşmiş Plazma-Kütle Spektrometrisi (ICP-MS), İndüktif Eşleşmiş Plazma-Optik Emisyon Spektrometresi (ICP-OES), İndüktif Eşleşmiş Plazma-Atomik Emisyon Spektrometresi (ICP-AES), Gaz Kromatografi-Kütle Spektroskopisi (GC-MS), Sıvı Kromatografi-Kütle Spektroskopisi (LC-MS), Atomik Absorbsiyon Spektroskopisi (AAS) gibi pek çok yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin yanı sıra toprakta element, metal, metalik bileşikler veya kompleks yapıli bileşiklerin analizinin yapılması için X-ışınlarından faydalanılmaktadır. X-ışınları 1895 yılında Almanya Wuerzburg Üniversitesi'nde Profesör olan Wilhelm Conrad Roentgen (1845-1923) tarafından keşfedilmiştir. Kendi laboratuvarında bir katot ışını tüpü ile çalışan Roentgen, tüpünün yanındaki bir masada kristallerden oluşan floresan bir parıltı gözlemleyerek tüpten yeni bir ışın türünün yayıldığı sonucuna varmıştır. Yeni ışının katı nesnelere gölgelerini oluşturan çoğu maddeden geçebileceğini bulmuştur. Röntgen ayrıca, ışının insan dokusundan geçebileceğini, ancak kemik ve metal nesnelere geçemeyeceğini keşfetmiştir.



Şekil 1. Elektromanyetik Radyasyon Türleri

X-ışınları bir elektromanyetik radyasyon çeşididir. Şekil 1’de görüldüğü üzere  $10^{-3}$  ile 10 nm gibi çok küçük dalga boyu aralığında ışınım yaptıkları için malzemelerin iç yapılarına ulaşabilirler. X-ışınları, Şekil 2’de gösterildiği gibi, bir vakum çemberinde yer alan biri anot ve diğeri katot olan iki metal elektrottan oluşan bir x-ışını tüpünde üretilir. Elektronlar, bir tungsten filaman yardımıyla katodun ısıtılmasıyla üretilir ve anoda doğru hızlandırılır. Çok yüksek hıza sahip elektronlar anotla çarpışır. Metal anoda çarpma nedeniyle elektronların enerji kaybı, x-ışınları olarak kendini gösterir. Yani X-ışınları, hızlı hareket eden elektronların maddeye çarparken birden yavaşlaması ile üretilir (Klug ve Alexander, 1974). Aslında elektron demetinin sadece küçük bir yüzdesi (%1’den az) X-ışınlarına dönüştürülürken geri kalanı metal anotta ısı olarak dağılır.



Şekil 2. X-ışınları Oluşum Tüpü

X-ışınlarının oluşumu doğal ve yapay yollarla ortaya çıkabilmektedir.

### Doğal X-ışınları

Doğal X-ışınları oluşumu aşağıdaki gibi gerçekleşebilir:

- Hedefli bir atoma dışarıdan gelen yüksek enerjili fotonlar, elektronları o atomun başlangıç enerji düzeylerinden koparmasını sağlar. Atomdan kopartılan bu elektron yerine, daha yüksek enerji düzeylerinde yer alan elektronlar kopan bu elektronun yerini doldururlar. Böylece yüksek enerjili düzeyden düşük enerjili düzeye geçiş arasındaki enerji fazlalığı X-ışınları olarak atom dışına salınır.
- Çekirdekteki protonlardan biri, atomun başlangıç enerji seviyelerindeki elektronu yakalar ve nötr hale gelir. Atomdan proton tarafından yakalanan bu elektron yerine, daha yüksek enerji

düzeylerinde yer alan elektronlar kopan bu elektronun yerini doldurur ve yine aradaki enerji farkı X-ışınları olarak ortaya çıkar.

### **Yapay X-ışınları**

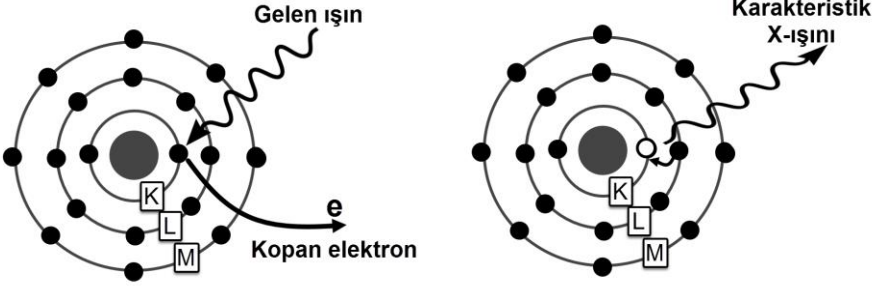
Yapay X ışınları ise bir maddenin iyonlar, elektronlar, protonlar gibi yapay olarak hızlandırılmış parçacıklarla etkileşimi, bir X-ışını tüpü kaynağından veya X-ışını üretilebilecek radyoaktif özellik gösteren bir kaynaktan yayılan fotonlarla etkileşime girdiğinde ortaya çıkmaktadır. Yapay X-ışınları karakteristik (çizgisel) X-ışınları ve sürekli X-ışınları olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

#### **a) Karakteristik (çizgisel) X-ışınları**

Bir element, fotonlar, elektronlar, iyonlar veya protonlar gibi yüksek enerjili parçacıklar ile bombardıman edildiğinde karakteristik X-ışınları üretilebilir. Hedef atoma gelen parçacık atomun iç yörüngesinde yer alan hedef elektrona çarptığında, hedef elektron atomun iç kabuğundan kopar. Elektron koparıldıktan sonra atom, iç enerji kabuğunda boş bir enerji seviyesinde kalır. Dış kabuk elektronları daha sonra iç kabuğa geçer ve yüksek enerjili kabuk ile düşük enerjili kabuk arasındaki enerji farkına eşdeğer fotonlar yani X-ışınları yayar. Örneğin Şekil 3'te görüldüğü üzere bir atomun elektron yörüngelerinden olan K kabuğundaki bir elektron koparıldığında L kabuğundaki bir diğer elektron onun yerini alacak olup L kabuğundaki geçiş yapan elektronun enerjisine  $E_L$ , K kabuğundaki koparılmış elektronun bulunduğu enerjiye de  $E_K$  ve oluşan X-ışınlarının enerjisine ise  $E_X$  dersek;

$$E_X = E_L - E_K$$

formülüyle oluşan X-ışınının enerjisi tespit edilmiş olur.

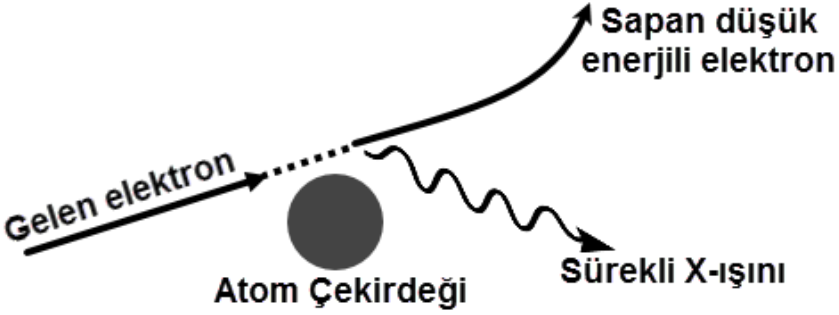


Şekil 3. Karakteristik X-ışını oluşumu

### b) Sürekli X-ışınları

Yüksek hıza sahip olan bir elektron hedef atom çekirdeğinin yakınından geçtiğinde, atom çekirdeğinin çekim kuvvetinin etkisiyle frenleme yaparak yolundan saptırılır ve bu çekim kuvveti gelen elektronun enerjisinin düşmesine neden olur. Gelen elektron ile saptırılan elektronun enerjileri arasındaki fark ise elektromanyetik ışığa yani X-ışını olarak yayılır (Şekil 4). Bu oluşan X-ışını ise Bremsstrahlung yani frenleme ışınması (sürekli X-ışını) olarak tanımlanmaktadır.





Şekil 4. Sürekli X-ışını oluşumu

Toprakta yer alan element, metalik bileşikler ve metalik kompleks analizlerinin Enerji Dağılımlı X-ışını Spektroskopisi (EDX), X-ışınları kırınımı (XRD), X-ışınları Floresans Spektroskopisi (XRF), X-ışınları Absorbsiyon Spektroskopisi (XRA) gibi çeşitli X-ışınları cihazlarıyla tespit edilmesi mümkündür.

## **X-ışınları Kırınımı Cihazı ile Toprak Analizi**

### **XRD cihazının çalışma prensibi**

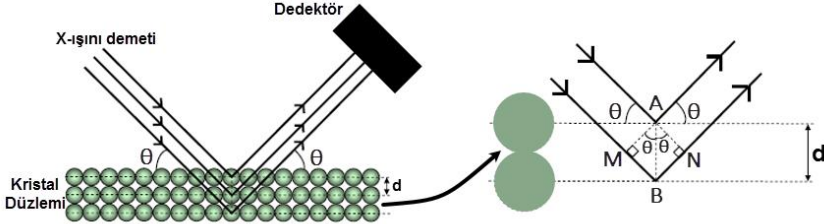
Max von Laue, 1912'de, X-ışınlarının elektromanyetik olması durumunda, mineraller içerisinde yer alan kristal yapılardan geçtiğinde kırınımlara uğrayabileceğini teorisini ortaya atmıştır. Laue tarafından bu teorileri test etmek için x-ışınlarının dalga doğasını ve kristaller içindeki atomların düzenlenmesinin periyodik olarak gerçekleştiğini tespit etmiştir. İngiliz fizikçiler Sir W.H. Bragg ve oğlu W.L. Bragg ise 1913 yılında kristal düzlemlerinden yansıyan X-ışınlarının belirli açılarla geldiğini, yani farklı yönelimlerde olduğunu tespit etmişler ve niçin

belirli açılarla X-ışınları geldiğini açıklayan bir formül geliştirmiştir. Laue yönteminde beyaz X-ışını tek kristal üzerine dik olarak düşürülür. Kristal düzlemlerinin her bir sırasındaki dönüş açalarına göre Bragg yasasından faydalanılarak kırınımına uğrayan demetin foto grafik film üzerinde noktalar desenler oluşturur.

Kristal yapılar, üç boyutlu bir dizide atomların veya iyonların sistematik ve periyodik bir düzenlemesi ile ortaya çıkmaktadır. Kristaller düzenli aralıklarla yerleştirilmiş atomlardan oluştuğundan, her kristal belli aralıklarla atom düzlemleri içerir. Düzlemler arasındaki mesafeler, kristalin türleri ile alakalı bilgiler verir. XRD cihazında monokromatik olarak tabir edilen tek dalga boyuna sahip X-ışınları kullanılmaktadır. Yüksek hızlı elektronlardan hedef maddenin atom elektronlarına enerji transferi, K kabuğundaki elektronu daha yüksek enerji seviyelerine yükseltir, böylece anlık olarak kabuğunda elektron yörünge boşlukları oluşur. Uyarılmış hedef atomlardaki bu elektron boşlukları, daha yüksek enerji seviyelerinden elektron transferi ile doldurulur. Daha yüksek bir enerji durumundan daha düşük bir enerji durumuna her elektron transferi X-ışını oluşumunu sağlar. L kabuğundan K kabuğuna elektron transferi ile üretilen fotonlar XRD cihazı uygulamasında kullanılır.

X-ışını kırınımı, bir kristal düzlemine gönderilen X-ışınlarının kristalin atom düzlemlerine çarparak yansımaları olayıdır. Ancak buradaki yansıma ışığın bir ayna düzleminde olduğu gibi yansımından bahsedilememektedir (Kırmızıgül, 2008). Ayna düzlemindeki yansıma yüzeyel olarak gerçekleşirken kırınım olayında Şekil 5'te görüldüğü

üzere X-ışınları kristal yapının yüzeyinin altındaki atom düzlemlerine ulaşarak yansıtma yapmaktadır.



Şekil 5. X-ışınlarının kristal düzleminde yansıtılması

Bragg, düzlemlere gelen açı ile düzlemlerden yansıyan açının birbirine eşit olduğunu tespit eder ve düzlemler arasındaki mesafe ile gelen-yansıyan açı arasında bir denklem oluşturur:

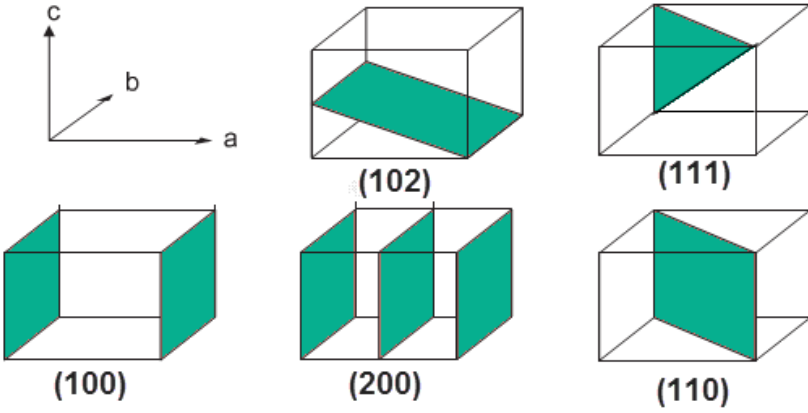
$$\lambda = 2d \cdot \sin \theta$$

Bu denklemde  $\lambda$ : dalga boyu,  $d$ : kristal örgü düzlemleri arasındaki mesafe ve  $\theta$ : pik açısı/gelen-yansıyan ışının düzlemle yaptığı açıdır.

Düzenli kristal yapılardan dalga boyu belli olan X-ışınları geçirildiğinde Şekil 5'te görüldüğü gibi aynı açılarla sapar ve bu yönelimlerine göre grafiklerinde pikler oluştururlar. Düzensiz kristal yapılar olarak bilinen amorf yapılarda ise düzlemsel bir düzen yer almadığından dolayı X-ışınları aynı açılarla yansıma yapamaz ve bu yapılar grafiklerinde pik oluşturamaz.

Düzenli kristal yapılar kübik, tetragonal, hegzagonal, ortorombik, triklinik, monoklinik ve rombohedral yapılar olarak yedi adet birim hücre olarak bilinmektedir. Ancak bu birim hücreler de kendi içinde basit, hacim merkezli, yüzey merkezli ve taban merkezli olarak dört kısımda incelenmektedir. X-ışınları kırınımı cihazında, X-ışınlarını bu birim hücrelerden sapma açalarına göre bir kimlik oluşturularak kristal yapının hangi bileşik veya kompleks yapılardan oluştuğu ve birim hücrelerinin hangi yapıda olduğu ile alakalı bize bilgiler verir.

X-ışınları kırınımı cihazlarında, dalga boyu sabit X-ışınları kullanılır. X-ışınları kaynağı olarak X-ışını tüpleri kullanılmaktadır. Bir x-ışını demetinin birbirine paralel atom düzlemlerine  $\theta$  açısı altında çarpması durumunda kırınım meydana gelir. Yani kristal düzlemi, düzenli tek kristal yapısında ise, x-ışınları kristal düzleminden aynı fazda saçılır. Bunun sonucu olarak kırınım gözlenir. X-ışınları kırınımı cihazında, cihazdan gönderilen X-ışınları kristal yapının düzlemine göre yansıtma yaptığı açının karşılığı olarak Miller indisi denilen üç haneli bir yönelim kimliği verir. Miller indisleri, sırasıyla birim hücredeki a, b, c eksen uzunluklarını veya a/h, b/k ve c/l karşılıklı uzayındaki eksen kesişimlerinde yer alan düzlemler arası boşlukların gösterimidir. Sayılar, kesişimlerin karşılığıdır. Örneğin Şekil 6'da görüldüğü üzere (111) düzlemi için 'a' yönünde bir adım, 'b' yönünde bir adım ve 'c' yönünde bir adım gitmeniz gerekirken; (102) düzlemi için 'a' yönünde bir adım ve 'c' yönünde yarım adım gitmeniz gerekir.



Şekil 6. Miller indislerinin oluşumu

### Tek kristal XRD

Tek kristal X-ışını kırınımında, çok sayıda farklı yansıma bulabilmek için tek bir kristal çeşitli eksenler etrafında döndürülür. Yani gelme açısı sürekli değiştirilerek farklı açılara ulaşılır ve yönelimlere göre kristal yapıların tespiti yapılır. Kristal içindeki atomik düzenleme (kristal yapı), açısal konumlardan ve bu yansımaların yoğunluğundan belirlenebilir. Tüm olası yansımaları gözlemlemek için dört dairesel bir açıölçer gereklidir. Tek kristal difraktometreler, genellikle fizik, kimya ve malzeme bilimi alanlarında kullanılmaktadır.

### Toz XRD

X-ışını toz kırınımında, numune ideal olarak birbirine göre rastgele yönlendirilmiş sonsuz sayıda küçük kristalitten oluşur. Tüm yönler mevcut olduğundan, yalnızca gelme açısını ve kırınım açısını değiştirmek gerekir. Gelen ışın ve kırılan ışın arasındaki açının bir

fonksiyonu olarak tespit edilen yoğunluk sayılarak bir toz kırınım grafiği elde edilir. Kayaç, kil ve toprak analizlerinde kullanılan bir yöntemdir. Bu tür analizlerde normal çekim, etilen glikollü çekim ve fırınlanarak yapılan çekim olmak üzere üç tür analiz mevcuttur.

### **Analizi yapılacak olan toprak veya kil numunelerinin hazırlanması**

Toz XRD cihazında analiz yapılması için numunelerin hazırlanması gerekir. Bir toprak veya kil numunesindeki mineral türlerinin X-ışını kırınım analizi ile saptanmasını sağlamak için, tek tek türleri mümkün olduğunca yoğunlaştırmak, yani benzer türleri bir araya getirmek belirgin bir şekilde avantaj sağlamaktadır. Mineral türlerini çok bileşenli sistemlerden fiziksel olarak ayırmak imkansız olsa da, birçok durumda numunelerin parçacık boyutuna göre fraksiyonlanmasıyla türleri konsantre etmek mümkündür. Çok bileşenli mineral numunelerinde boyut fraksiyonlarının ayrılması, numuneler tamamen öğütülmüşse gerçekleştirilebilir. Tabakalı silisyum oksitli yapılar olan fillosilikatlar toprak veya kilde oranı çok yüksek olan ve (001) Miller indisi yönelimine sahip olan kompleks yapıli bileşiklerdir. Toprak veya kil analizi için fillosilikat yapıların numuneden ayrıştırılması gerekmektedir. Bunun için analizi yapılacak numune öncelikle öğütücü veya agat havanda toz haline getirilir ve tanecik boyutunun 22 mikronun altında ve minimum 1-2 gram kütlesinde olmasına dikkat edilir. Numune saf su ile süspanse edilerek Stokes kuralına göre partikül boyutu 2 mikrondan küçük olan tanecikler suyun üst kısmında kalırken, büyük olan tanecikler çöker ve killer numune içerisinde ayrılmış olur. Numune sonrasında kurutularak, kırma ve öğütme işlemlerinden

geçirilip pudramsı kıvama getirilir ve pudra kıvamındaki numune dik presleme ile analize uygun hale getirilir (Bish ve ark, 2018).

Aydın ve ark. (2019) yapmış oldukları çalışmada numuneleri, agat havanda veya tungsten karpit çanaklı öğütücüde 10-20 dakika öğütmüş, öğütme sonucu elde edilen toz numuneler polietilen torbalara koyarak analize hazır hale getirmiştir. XRD yöntemiyle belirlenen tüm kayaç, toprak ve kil bileşenleri JCPDS diye bilinen X-ışınları kırınımı cihazındaki referanslarla kıyaslanmıştır. Bu işlem sonrası jips ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), kuvars ( $\text{SiO}_2$ ), feldispat ( $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ ), kalsit ( $\text{CaCO}_3$ ) ve kil ( $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ ) mineralleri saptanmıştır.

Minkina ve ark. (2018) çalışmasında bir alandaki beş noktadan numune örnekleri alınarak birbirleriyle karıştırılmış ve örnekler polietilen torbalarla laboratuvara ulaştırılmıştır. Toprak örnekleri, kimyasal reaktifler olmayan özel bir odada, (20-24 °C) sıcaklıkta ve %60-70 bağıl nemde kurutuldu. Toprak >%5-6 nem değerine kadar kurutulmuş olup büyük partiküller ve bitki artıkları temizlendikten sonra toprak örnekleri agat havan yardımıyla öğütülmüştür. Daha sonra numuneler 2 mm elekten elenmiş ve homojenize edilmiştir. X-ışınları kırınımında, gelen radyasyonunun dalga boyu  $\lambda = 0.9752 \text{ \AA}$  ve maruz kalma süresi 15 dakika olarak hesaplanmıştır. Cihazdan alınan grafiklerin analizlerinin yapılabilmesi için ICSD'den (İnorganik Kristal Yapı Veritabanı) standart çinko içeren bileşiklerin deneysel ve simüle edilmiş kırınım modelleri kullanılmıştır.

Yüksel (2013) çalışmasında tüm toprak örneklerinin toz haline getirilmesinin ardından kil dışı minerallerin belirlenmesi için toz numunelerin preparatları hazırlanmış ve numunelerin kil fraksiyonları sedimentasyon ile ayırdıktan sonra santrifüj ile çöktürülmüş ve ölçüme uygun numuneler hazırlanmıştır. İlgili numuneler açık ortamda kurutularak etilen glikol muamelesi yapılmış ve sonrasında fırınlama işlemine tabi tutularak XRD analizleri yapılmıştır.

Hemed ve ark. (2021) çalışmalarında toprak numunesi hazırlamak için üç örneklem seçilerek Bradford, Bradford/Leeds ve Leeds arasında yüz toprak örneği toplanmıştır. İlk olarak alınan toprak örnekleri, içeriğindeki fazla suyu uzaklaştırmak için oda sıcaklığında kurutulmuştur. Kontaminasyonu azaltmak için etanol ile temizlenmiş ve her bir toprak numunesi, ince toz haline gelene kadar havan kullanılarak öğütülmüştür. Numune kabına yüzeyin düzgün olarak yerleştirilmesine özen gösterilmiştir. Toprak örnekleri analizinde kullanılan XRD cihazının ışını kaynağı 0.15406 nm dalga boyuna sahiptir. Numuneler 2-teta açıları biçiminde 5° ila 50° arasındaki açılarda taranmıştır. Çıkan sonuca göre hem literatür verileri hem de kırınım desenlerinin yer aldığı referansa dosyalarındaki veriler baz alınarak içerik analizi yapılmıştır.

Yılmaz ve ark. (2019) çalışmalarında toprak örnekleri öğütücü ile öğütülmüş ve hemen akabinde 2 mm boşluklu elekten geçirilmiştir. Bu örnekteki çimentolaştırıcı etkiye sahip maddeler sodyum asetat-asetik asit tampon çözeltisi (pH:5) kullanılarak, organik özellikli bileşikler hidrojen peroksit çözücüsü ile ve serbest alüminyum ve



demir oksitli yapılar ise sitrat, ditionit ve bikarbonat kullanılarak toprak numunelerinden uzaklaştırılmıştır. Stokes yasası kullanılarak kil fraksiyonu işlemi yapılmış ve örnekler potasyum ve magnezyum ile doyurulmuş, böylece numuneler hazırlanmıştır. X-ışınları kırınımı ile kantitatif kil analizi yapılarak pik değerleri incelenmiştir. Buna göre içerik analizi oluşturulmuştur.

Karaca ve Mert (2012) çalışmalarında numuneler taze yerlerinden kırılarak alınmış ve agat havanda 300 mesh boyuta ulaşana kadar dövülerek toz haline getirilmiştir. Örnekler dalga boyu  $Cu K\alpha=0.15406nm$  olan XRD cihazında alınmıştır. Kil içeren örnekler  $3-60^\circ$  arasındaki  $2\theta$  değerlerinde, kil içermeyen örnekler ise  $20-55^\circ$  arasındaki  $2\theta$  değerlerinde alınarak ortaya çıkan kırınım desenleri JCPDS kartları, yani X-ışınları kırınımı cihazındaki referanslarla değerlendirilerek mineral tayini yapılmıştır.

Tetiker ve ark. (2018) çalışmasında numuneler çeneli kırıcı özelliğe sahip cihaz ile 5 mm çaptan küçük taneciklere dönüştürülmüş ve tungsten karpit çanakta yaklaşık 10-20 dk öğütüldükten sonra polietilen torbalarda saklanmıştır. XRD özelliklerine bakıldığında anot olarak  $CuK\alpha=0.1541871 nm$  dalga boylu X-ışını ile işlem yapılmıştır. Numunelerin bileşen özellikleri tanımlanmış ve dış standart yöntemi ile yarı nicel yüzdeleri hesaplanmıştır. Kil mineralleri için (001) yönelimindeki verilere ulaşılması için Stokes yasasına göre yapılan zenginleştirme işlemi kimyasal çözme (kil-dışı fraksiyonun uzaklaştırılması), santrifüjleme, dekantasyon / dinlendirme, yıkama, süspansiyonlama, sedimantasyon, sifonlama, şişeleme gibi süreçlerden

oluşmaktadır (Brindley ve Brown, 1980). Kil fraksiyon işleminden sonra havada kurutma, glikolleme ve fırınlama teişlemlerine tabi tutulduktan sonra XRD difraktogramları çıkarılmıştır.

## SONUÇ

Toprak, kayaç ve kil gibi yapılar X-ışınları kırınımı, toz XRD yöntemi kullanılarak analizi yapılabilmektedir. Genelde bu yapılar içerisinde bulunan kompleks bileşik yapıli minerallerin ortaya çıkmasında X-ışınları kırınımı cihazı büyük öneme sahiptir. Bu cihazda analiz yapılması planlanan numunelerin ilk olarak numune hazırlama aşamasından geçmesi gerekmektedir. Hazırlık aşamaları, numunenin amaçlarına göre uygun bir şekilde seçilmelidir. Toprak mineralojisinin doğru bir şekilde değerlendirilmesi için verilerin doğru ve net olarak yorumlaması gerekir. En basit hazırlama prosedürü, toprağı olduğu gibi öğütürerek cihazın odak düzlemine monte edilebilecek kadar ince bir toz haline getirmektir. Ancak, toprak kil fraksiyonlarında meydana gelen mineraller, doğada genellikle daha büyük boyuttaki fraksiyonlara sahip olan minerallerden çok farklıdır. Bu sebeple toprağın tamamının öğütülmesi, kil boyutlu mineralleri tespit etmeyi ve tanımlamayı zorlaştırır. Bu bir dezavantajdır çünkü kil boyutundaki mineraller genellikle toprakların kimyasal ve fiziksel özellikleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bu nedenle, amaç tüm minerallerin etkili bir karakterizasyonu ise, bireysel parçacık boyutu fraksiyonlarını ayrı ayrı analiz etmek en iyisidir. Bu işlem için numune hazırlama aşamasında ilk olarak öğütme işlemi gerçekleştirilir ve numunenin belirli bir boyuta gelene kadar öğütme işleminin yapılması gerekmektedir. Daha

sonrasında Stokes yasasına göre kil fraksiyon yöntemiyle killerin diğer yapılardan ayrılması sağlanır ve bu işlemden sonra havada kurutma, glikolleme ve fırınlama işlemlerinden en uygun yöntemin seçilmesi gerekir. Sonrasında cihazda okutulan veriler, cihazın kendi kütüphanesindeki JCPDS/ICSD gibi veri bankasından faydalanılacağı gibi bu verilerin literatür verileriyle desteklenmesi de ayrı bir öneme sahiptir.

**KAYNAKLAR**

- Anonim (2015). Encyclopedia Britannica, Inc., <https://www.britannica.com/science/spectroscopy/X-ray-and-radio-frequency-spectroscopy#ref80643>, (Erişim tarihi: 10.10.2021)
- Aydın, M., Tetiker, S., & Tanrıku, H. (2019). Şanlıurfa-Hacı Yedigâr Camii restorasyon amaçlı yapı malzemelerinin arkeometrik özelliklerinin incelenmesi. *Tüba-Ar Türkiye Bilimler Akademisi Arkeoloji Dergisi*, (24), 237-247.
- Bish, D. L., & Reynolds, R. C. (2018). 4. SAMPLE PREPARATION FOR X-RAY DIFFRACTION. *Modern powder diffraction*, 73-100.
- Brindley, G. W., & Brown, G. (1980). Quantitative X-ray mineral analysis of clays. *Crystal structures of clay minerals and their X-ray identification*, 5, 411-438.
- Dolenko, G. N., Poleshchuk, O. K., & Latosińska, J. N. (2010). X-ray emission spectroscopy, methods. In *Encyclopedia of Spectroscopy and Spectrometry* (pp. 2984-2988).
- Hamed, H., Hale, W., & Stern, B. (2021). X-ray Diffraction To Determine The Mineralogy In Soil Samples In The Uk. *Methodology*, 4, 5.
- Kırmızıgül, F. (2008). CdO İnce filmlerin püskürtme yöntemi ile hazırlanması (Doctoral dissertation, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana).
- Minkina, T., Nevidomskaya, D., Bauer, T., Shuvaeva, V., Soldatov, A., Mandzhieva, S., ... & Trigub, A. (2018). Determining the speciation of Zn in soils around the sediment ponds of chemical plants by XRD and XAFS spectroscopy and sequential extraction. *Science of the Total Environment*, 634, 1165-1173.
- Nave, R. (2000). Characteristic X-rays. HyperPhysics, from <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/quantum/xrayc.html>, Erişim tarihi: (10.10.2021)
- Tetiker, S., Akman, A. K., & Yalçın, H. (2018). Mardin-Dargeçit Yöresi Üst Kretase-Paleosen Yaşlı Germav Formasyonu'nun Mineralojisi ve Fillosilikat/Kil Jeokimyası. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 61(3), 313-334.
- Yılmaz, K., Dikici, H., Demir, Ö. F., Şimşek, A., Solak, S., Kenger, Y., & Ağaoğlu, Z. (2019). Genişleyebilir Killerin Baskın Olduğu Kurak Alanlarda Buğdayda

Farklı Üst Gübre Kullanımlarının Araştırılması. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 22(2), 306-314.

Yüksel, M. (2003). Çankırı Eldivan Ofiyolit Kompleksi Üzerinde Oluşmuş Toprakların Fiziksel, Kimyasal ve Mineralojik Özellikleri.

## BÖLÜM 4

### YENİLİKÇİ ARI ÜRÜNLERİ VE BİYOLOJİK ÖNEMLERİ

Öğr. Gör. Ebubekir İZOL<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Bingöl Üniversitesi, Pilot Üniversite Koordinasyon Merkez Birimi, Arı ve Doğal Ürünler ARGE-ÜRGE Merkezi, Bingöl, Türkiye. Orcid: 0000-0003-0788-4999, eizol@bingol.edu.tr



## GİRİŞ

Arı ürünlerine insanlık tarihi boyunca ilgi duyulmuştur. Sağlık ve çevre için sürdürülebilir yenilikçi ürünlere ve sürdürülebilir tüketime doğru son yıllarda önemli ölçüde ağırlık verilmiştir. Arıcılık, sosyo-ekonomik gelişim ile birlikte biyolojik çeşitliliğin korunmasına ve ekosistem hizmetlerinin muhafazasına katkıda bulunduğu için sürdürülebilir bir faaliyettir. Kırsal kalkınma açısından sürdürülebilir yenilikçi ürünlere karşı ve sürdürülebilir tüketime doğru son yıllarda önemli ölçüde artan şekilde ARGE ve ÜRGE faaliyetleri yapılmaktadır. Yapılan araştırmalar, arı ürünlerinin kırsal kalkınmaya, insan sağlığına ve çevresel koşullara önemli ölçüde katkı sağladığını ortaya koymuştur.

Arı ürünlerinin insanlar tarafından kullanıldığını gösteren ilk bulgular 1919'da İspanya'da Valensiya yakınlarındaki Cazunta nehri kıyısında yer alan Örümcek Mağarası'nda (Cuevas de la Araña) keşfi yapılan kaya resimlerinde belirlenmiştir. Resmin, MÖ 8000-5000 yıllarında yapıldığı düşünülmektedir. Resim, yaban arılarından bal alan bir kişiye aittir (Nayik ve ark., 2014).

İşlenmiş gıdalara gösterilen ilgi döneminden sonra, besin değeri bilimsel araştırmalarla belirlenen doğal gıdalara dönüş şu anda tüm dünyada gözlemlenmektedir. Tüketicilerin gıda ile ilgili beklentileri her geçen zaman diliminde artmaktadır. Tüketicilerin genel olarak isteği, sağlığa yönelik özellikleri belirlenen, bir organizmanın verimliliğini artırmada etkili olan ve hatta belirli hastalıkların gelişmesinde önleyici olan yeni gıdaların bulunup sunulmasıdır. Günümüz gıda üreticileri, kalite standartlarına daha fazla önem göstererek, sürekli artan

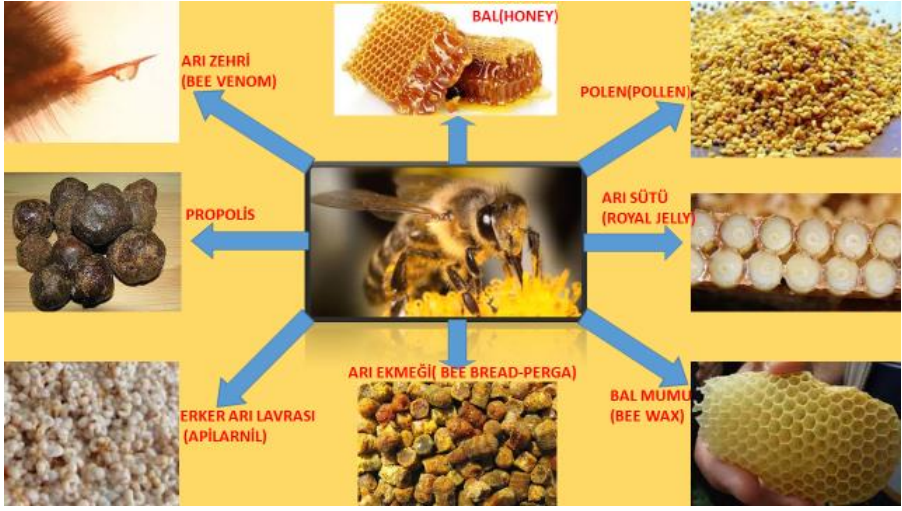


tüketicilerin sağlıklı ve lezzetli ürünlere olan ihtiyaçlara karşılık vermeye çalışmaktadır. Tüketiciler ise gıdaların sağlık üzerindeki etkileri hakkında geniş bilgiye sahiptirler. “Ne yersen osun” kuralını benimsemektedirler; bu nedenle üreticiler bu ihtiyaçları karşılamaya ve insan beslenmesinde geçerli olan güncel bilimsel önerilere göre hazırlanmış çekici ürünler aramaya çalışmaktadırlar. Arı ürünleri, insanlar için çok önemli besinleri içermektedir. Arı ürünleri, biyoaktif bileşiklerin varlığı nedeniyle tüketicilerin giderek daha fazla beğenisini kazanmaktadır. Bu bileşikler arasında doğal antioksidanlar olan polifenolik olanlar önemli bir grubu oluşturmaktadır. Arı ürünlerine karşı bilimsel çalışmalar hızla artmaktadır. İçeriklerindeki önemli kimyasal bileşenler ve hastalıklara karşı gösterdikleri dirençler ilgi ile araştırılmaktadır.

Arı ürünlerini genel olarak iki başlık altında toplanabilir.

1. Arının doğrudan ürettiği ürünler: Arı zehri (bee venom), arı sütü (royal jelly), bal mumu (bee wax) ve erkek arı larvası (apilarnil)
2. Arının bitki kaynaklı elde ettiği ve kendi salgısı ile ürettiği ürünler: Bal (honey), propolis, arı ekmeği (bee bread-perga), polen (pollen)

Bu arı ürünlerine arı serumu (bee cerumen) ve kovan havası (apiair) da eklenebilir. Arı ürünlerinin görünümleri Şekil 1. de verilmiştir.



Şekil 1. Arı Ürünleri

Arı ürünleri, gıda ürünlerine katılarak birçok yenilikçi gıda ürünleri oluşturulmakta ve bu yenilikçi ürünlerin fizikokimyasal ve fonksiyonel özellikleri, biyolojik özellikleri ve depolama davranışları (raf ömrü gibi) bilimsel çalışmalara konu olmaktadır.

Yenilikçi arı ürünlerinden oluşturulan ürünlerin bazıları şunlardır: Propolisli, ballı, arı sütlü ve polenli et ve süt ürünleri ( ballı süt, propolisli süt, polenli süt, arı sütlü süt, propolisli yoğurt, ballı yoğurt, polenli yoğurt, arı sütlü yoğurt, ballı dondurma, propolisli dondurma, ballı sosis, propolisli sosis, polenli sosis, arı sütlü sosis, propolisli köfte, polenli köfte, propolisli balık sosisi, propolisli sucuk, polenli sucuk, polenli balık sosisi vb.), (Camacho-Bernal ve ark., 2021) tıbbi ve aromatik bitki katkılı bal ürünleri (zencefilli bal, kekikli bal, zerdeçalı bal, naneli bal, sumaklı bal, papatyalı bal, pul biberli bal, karabiberli bal, limonlu bal vb.), arı ürünlü kozmetik ve hijyen ürünleri ( propolisli el dezenfektanı, propolisli kolonya, ballı cilt kremleri, propolisli cilt

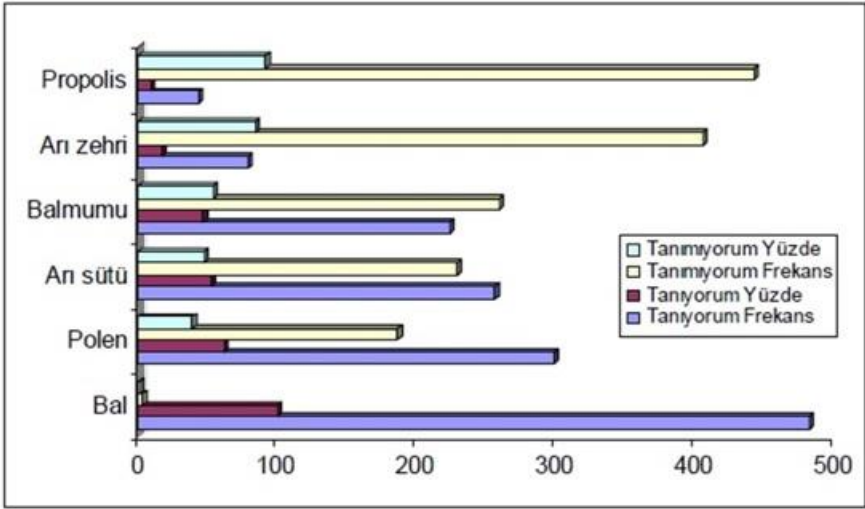
kremleri, bal mumlu ruj, balmumlu jelatin, propolisli maske, ballı maske, arı sütlü cilt kremi, arı sütlü maske, ballı sabun, propolisli sabun, ballı şampuan, propolisli şampuan, arı sütlü sabun ve arı sütlü şampuan vb.), arı ürünleri ilaveli alkollü ve alkolsüz içecekler, arı ürünleri ilaveli takviye edici besinler, arı ürünleri bileşenlerinden oluşturulan ilaçlar, arı ürünleri katkılı unlu mamüller. Arı ürünlerinin bu kadar geniş bir çerçevede kullanımı, devamlılığı ve yaygınlaşması ekonomik ve kırsal kalkınmaya çok ciddi katkılar sağlamaktadır (Kabala ve ark., 2017)

Rusya, Çin, bazı doğu Avrupa ülkeleri ve Romanya'da apiterapi merkezlerinde arı ve arı ürünleri ile birçok hastalığın tedavisi yapılmaktadır. Arı ürünlerinin birçok hastalıkta koruyucu, önleyici ve tedavi edici özellikleri bulunmaktadır. Bu özellikleri genel olarak antibakteriyel, antiviral, antiradikal, antitümör ve antioksidan aktivitelerinden kaynaklanmaktadır. Bu özellikleri nedeni ile fonksiyonel gıdaların bileşenleri olarak kullanılabilirler. Arı ürünleri, fiziksel olduğu kadar zihinsel durumu da iyileştiren etkiye sahip olup bir organizmadaki tüm hücrelerin yeniden yapılandırılmasını hızlandırır. Besin eksikliğinden kaynaklanan bir dizi hastalığın oluşumunu engellerler. Ayrıca, bir organizmada üretilen çeşitli toksik maddelere karşı bir panzehirdirler; antibakteriyel aktivite gösterirler ve antibiyotik tedavisinin yan etkilerini azaltırlar. Tamamlayıcı ve alternatif tıp alanından bir yöntem olan apiterapi, kanser vakalarında daha iyi hayatta kalma ve hatta tedavi vaat etmektedir. Arı ürünleri temel olarak bağışıklık sistemini uyarmak ve kanser beslenmesini iyileştirmek için tavsiye edilmektedir. ATP sayısını arttırlar, dokuların enerji dengesini iyileştirirler. Protein metabolizmasının

birçok aşamasına katılırlar. Nükleik asitlerin sentezinde yer alırlar ve canlı organizmaların dolaşım sisteminin düzgün çalışması için gereklidirler (Münstedt ve Männle 2020).

Birçok çalışma, farklı metallerin/elementlerin insan sağlığı üzerindeki etkilerini ve insan beslenmesi için bitkiler ve diğer gıdalar tarafından ağır metallerin alımı ve biyobirikim mekanizmalarını göstermektedir. Bu elementlerden bazıları (kurşun, kadmiyum, cıva ve arsenik) potansiyel kanserojen olarak kabul edilir ve bir dizi iç hastalığın etiyojisi ile ilişkilidir. Ancak, çinko, bakır, demir, magnezyum gibi bazı elementler insan sağlığı için gerekli elementlerdir. Bu nedenle arı ürünlerindeki ağır metal konsantrasyonları ve mineral düzeyleri ciddi önem arz etmektedir. Bal arıları ve ürünleri farklı kaynaklardan gelen elementlerle kontamine olabilir. Kirletimin kaynağı çevre (hava, su, bitkiler ve toprak), arıcılık uygulamaları olabilir ve daha sonra kirleticileri arı kovanına sokan arıların kendileri olabilir. Ayrıca bal arıları ve ürünleri de dahil olmak üzere çevresel numunelerdeki elementlerin belirlenmesi çevre kirliliği çalışmalarının önemli bir parçası olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, bal arılarının element birikimi (toksik elementler dahil) için biyoindikatör olarak kullanılabilmesine dair kanıt sağlamıştır. Ayrıca, bal ve balmumundan ziyade işçi arılar, erkek arılar ve arı kuluçkalarında daha yüksek element birikimi bulunmuştur. Son olarak, bal arıları (işçi arılar, erkek arılar ve arı kuluçkaları), farklı elementlerin birikiminin baldan daha iyi biyoindikatörleri olabileceği düşünülmektedir (Bankova ve ark., 2012).

Arı ürünlerinin kalkınmaya daha fazla katkı göstermesinin önemli bir etkisi bilinirliklerini arttırmaktır. Günümüzde hala birçok arı ürününün yeterince bilinmediği yapılan çalışmalarda görülmüştür. Bu ürünlerin bilimsel çalışmalar destekli olarak çok daha fazla fark edilmesini sağlamak gerekmektedir. Bu yönde atılmış birçok yöntem uygulanmaktadır. Üniversitelerce kurulan arı ve arı ürünleri arge-ürge merkezleri, yine arı ve arıcılık araştırma ve geliştirme merkezleri ve arı ve arı ürünleri anabilim dallarının açılması, arı ve arı ürünleri üzerine bilimsel çalışmaların artması, özel sektör tarafından arı ürünlerinin üretim, reklam ve tanıtımı, arı ve arı ürünlerine verilen devlet destekleri umut vericidir. İstanbul ve Bursa illerinde yapılmış çalışmada arı ürünlerinden çoğunun iyi bilinmediği Şekil 2. de gösterilmiştir. Bu çalışmaya göre en iyi bilinen arı ürünleri başta bal olmak üzere sonra polen, arı sütü, bal mumu, arı zehri ve propolisdir. Bu çalışmada arı ekmeği, arı serumu ve erkek arı larvası verilmemiştir ( Bölüktepe ve Yılmaz, 2008). Diğer yandan, ülkemizde arıcılığın tarımsal boyutunu inceleyen çalışmalarda hızla artmaktadır. Özellikle pestisit ve tarım ilaçlarının çokça kullanılması beraberinde birçok sağlık risklerini barındırdığı için arı ürünlerinin doğal koruyucu özellikleri bu alandaki araştırmalara konu olmaktadır.



Şekil 2. Bazı arı ürünlerinin bilinirlikleri (Bölüktepe ve Yılmaz, 2008).

Arı ürünleri ve biyolojik önemleri aşağıda verilmiştir.

### 1. Bal (Honey)

Arı ürünleri denince akla ilk gelen baldır. Bal tarihçesi insanlık kadar eskidir. Yunanlılar, balın kralların gıdası olduğuna ve gençleşmeye ve hayat verdiğine inanıyordu. Kutsal kitaplarında da geçtiği bildirilmektedir (Bobis ve ark., 2010). Ayrıca İslam dini ilahi kitabı Kur'an-ı Kerim'de de bir sure isminin bal arısı (nahl) olduğu ve balın şifa olduğu da yazılmaktadır.

Bal, arıların topladığı ve arılar tarafından üretilen, dönüştürülen ve kendilerine özgü maddelerle birleştirilen çiçeklerin nektarından elde edilen tatlı tadıyla bilinen ve daha sonra olgunlaşmak için petekte depolanan ana ürün olarak tanımlanmaktadır. Temel olarak, organik

asitler ve enzimler gibi diğer maddelere ek olarak, ağırlıklı fruktoz ve glukoz olmak üzere şekerlerden oluşmaktadır (İzol ve ark., 2021).

Bal ile karıştırılarak oluşturulan birçok yenilikçi ürünler oluşturulmaktadır. Yoğurda eklenen balın %2 ile %7'sinin asitliği düşürdüğü yapılan çalışmalarda belirlenmiştir. Yoğurtta %5 bal seviyesi tat, doku ve sonuç olarak yoğurdun duyuşsal özellikleri açısından 14 gün saklandıktan sonra bile daha iyi kabul edilmesini sağlamıştır. Ayrıca, %5 ile %7 arasındaki bal seviyelerinde kabul, kıvam ve tatlılık seviyesini etkilemediği belirlenmiştir. Yoğurdun içine balın eklenmesi, toplam fenolik içeriği önemli ölçüde arttırdığı ve 4 haftalık depolama süresince kontrol yoğurduna göre farklılıkları koruduğu görülmüştür. Ayrıca, yoğurtta bulunan balın %5'i kontrole kıyasla yüksek antioksidan aktivite değerlerine (5 kat daha fazla) neden olduğu ortaya konmuştur. Aynı şekilde %20 bal eklenmiş manda sütü tozunda da kontrol örneğine göre fenolik bileşikler ve flavonoidler sırasıyla 5 ve 28 kat daha yüksek, antioksidan aktivite ise %12,61'e kadar yüksek olduğu tespit edilmiştir (Bansal ve ark. 2017). %15 bal ile zenginleştirilmiş ekmeğin mineral profili sırasıyla %12.53 ve %35.34 daha fazla kalsiyum ve demir içeriği göstermiştir (Juhaimi ve ark., 2016).

Propolis ekstraktı ile zenginleştirilmiş balın (%0,3 ve %0,5, %90 etanol ve 48 saatlik maserasyon ile) tüketicilerde iyi bir kabul seviyesini koruyabildiği için umut verici olduğunu belirlenmiştir. Ayrıca bal ile karşılaştırıldığında toplam fenolik bileşik ve yüksek flavonoid içeriği (sırasıyla 270.08 mg/100 g ve 15.68 mg/100 g) göstermiştir; bununla

birlikte, ekstraktın %0.5'inden fazlasını içeren karışım hoş olmayan, acı ve yoğun bir tat olarak algılanmıştır (Osés ve ark. 2016). Benzer şekilde, bal ile arı ekmeğinin (%10-60) bir kombinasyonu, kontrol örneğine göre sırasıyla 3,99, 0,3 ve 4,08 kat daha fazla fenolik, flavonoid içeriği ve antioksidan aktivitesi olan bir ürünle sonuçlanmıştır. Ayrıca, propolis özütü (%1) ve arı ekmeği (%15) ile bal karışımı, yüksek fenolik bileşen içeriğine (150 mg/100 g) ve yüksek antioksidan aktiviteye (6.5 kat daha fazla) sahip bir ürünle sonuçlanmıştır (Kowalski ve ark., 2017).

Baldaki biyoaktif bileşiklerin, kansere sebep olan serbest radikal oluşumunu ve oksidatif stresi engellediği tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre farklı çalışmalar yapılmış ve bulunan sonuçlara göre balın, karaciğer, mide ve kolon kanserinin iyileştirilmesinde önemli etki gösterdiği görülmüştür (Abdel-Latif, 2015).

Bingöl ve ilçelerinden alınan bal numunelerinin metal (Al, Mg, Na, Ca, K, Mn, Fe, Zn, Co, Cu, Se, Sr, Ba, Cd, As, Hg) konsantrasyonları çalışılmıştır. Ağır metaller canlılık için büyük risk oluştururken, mineraller ise bir o kadar önem arz etmektedir. Araştırma sonucunda ballarda en yüksek konsantrasyonlu element K elementi olduğu ( $442,56 \pm 1,8$  mg/kg) belirlenirken, en düşük miktar ise As'de ( $6,0 \pm 1$  µg/kg) olduğu belirlenmiştir. Sonuçlarda toksik bir ağır metal olan Hg'nin belirlenmemesi tüketiciler açısından ve arı sağlığı bakımından önemli bir tespit olmuştur. Ayrıca ballardaki ağır metal limitlerinin Dünya Sağlık Örgütü limitlerine uygun olduğu belirlenmiştir. Bal numunelerinin mineral içeriği ise yüksek çıkmıştır (İzol ve ark., 2021).



Bilimsel çalışmalarda balın, bakteriler, parazitler, mantarlar ve virüslere karşı inhibisyon gösterdiği bulunmuştur. Yapılan bir araştırmada *Ecinococcus granulosus* parazite uygulanan %10'luk bal miktarının üç dakika geçtikten sonra öldürücü etki yaptığı belirlenmiştir. Bingöl yöresinden alınan bal numunelerinde antimikrobiyal etki çalışmasında ise 0.1 mL bal numunesini şu bakterilere: *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus brevis* ve şu mantarlara: *Rhodotorula rubra* ve *Candida albicans* uygulanmıştır. Sonuç olarak incelenen bakteri ve mantarları inhibe ettiği bulunmuştur (Aksoy, 2006).

Balın antioksidan etkisi genellikle içeriğinde bulunan kimyasal bileşenlerden kaynaklanmaktadır. Bu kimyasal bileşenler genel olarak peroksidaz, glukoz oksidaz ve katalaz gibi enzimler ile fenolik asitler (kumarik, ferulik, benzoik ve kafeik asit), flavonoidler, tokoferoller, karotenoidler, riboflavin ve askorbik asit gibi vitaminlerdir (Isidorov ve ark. 2015, Khalil ve ark., 2012).

Yapılan çalışmalarda balın antioksidan etkisi ile toplam fenolik bileşik içeriğinin orantılı olduğu ve toplam fenolik bileşik miktarının artışı ile balın antioksidan etkisinin de yükseldiği belirlenmiştir. Fenolik bileşik içeriği açık renkli ballara nispeten koyu renkli ballarda daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Böylece koyu renkli balların antioksidan etkileri daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Marshall ve ark., 2015). Bingöl üniversitesinde yaptığım binden fazla bal analizleri sonucunda; balda

bulunan amino asitlerin başında gelen prolin değerinin de koyu renkli ballarda daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Bal muhtevasında yer alabilen *Clostridium botulinum* bakterisinin sporlarının barsaklarda ve midede açılarak toksin üretmesi sonucu zehirlenmeye neden olabilmektedir. Bu sebeple bir yaşından küçük bebeklerin bal tüketimi tavsiye edilmemektedir (Aureli ve ark., 2002). Ayrıca bala karşı alerjisi olanların bal tüketiminde dikkatli olmaları tavsiye edilmektedir. Bunların dışında bal birçok yönü ile faydalı ve şifa kaynağı bir besindir.

## 2. Propolis

Propolis; bal arılarının doğadan topladıkları bitki salgıları ve polen gibi maddeler ile ürettikleri enzimler ve bal mumunu ile karıştırarak oluşturduğu bir üründür. Propolis, kelime olarak, “pro”; giriş, ön ve “polis”; şehir anlamına gelen sözcüklerin birleşimi ile oluşmuş ve arıların kovan korunması, muhafazası ile ilişkilendirilerek kullanılmıştır. Arılar propolisi kovan dezenfeksiyonu, petek içlerinin onarım ve yapıştırılması, çatlakların giderilmesi, kovan sıcaklığının ayarlanması, kovana giren farklı canlıların uzaklaştırılması amaçları için kullanmaktadırlar. Propolisin rengi kırmızı koyu kahverengiden yeşile kadar farklılık göstermektedir. Bitki florasına göre de farklı aromatik kokulara sahiptir. Propolis farklı sıcaklıklarda farklı fiziksel halde bulunabilmektedir. Propolisin, coğrafi orijinlerine ve fizikokimyasal özelliklerine göre 12 farklı türü tespit edilmiştir (Teles ve ark., 2015).

Yapılan çalışmalarda propolis çok farklı biyolojik aktive göstermiştir. Farklı propolis ekstraktların tümör hücrelerinin mutasyonunu, kanserli hücre büyümelerini sınırlandırdığı ve üremelerini azalttığı ispat edilmiştir (Wagh, 2013). Propolisin kimyasal içeriğinde 300'den fazla biyoaktif bileşik bulunduğu belirlenmiştir. Bu biyoaktif bileşikler genel olarak flavonoidler ve fenolik asitler, terpenler ve bunların alkol ve benzaldehit türevleri, ketonlar, alkoller, aminoasitler, alifatik ve steroid hidrokarbonlar ve metallerdir. Propolisin mineral içeriğinde: Magnezyum, sodyum, kalsiyum, potasyum, demir, nikel, krom, bakır, çinko, kadmiyum, alüminyum, baryum, stronsiyum, kalay, kurşun, arsenik, mangan, molibden ve kobalt yer almaktadır. Vitamin olarak B1, B2, B6, C ve E bulunmaktadır. Enzim olarak ise; süksinikdehidrogenaz, glukoz-6-fosfataz, adenozintrifosfataz ve asit fosfataz bulunmaktadır. Propolisde bulunan lipidlerden en fazla yağ asitleri olarak belirlenmiş olup bunun yanında araşidonik asit, linoleik ve linolenik asit, palmitik asit, stearik asit, oleik asit ve nervolik asitte belirlenmiştir. Ayrıca karbohidratlardan galaktoz, sukroz, glukoz, ksiloz, maltoz, rhamnoz, fruktoz, ksilitol, taloz ve ribofuranoz yer almaktadır (Huang ve ark., 2014).

Propolisin genel olarak biyolojik aktiviteleri şunlardır; antioksidan, antiülser, antibakteriyal, antiinflamatuvar, antifungal, antitümoral, immunmodulatör, antiviral, kardiyovasküler, anestezik, nörolojik, antidiyabetik, analjezik, antimutajenik, antialerjik etkilerinin yanında astım, diş çürüğünü önleyici, cilt yaralarını tedavi edicidir (Sawicka ve ark., 2012). Bu nedenle propolisin fiziksel ve kimyasal bileşimine ilişkin bilimsel çalışmalar, bu doğal ürünün resmi bir ilaç olarak

kullanılmasını önermektedir. Et ürünlerinde nitrat (antioksidan ve koruyucu) gibi bazı katkı maddeleri kullanılmaktadır; bununla birlikte, örneğin bazı aminoasitlerin dekarboksilasyonu yoluyla biyojenik aminlerle reaksiyona girerek zararlı etkileri olduğu ve kanser öncüleri olarak bilinen azotlu bileşikler ürettiği bilinmektedir (Ristivojevic ve ark., 2015).

Propolis ekstraktı, kontrol yoğurduna göre fenolik, flavonoid içeriği ve antioksidan aktivitede (sırasıyla yaklaşık %52, %51 ve %4.54 daha fazla) önemli bir artışa neden olmuştur. (Mathias ve ark., 2011). Propolisin meyvelerde uygulanması meyveleri bozulmaya karşı koruyabilir. Propolis ayrıca gıda teknolojisinde çeşitli uygulamalara sahiptir ve film üretimi için başka bir seçenek olabilen biyolojik olarak parçalanabilen kaplamaların üretilmesi yoluyla meyvelerin bazı özelliklerinin iyileştirilmesinde kullanımını vurgulamaktadır. Artepillin C, meyvelerin korunması ve güçlü bir antifungal aktivite gibi yararlı etkileri olan bir propolis bileşiğidir. Koruyucu kaplama olarak portakal kabuğuna %5 propolis ekstresi ilave edildiğinde, saklama süresi on haftaya kadar uzamıştır. (Badawy, 2016). Meyve sularına propolis ilavesi (0.02 mg/mL), karotenleri (parlaklık parametresi olarak ölçülür) ve renk stabilitesini koruyarak 5 haftalık bir süre içinde pH ve titre edilebilir asitliği koruma yeteneği gösterir. Ayrıca depolama sırasında C vitamini içeriğini bozulmaya karşı korumak için bir alternatif olabilir (Yang ve ark., 2017).

Et ürünleri ve hayvansal kaynaklı tüm gıdalar, mikroorganizmalardan etkilenmeye çok duyarlı olarak kabul edilir. Propolisin eklenmesi, depolama sırasında mikrobiyal stabilite ve gıda kalitesi sağlar. Kürülenmiş jambona propolis özünün (%0.06) eklenmesi, lipid oksidasyonunu kontrol etmek için alternatif bir yöntemdir ve kokuda azalma sağlamaktadır. Benzer bir koruyucu etki, 35 günlük yaşlandırmanın ardından BHT (bütillenmiş hidroksitoluen) kullanılarak pozitif kontrole kıyasla salam numunelerinde (%0.05 propolis özütü) bulunmuştur. Ayrıca, mikrokapsüllenmiş propolis (0.1 g/kg) eklenmiş burger eti, ticari bir katkı maddesinin (sodyum eritorbat) kullanımına göre daha iyi bir lipid oksidatif stabilite göstermiştir. Propolis eklenmiş burger eti, depolama sırasında kontrole göre daha düşük bir TBA (tiyobarbitürik asit) değeri göstermiştir (Reis ve ark., 2017). Balık sosilerine propolis ekstraktının eklenmesinin balık sosilerinin raf ömrünü 3 haftaya kadar uzattığı sonucuna varılmıştır (Çoban ve ark., 2018).

Bala küçük miktarlarda, hatta %1'in altındaki seviyelerde bile propolis eklenmesi, fenolik bileşik içeriğinde önemli bir artışa neden olmuş ve balın antioksidan aktivitesini arttırdığı görülmüştür. %0,1–1 aralıklarla propolisle zenginleştirilmiş bal, nem, fruktoz, glukoz veya sakkaroz içeriğinde değişiklik oluşturmamıştır. En fazla (%1) eklenen propolisin toplam fenolik, flavonoidler, toplam fenolik asitler, antosiyaninler ve karotenoid içeriğinde sırasıyla 4,34, 5,37, 3,98, 2,61 ve 1,37 kat daha fazla artışa yol açtığı gözlenmiştir. Ayrıca, aynı araştırmada, aynı ilave, kontrole kıyasla sırasıyla 775 ve 179 kat daha fazla seviyelere ulaşarak ana bileşikler olarak krisin ve p-kumarik asit içeriği göstermiştir

(Habryka ve ark., 2020). Propolis, antiseptik özellikleri sayesinde dermatolojide stafilokok, streptokok ve mantar enfeksiyonlarını tedavi etmek için kullanılmaktadır. Pürülan cilt enfeksiyonları, hidradenit, intertrigo, cheilosis ve pamukçuk, diğer şeylerin yanı sıra propolis ile tedavi edilir. Bildirildiği gibi bir propolis müstahzarı olan Propol T cilt yanıklarının tedavisinde oldukça etkilidir.

Propolis sadece antimikrobiyal ve antiinflamatuvar değil aynı zamanda sikatrizasyonu artırır ve ağrıyı azaltır. Bir flavonoid olan Krisin, analjezik etkiye neden olmaktadır. Apiterapötik ajan olarak propolis, gümüş sülfadiazin'den daha etkilidir. Topikal olarak uygulanan propolis, nötrofil ve nötrofil elastazını normalleştirerek diyabetik yaralarda kalıcı iltihaplanmayı azaltmıştır. Kafeik asit, propolisin anti-inflamatuvar etkisinden sorumludur. Propolisin etanol özütü ayrıca *Staphylococcus epidermidis*'i de engellemektedir. Propolis akneli ciltler için kozmetik, bakteri ve mantar enfeksiyonlarına karşı ilaç yapımında kullanılmaktadır (Al-Waili ve ark., 2015). Propolis, içerdiği kafeik asit, kumarik asit ve ferulik asit nedeniyle UV ışığını absorbe ettiği için ultraviyole radyasyondan da korumaktadır vedoğal bir filtre özelliğinin yanı sıra güneş koruyucularına (kremler, losyonlar, çubuklar ve rujlar) iyi bir katkı maddesidir (Nisakorn, 2015). Propolisin bazı yan etkileri de olabilmektedir. Alerjik hassasiyeti olan kişilerde ağız, dil, el, sırt, ayaklar gibi farklı bölgelerde meydana gelen egzama, ciltte kabuklanma, su toplama, ağrı ve kaşıntı, öksürük gibi belirtiler ortaya çıkabilmektedir (Wagh, 2013). Sağlıklı bireylerde propolis alerjisi nadiren görülür (%0,64-1,3), ancak alerji tedavisi gören kişilerde daha sık görülür (%1,2-6,7). Bu aşırı duyarlılık, propolisin etanol özütünün

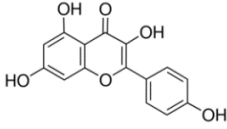
uygulanmasından sonra atopik egzama ile kendini göstermektedir (Basista-Sołtys ve Filipek, 2013).

### **3. Polen (Pollen)**

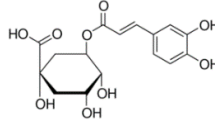
Polen, çiçek tekalarında oluşan tohumlu bitkilerin erkek üreme hücrelerinden meydana gelmektedir. Arılar ile bitkilerden elde edilen bir üründür. Polenler bitki florasına göre farklı renklerde olabilmektedir. Polen yükleri şeklinde kovana aktarılan polene “arı poleni” denir. Polen genellikle “dünyanın en iyi gıda ürünü” olarak kabul edilmektedir. Polen, arıların doğadan topladıkları tek protein kaynağıdır. Protein yavruların büyümesi ve arı kolonilerinin gelişimi için çok önem arz etmektedir (Zuluaga ve ark., 2015). Bal arıları koloninin protein ihtiyacını karşılamak, yaşlı larvaları beslemek için toplamaktadır.

Son yıllarda apiterapik, belgelenmiş bilimsel araştırmaların konusu olmuştur. Güçlü antioksidan görevi görebilen esansiyel amino asitler, fenolik bileşikler, pigmentler (klorofil, karotenoidler), vitaminler gibi değerli maddeleri içeren üründür. Çok sayıda çalışma, arı ürünlerinin antioksidan aktivitesinin değişken olduğunu ve genellikle çiçeklerin türüne ve kaynağına, coğrafi kökene, iklim koşullarına, işleme ve depolamaya bağlı olduğunu göstermektedir (Zuluaga ve ark., 2015). Protein, mineral ve vitamin kaynağı olan polen yetersiz olduğunda arı beslemesinin azalmasından dolayı arı nüfusunun azaldığı ve arıların hastalıklara karşı dirençlerinin düştüğü görülmüştür. Bu nedenle polenin yetersizliği arı sağlığını etkilediği belirtilmiştir (Di Pasquale ve

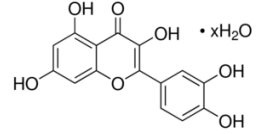
ark., 2013). Polenlerin flavonoid içeriğinde en çok kaempferol, kuersetin ve klorojenik asit bulunmaktadır (Kieliszek et al., 2018).



Kaempferol



Kuersetin



Klorojenik asit

Polenin bitki florasına göre antifungal, antibakteriyel, antitümoral, antioksidan, radyoprotektif, immunmodulatör, antiaging, antiosteoporozis, antianemi, hafıza kuvvetlendirici, probiyotik gibi farklı biyolojik aktiviteler gösterdiği belirtilmiştir (Bogdanov, 2011). Son birkaç yılda yapılan çalışmalar, arı polenin biyolojik olarak aktif maddelerinin (apigenin, kersetin, fenil asetik asit, kafeik asit, sinamik asit vb.) güçlü antimikrobiyal, antioksidan, antikanserojenik, kardiyoprotektif, hepatoprotektif veya detoksifiye edici kaynaklar olarak hareket edebileceğini göstermektedir. Ayrıca, bu ürünün günlük kullanımının göz, cilt, kardiyovasküler veya kolon fonksiyonlarını iyileştirmeye yardımcı olabileceği belirlenmiştir (Koroğlu, 2018).

Polen etanol ekstraktı, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*'ya karşı antimikrobiyaldır ve *Candida albicans*'a karşı antifungal aktiviteye sahiptir. Arı polenin anti-inflamatuar aktivitesi, inflamasyon gelişimine katılan enzimlerin, yani siklooksijenaz II ve lipoksijenazın aktivitesini inhibe etmesinden kaynaklanmaktadır. Fenolik asitler, yağ asitleri ve fitosteroller, anti-inflamatuar özelliklerden sorumludur. Ek



olarak, kaempferol, inflamatuvar yanıtı baskılayan hiyalüronidaz ve elastazı inhibe eder. Ayrıca, arı poleni hasarlı dokuları yenileyebildiğinden, yanıkları tedavi etmek için polen özü ile merhemın topikal uygulaması üzerinde çalışılmıştır (Komosi'nska-Vassev ve ark., 2015).

Yoğurda polen (%0.5) eklendiğinde, kabul düzeyi yüksek bir ürün ortaya çıktı; ancak toplam seviyeler %1'den yüksek olduğunda, lezzet ve tat etkilenmiştir. Fermente içeceklerde ise 2.5-20 mg/mL arasında polen ilavesi tadı olumsuz yönde etkilerken, tam tersine doku puanlarında olumlu bir etki gözlemlenmiştir (Camacho-Bernal ve ark., 2021). Narenciye suyu numunelerinde polen (%0,25 ve %0,60) ilavesi toplam fenol içeriğini (%26,7 daha fazla) ve antioksidan aktiviteyi arttırdığı görülmüştür. Buna karşılık, duyuusal bir değerlendirmede, varlığı rengi değiştirmekte ve dil üzerinde bazı panelistler tarafından hoş olmayan olarak tanımlanan bir toz hissi ürettiği ifade edilmiştir. Bu değişikliklere rağmen, panelistlerin %70'inden fazlası ürünü alacaklarını belirtmiştir. Malt içeceklerde polen ilavesi, fenol ve flavonoid içeriğini sırasıyla %45.7 ve %211.6 oranında artırdığı belirlenmiştir (Stan, 2018). Domuz sosislerindeki %0.2 arı poleni eklenmesi, kontrole göre %13.37 oranında oksidasyonu inhibe ederek 30 günlük depolama süresince daha fazla antioksidan etki ve daha iyi lipid peroksidasyon kontrolü göstermektedir. Ayrıca polen eklenmiş köftelerde en düşük malonaldehit değerleri 90 günlük depolamada bulunmuştur. Bu sonuçlar, polenin köftelerde lipid oksidasyonunu geciktirmede etkili olduğunu göstermektedir (Turhan ve ark., 2017).

Polenlerde farklı değerli mineraller bulunabilir. Arı polenin insan diyetinde demir, kalsiyum, magnezyum, potasyum, çinko ve bakır kaynağı olabileceği belirlenmiştir. Polende, krom bulunmaması önemlidir, stronsiyum(0.73–5.37 mg/kg) ve kobalt (0.011–0.100 mg/kg) varlığı ve en yüksek kalsiyum içeriği (997–2455 mg/kg) ve magnezyum (644-1004 mg/kg) ile gerekli mineraller açısından zengin olduğu tespit edilmiştir (Kaškonien, 2019).

Glutensiz ekmeğe %5 aralığında polen eklenmesi, protein içeriğini %0,54, potasyum içeriğini %20 ve kalsiyum içeriğini %37 oranında artırmıştır. İlave, ayrıca %36'lık bir artışla antioksidan bileşiklerin biyoerişilebilirliğini ve fenolik bileşiklerin konsantrasyonunu %11,2'ye kadar artırdı (Conte ve ark. 2020). %5.0, %7.5 ve %10 polen içeren formülasyonlara sahip kurabiyelerde, protein içeriğinde önemli bir artış (%0.6 daha fazla), yüksek oranda kül (%0.59'a kadar) değerleri elde edilmiştir. Bununla birlikte, toplam fenolik içeriğinde antioksidan aktivitenin 2,9 ve 2,3 katına kadar bir artışa neden olduğu görülmüştür (Krystyjan ve ark., 2015).

#### **4. Arı Sütü (Royal Jelly)**

Arı sütü, kraliçe arıyı ve genç larvaları beslemek amacıyla beş-onbeş günlük işçi arıların üst çene ve boğaz bezlerinden salgıladıkları özel bir üründür. Arı sütü, kısmi polen ve nektar sindirimi sonucunda genç işçi arıların hipofaringeal ve mandibular tükürük bezlerinde üretilir. Taze halde, arı sütü jelatinimsi bir kıvama ve beyaz-sarımsı opak bir renge sahiptir ve esas olarak su (%60), karbohidratlar (%15), proteinlerden (%18) oluşan oldukça asidik bir kolloiddir (3,6-4,2 pH). Yüksek

esansiyel amino asit içeriğine sahiptir (valin; 0,06 ppm, lösin; 0,05 ppm, izolösin; 0,05 ppm, treonin; 0,04 ppm, fenilalanin; 0,06 ppm, lizin; 3,72 ppm ). Ayrıca lipidler (%5), vitaminler (A, B5, B6, C, D, E) ve mineral tuzları ihtiva etmektedir (Ramadan ve Al-Ghamdi, 2012).

Arı sütünün içeriğindeki biyoaktif bileşenler; vitaminler, proteinler, lipitler, karbohidratlar, serbest aminoasitler ve 10-hidroksi-trans-2-dekanoik asit (10-HDA) gibi bileşenlerdir. 10-hidroksi dekonoik asit (10-HDA); arı sütüne biyolojik özellik kazandıran, yalnızca arı sütünde bulunan ve arı sütünün ticari kalitesi olarak kabul edilen bir maddedir. Bu maddenin arı sütündeki seviyesi %1,4-2 arasında farklılık göstermektedir. Arı sütü, dünya genelinde birçok ülkede sağlık, gıda ve kozmetik sanayinde kullanılmaktadır ( Ramadan ve Al-Ghamdi, 2012). Bu kremi ürün aynı zamanda amino asitler (valin, glisin, prolin, metionin ve tirozin) ve mineraller (potasyum, kalsiyum, fosfor, manganez, demir) açısından da zengindir. Arı sütünün kimyasal bileşiminde çok önemli bir rol, antioksidan ve antibakteriyel etkiyi belirleyen fenolik bileşikler ve flavonoidler oynar (Barnuti ve ark., 2011).

Arı sütü, faydalı etkilerinden dolayı kozmetik olarak, diyet takviyesi olarak ve ayrıca geleneksel tıpta yaygın olarak kullanılmaktadır. Vazodilatif ve hipotansif aktiviteler, antioksidan, antiinflamatuvar ve anti-tümöral aktivite dahil olmak üzere çeşitli farmakolojik aktiviteler göstermiştir (Mayda ve ark., 2020). Arı sütünün, sağlık üzerine etkilerinin incelendiği çalışmalarda biyolojik etkileri antibakteriyel, antiaging, immunmodulatör, astım, alerjik rinit, premenstural tansiyonu

düşürücü, antiseptik, antiülseratif, kemik kırıklarında iyileşmeyi hızlandırıcı, saç uzaması arttırıcı, afrodisyak, spermatogenezisi arttırıcı, antialerjik, kardioprotektif, büyümeyi hızlandırıcı olarak kanıtlanmıştır (Pavel ve ark., 2011). Ayrıca bilim insanları, bu viskoz ürünün kullanımının tümörlere (özellikle lösemi) ve kronik diyabete karşı olumlu bir sonuç gösterdiğini belirlemiştir (Kocot ve ark., 2018).

Arı sütü yaraların tedavisinde etkilidir ve problemlili cilt bakımı için kozmetikte başarıyla kullanılmaktadır. Arı sütü, sıklıkla cilt lezyonlarının ve küçük yaraların meydana geldiği seboreik ciltler, akneye meyilli ciltler için sebum salgısını normalleştiren müstahzarların bir bileşenidir. Arı sütü, dokulardaki metabolizmayı uyarması nedeniyle dokuların rejeneratif süreçlerini iyileştirir. Yenileyici, besleyici ve iyileştirici özellikleri balsamlarda, kremlerde ve losyonlarda kullanılır.

Arı sütünün immünomodülatör ve antialerjenik aktiviteleri, ondan izole edilen yağ asitlerinin özellikleri ile ilgilidir. Hem 10-HDA hem de 3-10-dihidroksidekanoik asit, bağışıklık tepkisini modüle eder ve IL-2 ve IL-10 konsantrasyonunu düşürür. Arı sütü, yaranın yeniden epitelizasyonunu destekler. Keratinositler, arı sütü su özütü ile inkübasyondan sonra yüksek MMP-9 (matriks metalloproteinaz-9) üretiminden sorumludur. Arı sütünün su ekstresi uygulandıktan sonra keratinosit göçü ve yara kapanma oranları artmıştır. Arı sütünün MMP-9 üretimini uyarmaktan sorumlu bileşeni defensin-1'dir. Ayrıca defensin-1, yeniden epitelizasyonu ve yara kapanmasını destekler. Balda olduğu gibi, defensin-1 keratinosit ve MMP-9 sekresyonunu

artırarak kutanöz yara kapanmasından sorumludur (Bucekova ve ark., 2017). Yoğurt içerisine arı sütü (%0.6) eklenmesi, laktik asit bakterilerinin hayatta kalması üzerinde olumsuz bir etki olmaksızın, iyi duyuşsal kaliteye sahip bir ürün ile sonuçlanmıştır (Camacho-Bernal ve ark., 2021).

## 5. Bal Mumu (Bee Wax)

İki-üç haftalık genç işçi arıların son dört çift karın halkaları arasındaki mum salgı bezleri ile oluşturulur. İçeriğinde farklı esterler (%64) ve uzun zincirli serbest yağ asitleri (%12) yer almaktadır. Balmumu, içeriğindeki apolar bileşikler nedeni ile su gibi polar çözücülerde çözünmez ve memeliler sindirememektedir. Balmumu kullanım amaçları, arıların yavrular için kuluçka yeri olması, petek örmek ve bal ve polen depolamaktır. Balmumu sanayide ise özellikle kozmetik ve eczacılık alanlarında farklı gayelerle kullanılırlar. Arılar bal mumu oluşturmadan önce bal tüketimi yaparlar ve 35 °C de salkım oluşturarak bal mumu bezleri ile salgırlar. Bal mumunun genel olarak kullanıldığı alanlar; ilaç sanayisinde hapların kaplanması, temel petek üretimi, kozmetik sanayi, diş hekimliği, meyvelerin parlatılması, mobilya zemin ve müzik enstrümanlarının cilalanmasıdır (Hepburn ve ark., 2016).

Diğer arı ürünleri ile karşılaştırıldığında, balmumu en küçük biyolojik aktivite aralığına sahiptir. *Candida albicans*'ın neden olduğu çıbanlar, yaralar, atopik dermatit, sedef hastalığı, bebek bezi dermatiti gibi çeşitli dermatozların tedavisinde kullanılan ilaçlara ve kremlere balmumu eklendiğini bildirilmiştir. Balmumu esas olarak bir emülsifiye edici

ajan olarak kullanılır. Kozmetikte balmumu sertleştirici, elastikiyet, plastisite sağlayan ve cilt yapışkanlığını artıran bir madde olarak kullanılır. Balmumu rujların, çubukların ve kremlerin temelini oluşturmaktadır (Kasparaviciene ve ark., 2016). Balmumu kayganlaştırıcı, yumuşatıcı aktivitelere sahiptir ve deriden transepidermal su kaybını azaltır. Aynı zamanda hücreler arası boşluğun bileşenleri olan steroller, balmumunun bu özelliklerini sağlar. Skualen, 10-hidroksi-trans-2-dekenoik asit ve flavonoidler (krisin) bu ürüne antiseptik özellikler sağlar ve cildi patojenik mikroorganizmalara karşı korur. Balmumu cilt yüzeyinde film oluşturarak birçok dış etkene karşı koruyucu bir bariyer oluşturur. Balmumunda bulunan karoten, dönüştürüldüğü değerli bir A vitamini kaynağıdır. A vitamini kollajen yıkımını geciktirir, epidermiste mitotik bölünmeyi uyarır, böylece hasardan sonra cildin daha erken yenilenmesine yol açar (Buchwald ve ark., 2009).

## **6. Arı Zehri (Bee Venom)**

Arı zehri; bal arılarının karın boşluğunda bulunan bezlerden savunma amaçlı üretilen bir salgıdır. İşçi arılar tarafından zehir bezlerinde oluşturulup zehir torbasında depolanmaktadır. Petek gözlerinden yeni çıkan arıların zehir üretme özellikleri az olup 12 günlük olduklarında en yüksek kapasiteye ulaşırlar ve 20 günlük olduklarında zehir üretme özelliklerini yitirmektedirler. Arı zehiri içerik bakımından oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir. Kimyasal içeriğinde %50-55 düzeylerinde melitin, %2-3 seviyelerinde apamin ve %1 düzeyinde adolapin bulunmaktadır. Ayrıca dopamin, histamin ve noradrenalin gibi

bileşenler ve biyoaktivitesi farklı olan enzimler de yer almaktadır. Genel olarak bu doğal toksin olan arı zehri protein (fosfolipaz A2 ve hyaluronidaz), peptit (melittin, apamin, adolapin ve peptid 401) ve histamin, dopamin norepinefrin gibi bileşenlerin karmaşık bir bileşimidir (Bogdanov, 2011-3).

Arı zehri farmakolojik olarak birçok yararlı biyolojik aktivite göstermektedir. Özellikle bağışıklık sisteminin düzenlenmesinde aktiftir (Jung ve ark., 2013). Arı zehrinin sokma sonucu gösterdiği bazı etkiler; şişkinlik, ağrı ve kızarıklıktır. Özellikle arı alerjisi olan kişilerde bu şişkinlik ve ödem çok fazla olmakta ve ileri seviyede olunca ölüme neden olabilmektedir. Arı zehrinin biyolojik olarak antibakteriyel, antitümoral, skleroderma, eklem ağrıları, depresyon, epilepsi, kronik ağrı, migren (Bogdanov, 2011-3) gibi etkilere sahip olduğu belirlenmiştir. Arı zehrinin ana peptiti melittin bileşenidir. Bu bileşenin kuvvetli antitümoral, antienflamatuar, antifungal radyoprotektif ve antibakteriyel etkileri görülmektedir. Ayrıca ketakolamin ve kortizon salgılanmasını artırır, gangliyon ve nöromusküler kavşak transferini durdurur, histamin bileşeninin salgılanmasını sağlar, kan basıncını düşürücü etki yapar ve hemoliz olayını gerçekleştirir (Rady ve ark., 2017).

Arı zehri halk arasında geleneksel olarak özellikle deri hastalıkları, sırt ağrıları ve romatizma tedavisinde kullanılmaktadır. Farklı çalışmalar ile karaciğer, prostat ve meme kanserine de karşı antikanserojenik etki gösterdiği kanıtlanmıştır (Jo ve ark., 2012). Akciğer, böbrek, mesane ve lökemi kanser hücreleri fosfolipaz A2 ve melittin gibi arı zehri

peptitlerinin etkisinde olabileceği bildirilmektedir. Melittin PLA2'yi aktifleştirme özelliğine sahiptir. Bu özellik sayesinde hücrede sitotoksik etki oluşmaktadır ve bu etki arı zehrinin anti-kanser özelliğinin önemli mekanizması olduğu ön görülmektedir. Ağrı ve yanık gibi farklı patolojik olayların azaltılmasında alternatif bir ilaç olarak kullanılmaktadır (Orsollic, 2012).

### **7. Erkek Arı Larvası (Apilarnil)**

Erkek arı larvalarının (Apilarnil) 3-7 günlük süreçlerinde toplanıp homojenize edilmesi ile elde edilir. Krem renginde ve katı homojen süt kıvamında bulunmaktadır. Apilarnil proteinin temel yapısında bulunan tüm temel aminoasitleri ihtiva ettiğinden “tam gıda” olarak sınıflandırılmaktadır. Apilarnil taze iken kısa zaman diliminde soğuk zincirde korunmaya alınmalıdır. Aksi durumda önemli miktarda protein yapısında bozulma meydana gelerek besin değerinin düşmesine neden olur. Ayrıca hızlıca liyofize veya ekstrakte edilerek besin değeri düşmesi engellenerek kullanılabilir. Kimyasal içeriğinde birçok aminoasit, metal elementler, karbohidratlar, yağ asitleri ve androjenik hormonlar yer almaktadır. Androjenik hormonlar göstermiş olduğu etkiler sebebi ile sperm sayısının artırılması, afrodisyak ve kas geliştirme amaçları ile kullanıldığı bildirilmiştir ( İnci ve ark., 2021). Kimyasal bileşiminde; PP, A, B1, B6, beta karoten ve kolin vitaminleri kalsiyum, magnezyum, potasyum, sodyum, çinko, bakır, fosfor ve demir metal elementleri ve esansiyel aminoasitler belirlenmiştir. Demir, selenyum, bakır, magnezyum gibi eser elementler ile beraber yüksek düzeyde fosfor ile potasyum ihtiva etmektedir. Protein,

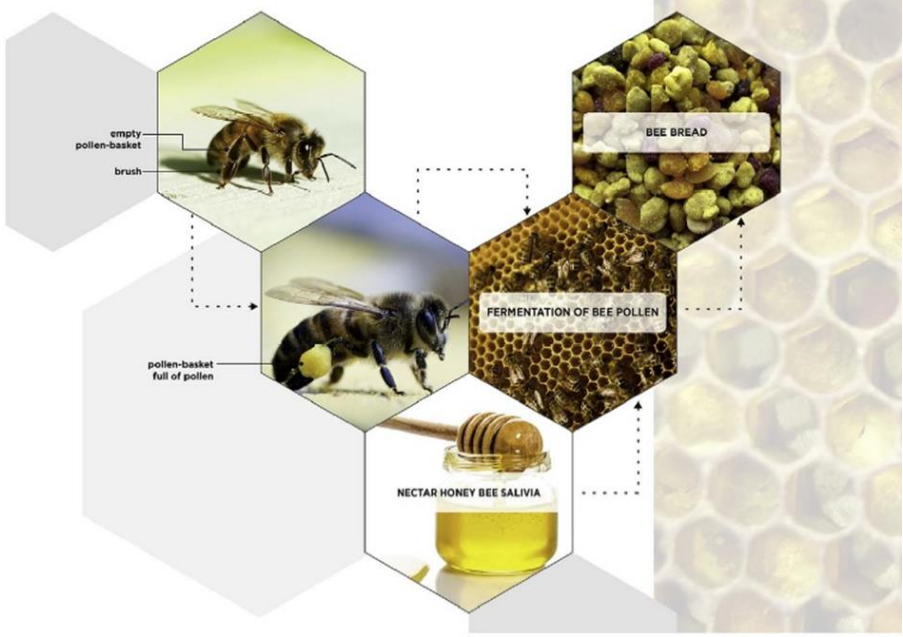


aminoasit, yağ asitleri ve lipit ihtivası sırasıyla 9.4/100g, 7.9/100g, 4.0/100g, 4.7/100g olarak ölçülmüştür (İnci ve ark., 2021).

Türkiye'den toplanmış apilarnil numunelerinin çeşitli analizleri yapılmıştır. Bu çalışmaya göre; apilarnilin total protein, total lipit ve kolesterol yüzdesi sırasıyla; 13.25, 5.68 ve 2.28 olarak bulunmuştur. Bunların yanı sıra, testosteron ve progesteronun düzeyleri 14.80 ng/g ve 14.40 ng/g olarak bulunmuştur ve yağ asidi bileşeni olarak konjuge linoleik asit (% 52.62) belirlenmiştir. Apilarnilin erkek bireylere özgü hormonlar, özellikle testesteron ve progesteron açısından zengin olduğu ve bu nedenle androjenik etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Çalışmadan çıkan sonuçlara göre apilarnilin, yüksek düzeyli biyolojik aktivitelerinden dolayı önemli bir doğal kaynak olabileceği bildirilmiştir (Yücel ve ark., 2019). Apilarnilin solunum yolu hastalıkları, gastrointestinal durumlar, diş, sırt ve yanık ağrıları, vertigo, kas yorgunluğu, cilt ve yara temizleyici olarak kullanılmaktadır. Ayrıca yapılan çalışmalarda erkek kısırlığında başarıyla kullanıldığı belirtilmiştir (Meda ve ark., 2004).

## **8. Arı Ekmeği (Bee Bread-Perga)**

Arı ekmeği (perga) yalnızca arılar için değil diğer canlılar için de çok değerli olan benzersiz bir üründür. Üretim süreci Şekil 3. de gösterilmiştir. Arı ekmeği esas olarak bal, polen ve arıların tükürük bezlerinin salgularından oluşmaktadır (Barajas, 2012).



Şekil 3. Arı ekmeğinin oluşumu(Kieliszek et al. 2018)

Polenler, arı yuvasında laktik asit fermantasyonuna tabi tutulur. Fermantasyona uğramış arı polenine “arı ekmeği” adı verilmektedir. Arı ekmeği, polenden daha yüksek besin içeriği, daha iyi sindirilebilirlik ve daha zengin kimyasal içerik ile bilinmektedir. Çünkü fermantasyon işlemi sırasında polen hücrelerinin duvarları kısmen tahrip olmaktadır. Arı ekmeği, daha fazla miktarda peptit ve serbest amino asit ihtiva etmektedir. Biyoaktif bileşenleri sebebi ile arı ekmeği, insan organizmasındaki vitamin ve besin eksikliğini tamamlayabilecek harika bir üründür. Organizmanın aktivitesini güçlendirmektedir (Habryka, 2016).

Bilimsel araştırmalara göre, arı ekmeğinin kimyasal bileşimi, yapıldığı polen ile biyokimyasal olarak benzerdir. Ancak arı ekmeği daha fazla

karbonhidrat ve enzim içerir, K ve B vitaminleri açısından daha zengindir, ancak daha az protein ve yağ içerir ve laktik asit nedeniyle daha düşük pH değerleri gösterir ( Barene ve ark., 2015). Üreme hormonlarına olumlu etkisi nedeniyle cinsel gücü artırma ve kas gücü ve hacminin artırılması için kullanılmaktadır. Asetilkolin içeriğinden dolayı tansiyon hastalıkları ve kronik kabızlık rahatsızlıklarında tedavi amacı ile kullanılmaktadır (Kowalski ve Makarewicz, 2017). Bu doğal ürün, biyokimyasal çeşitliliği sayesinde bağışıklık sistemini güçlendirmede, sindirim sistemi fonksiyonunu düzenlemede, antimikrobiyal, yaşlanmayı geciktirme ve kansızlık önleyici faaliyetlerde kullanılabilir. Ayrıca endokrin ve sinir sistemlerinin fonksiyonlarında, doku yenilenmesinde ve çeşitli toksin formlarının yok edilmesinde olumlu etkisi vardır (Kieliszek ve ark., 2018). Kandaki kolesterol düzeyini düşürür, karaciğer fonksiyonlarını iyileştirici etki gösterir, kan damarlarında plak oluşumunu engeller, probiyotik ve prebiyotik potansiyel göstermektedir (Piwowarek ve ark., 2018).

## **9. Arı Havası (Api-Air)**

İlk olarak arı havası Alman arıcı Hans Munsch ile uygulamaya geçilmiştir. Api-Air ana prensibi kovan içinde bulunan uçucu özellikteki aktif bileşiklerin solunum ile alınmasına dayanmaktadır. Bu aktif bileşiklerin analizleri ise genellikle gaz kromatografisi yöntemi ile belirlenmektedir. Kovan havası farklı yöntemler ile alınabilmektedir. Yöntemlerden biri, Alman arıcı Hans Munsch'ın ürettiği kovan üzerine eklenmiş özel bir araç ile kovan havasının vakumlanıp çekildiği ve özel bir maske aracılığı ile kovan havasının solunmasıdır. Diğeri belirli

sayıda kovanın ahşap bir eve entegre edilerek kovanların havasının evin içerisine dağılması esasına dayanan yöntemdir. Bu yöntemde ev, arı yatağı veya evi olarak adlandırılmıştır. Hastalar ve farklı amaçlar için gelenler bu evlerde doktor veya uzmanların kontrolünde kovan havası ve arı sesi ile tedavi olmaktadır. Kovan havası birçok farklı hastalık için kullanılmaktadır. Bu hastalıklardan bazıları şunlardır: Bronşit, astım, KOAH ve amfizem (János, 2015).

## SONUÇ

Arı ürünleri geçmişten günümüze çokça araştırılmış ve gelecekte de çoklukla araştırmalara konu olacaktır. Arı ürünlerinin kırsal kalkınmadan ekonomik refaha ve insan sağlığından bitki ve hayvan sağlığına önemli etkileri olmaktadır. Özellikle sağlık alanında kanser araştırmalarında olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Bu yönden incelendiğinde elde edilecek ilaç ve katkı maddelerin üretilmesi ekonomiye katkı sağlayacaktır. Ayrıca yenilikçi arı ürünlerinin besinlere katılması ile oluşturulan ürünlerde kalkınmaya olumlu etki yapacaktır. Günümüzde arı ürünleri katkılı birçok ürün geliştirilmiş ve geliştirilmektedir. Bu ürünlerin biyolojik aktiviteleri ve canlı hayatı için önemi araştırılmakta ve ciddi sonuçlar elde edilmektedir.

Genel olarak arı ürünleri başta bal, propolis, polen olmak üzere arı sütü, arı larvası, arı zehri, arı-kovan havası, arı ekmeği ve arı serumu şeklinde sınıflandırılmaktadır. Bu mucizevi ürünlerin birçok farklı alanda bilimsel araştırmaları devam etmektedir. Arı ürünlerine ve bu ürünlerin ilave edilerek oluşturulduğu bazı yeni ürünlere yer verilmiştir. Ayrıca arı ürünlerinin biyolojik önemlerine, hastalıklara karşı etkilerine,

kimyasal karakterizasyonlarına ve mekanizmalara nasıl etki ettiklerine dair bazı bilimsel çalışmalar belirtilmiştir. Sonuç olarak arı ve arı ürünleri var ise; hayat var, canlılık var, sıhhat var, kalkınma var ve ekonomik gelişme vardır.

**KAYNAKÇA**

- Abdel-Latif, M.M., 2015. Chemoprevention of gastrointestinal cancers by natural honey. *World Journal Pharmacology* 4(1): 160-167.
- Aksoy, Z., Dıġrak, M., 2006. Bingöl yöresinde toplanan bal ve propolisin antimikrobiyal etkisi üzerinde in vitro araştırmalar. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi* 18(4): 471-478.
- Al-Waili, N.; Hozzein, W.N.; Badr, G.; Al-Ghamdi, H.; Al-Waili, H.; Salom, K.; Al-Waili, T. 2015. Propolis and bee venom in diabetic wounds; a potential approach that warrants clinical investigation. *Afr. J. Tradit. Complement. Altern. Med.* 12, 1–11.
- Aureli, P., Franciosa, G., & Fenicia, L. (2002). Infant botulism and honey in Europe: a commentary. *The Pediatric infectious disease journal*, 21(9), 866-868.
- Badawy, I.F.M. **2016**. Effect of ethanol-extracted propolis on fruit quality and storability of balady oranges during cold storage. *Assiut J. Agric. Sci.* 47, 156–166.
- Bankova, V. S., de Castro, S. L., & Marcucci, M. C. (2000). Propolis: recent advances in chemistry and plant origin. *Apidologie*, 31(1), 3-15.
- Bansal, V.; Premi, M.; Sharma, H.K.; Nanda, V. Compositional, physical, functional attributes and flow characterization of spray-dried skim milk powder enriched with honey. *J. Food Meas. Charact.* **2017**, 11, 1474–1485.
- Barajas, J., Cortes-Rodriguez, M., & Rodriguez-Sandoval, E. (2012). Effect of temperature on the drying process of bee pollen from two zones of Colombia. *Journal of Food Process Engineering*, 35(1), 134–148.
- Barene, I.; Daberte, I.; Siksna, S. 2015. Investigation of bee bread and development of its dosage forms. *Med. Teor. Prakt.* 21, 16–22.
- Barnutiu, L.I.; Marghitas, L.A.; Dezmiorean, D.S.; Mihai, C.M.; Bobis, O. 2011. Chemical composition and antimicrobial activity of royal jelly—review. *Sci. Pap. Anim. Sci. Biotechnol.* 44, 67–71.
- Basista-Sołtys, K.; Filipek, B. 2013. Allergic potential of propolis—A literature review. *Alerg. Astma Immunol.* 18, 32–38.

- Bobis, O., Marghitas, L. A., Dezmirean, D., Morar, O., Bonta, V., & Chirila, F. (2010). Quality parameters and nutritional value of different commercial bee products. *Bulletin of University of agricultural sciences and veterinary medicine Cluj–Napoca. Animal science and biotechnologies*, Vol. 67, 1–2.
- Bogdanov, S. (2011). Pollen: nutrition, functional properties, health: a review. *Bee Product Science*, 1-34.
- Bogdanov, S. (2011). Royal jelly, bee brood: composition, health, medicine: a review. *Lipids*, 3(8), 8-19.
- Bogdanov, S. (2011-3). Bee Venom: Composition, health. Medicine. A review. *Bee Prod Sci*, 1- 20.
- Bölüktepe ve Yılmaz. 2008. “Arı Ürünlerinin Bilinirliği Ve Satın Alınma Sıklığı Familiarity and Purchase Frequency of Bee Products.” *Uludağ Arıcılık Dergisi / Uludag Bee Journal*, 8 (2): 53-62
- Bucekova, M.; Sojka, M.; Valachova, I.; Martinotti, S.; Ranzato, E.; Szep, Z.; Majtan, V.; Klaudiny, J.; Majtan, J. 2017. 7Bee-derived antibacterial peptide, defensin 1, promotes wound re-epithelialisation in vitro and in vivo. *Sci. Rep.* 7340.
- Buchwald, R.; Breed, M.D.; Bjostad, L.; Hibbard, B.E.; Greenberg, A.R. 2009. The role of fatty acids in the mechanical properties of beeswax. *Apidologie* 4, 585–594.
- Camacho-Bernal, Gloria Isabel et al. 2021. “Addition of Bee Products in Diverse Food Sources: Functional and Physicochemical Properties.” *Applied Sciences* 11(17): 8156. <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/17/8156>.
- Conte, P.; Del Caro, A.; Urgeghe, P.; Petretto, G.; Montanari, L.; Piga, A.; Fadda, C. 2020. Nutritional and aroma improvement of gluten-free bread: Is bee pollen effective? *LWT-Food Sci. Technol.* 118, 108711.
- Çoban, Ö.E.; Fadıo~ glu, E.E.; Çoban, M.Z. 2018. Investigation of some quality characteristics of smoked common carp (*Cyprinus carpio*) sausages supplemented with propolis extract. *Procedia Comput. Sci.* 13, 196–203.
- Di Pasquale, G., Salignon, M., Le Conte, Y., Belzunces, L.P., Decourtye, A., Kretzschmar, A., Suchail, S., Brunet, J-L., Alaux, C., 2013. Influence of pollen

- nutrition on honey bee health: do pollen quality and diversity matter. *PloS One* 8(8): e72016.
- Habryka, C., Kruczek, M., & Drygas, B. (2016). Bee products used in apitherapy. *World Scientific News*, 48, 254–258.
- Habryka, C.; Socha, R.; Juszczak, L. 2020. The effect of enriching honey with propolis on the antioxidant activity, sensory characteristics, and quality parameters. *Molecules* 25, 1176.
- Hepburn, H.R., Pirk, C.W.W., Duangphakdee, O. (2016). *Honeybee nests*. Springer-Verlag Berlin An.
- Huang, S., Zhang, C. P., Wang, K., Li, G., & Hu, F. L. (2014). Recent advances in the chemical composition of propolis. *Molecules*, 19(12), 19610-19632.
- Isidorov, V., Bagan, R., Bakier, S., Swiecicka, I., 2015. Chemical composition and antimicrobial activity of Polish herbhoneys. *Food Chemistry* 171: 84-88.
- İnci, Hakan. İlkaya, Mehmet. İzol, Ebubekir. 2021. “International Journal of Food , Agriculture and Animal Sciences ( IJFAA ) Apilarnil ( Drone Larvae ) Chemical Content , Bioactive Properties and Supporting Potential in Medical Treatment of Some Diseases in Terms of Human Health Apilarnilin ( Erkek Arı La.)” 1(1): 1–7
- İzol Ebubekir, Enes Kaya, and Davut Karahan. 2021. “Investigation of Some Metals in Honey Samples Produced in Different Regions of Bingöl Province by ICP-MS.” *Mellifera* 21(1): 1–17.
- János, K.R. (2015). Bee Hive Air therapies in Central-Europe. No Bees No Life Apitherapy Symposium 2015.Lukovica and Maribor, Slovenia, 23rd-24th October.
- Jo, M., Park, M.H., Kollipara, P.S., An, B.J., Song, H.S., Han, S.B., Kim, J.H., Song, M.J., Hong, J.T., 2012. Anti-cancer effect of bee venom toxin and melittin in ovarian cancer cells through induction of death receptors and inhibition of JAK2/STAT3 pathway. *Toxicology and Applied Pharmacology* 258(1): 72-81.
- Juhaimi, F.A.L.; Ghafoor, K.; Babiker, E.E.; Özcan, M.M., 2016, Harmankaya, M. Mineral contents of traditional breads enriched with floral honey. *Indian J.*



- Tradit. Knowl. 15, 223–226.
- Jung, B.G., Lee, J.A., Park, S.B., Hyun, P.M., Park, J.K., Suh, G.H., Lee, B.J. (2013). Immunoprophylactic Effects of Administering Honeybee (*Apis mellifera*) Venom Spray against *Salmonella Gallinarum* in Broiler Chicks. *The Journal of Veterinary Medical Science* 75 (10): 1287–1295.
- Kabala, A., Rzepecka-Stojko, A., Kubina, R., Jastrzebska-Stojko, Z., Wojtyczka, R.D., Stojko, J. (2017). Comparison of Two Components of Propolis: Caffeic Acid (CA) and Caffeic Acid Phenethyl Ester (CAPE) Induce Apoptosis and Cell Cycle Arrest of Breast Cancer Cells MDA-MB-231. *Molecules*, 22(9) pii:E1554.
- Kaşkonien, Vilma. 2019. “Comparison of Physicochemical Properties of Bee Pollen with Other Bee Products.” : 1–22.
- Kasparaviciene, G.; Savickas, A.; Kalveniene, Z.; Velziene, S.; Kubiliene, L.; Bernatoniene, J. 2016. Evaluation of beeswax influence on physical properties of lipstick using instrumental and sensory methods. *Evid. Based Compl. Altern. Med.*
- Khalil, M.I., Moniruzzaman, M., Boukraâ, L., Benhanifia, M., Islam, M.A., Islam, M.N., Sulaiman, S.A., Gan, S.H., 2012. Physicochemical and antioxidant properties of Algerian honey. *Molecules* 17(9): 11199-11215.
- Kieliszek, M.; Piwowarek, K.; Kot, A.M.; Blazejak, S.; Chlebowska-Smigiel, A.; Wolska, I. 2018. Pollen and bee bread as new health-oriented products: A review. *Trends Food Sci. Technol.*, 71, 170–180
- Kocot, J.; Kielczykowska, M.; Luchowska-Kocot, D.; Kurzepa, J.; Musik, 2018. I. Antioxidant potential of propolis, bee pollen and royal jelly: Possible medical application. *Oxidative Med. Cell. Longev.* 2018, 7074209.
- Komosińska-Vassev, K.; Olczyk, P.; Kaźmierczak, J.; Mencner, L.; Olczyk, K. 2015. Bee pollen: Chemical composition and therapeutic application. *Evid. Based Compl. Altern. Med.*, 2015.
- Koroglu, A. 2018. Bee pollen and its pharmacological properties. *Commun. Fac. Sci. Univ. Ank. Ser. C*, 27, 93–97.

- Kowalski, S.; Makarewicz, M., 2017. Functional properties of honey supplemented with bee bread and propolis. *Nat. Prod. Res.* 31, 2680–2683.
- Krystyjan, M.; Gumul, D.; Ziobro, R.; Korus, A. 2015. The fortification of biscuits with bee pollen and its effect on physicochemical and antioxidant properties in biscuits. *Food Sci. Technol.* 63, 640–646.
- Marshall, S., Gu, L., Schneider, K.R., 2015. Health benefits and medicinal value of honey. *Ifas Extension, University of Florida*.
- Mathias, T.R.; Carvalho Junior, I.; Carvalho, C. 2011. Rheological characterization of coffee- flavored yogurt with different types of thickener. *Alim. Nutr.* 22, 521–529.
- Mayda N, Özkök A, Ecem Bayram N, Can Gerçek Y, Sorkun K (2020) Bee bread and bee pollen of different plant sources: determination of phenolic content, antioxidant activity, fatty acid and element profiles. *Food Meas* 14:1795–1809.
- Meda, A., Lamien, C.E., Millogo, J., Romito, M., Nacoulma, O.G. 2004. Therapeutic uses of honey and honeybee larvae in central Burkina Faso. *J Ethnopharmacol*, 95:103-107.
- Münstedt, Karsten, and Heidrun Männle. 2020. “Bee Products and Their Role in Cancer Prevention and Treatment.” *Complementary Therapies in Medicine* 51.
- Nayik, G. A., Shah, T. R., Muzaffar, K., Wani, S. A., Gull, A., Majid, I., et al. (2014). Honey: Its history and religious significance: A review. *UJP*, 3, 5–8.
- Nisakorn, S. 2015. Natural products as photoprotection. *J. Cosmet. Dermatol.* 14, 47–63.
- Oršolić, N. (2012). Bee venom in cancer therapy. *Cancer Metastasis Reviews.* 31(1-2): 173– 194.
- Osés, S.M.; Melgosa, L.; Pascual-Maté, A.; Fernández-Muiño, M.A.; Sancho, M.T., 2016. Design of a food product composed of honey and propolis. *J. Apic. Res.* 54, 461–467.
- Pavel, C. I., Mărghitaş, L. A., Bobiş, O., Dezmirean, D. S., Şapcaliu, A., Radoi, I., & Mădaş, M. N. (2011). Biological activities of royal jelly review. *Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies*, 44(2), 108-118.

- Piwowarek K, Kot AM, Błażej S, Chlebowska-Śmigiel A, Wolska I (2018) Pollen and bee bread as new health-oriented products: a review. *Trends Food Sci Tech* 71:170–180
- Rady, I., Siddiqui, I. A., Rady, M., & Mukhtar, H. (2017). Melittin, a major peptide component of bee venom, and its conjugates in cancer therapy. *Cancer letters*, 402, 16-31.
- Ramadan, M. F., & Al-Ghamdi, A. (2012). Bioactive compounds and health-promoting properties of royal jelly: A review. *Journal of functional foods*, 4(1), 39-52.
- Reis, A.; Diedrich, C.; de Moura, C.; Pereira, D.; Almeida, J.F.; da Silva, L.D.; Plata-Oviedo, M.S.V.; Tavares, R.A.W.; Carpes, S.T. Physico-chemical characteristics of microencapsulated propolis co-product extract and its effect on storage stability of burger meat during storage at -15 °C. *LWT-Food Sci. Technol.* **2017**, 76, 306–313.
- Ristivojevic, P.; Trifkovic, J.; Andric, F.; Milojkovic-Opsenica, D. 2015. Poplar-type propolis: Chemical composition, botanical origin and biological activity. *Nat. Prod. Commun.* 10, 1869–1876.
- Sawicka, D., Car, H., Borawska, M. H., & Nikliński, J. (2012). The anticancer activity of propolis. *Folia Histochemica et Cytobiologica*, 50(1), 25-37.
- Stan, L. 2018. Bee pollen as antioxidant ingredient in ready-to-serve citrus juice. *Sci. Pap. Ser. D Anim. Sci.* LXI, 312–317.
- Teles, F., da Silva, T.M., da Cruz-Júnior, F.P., Honorato, V.H., de Oliveira-Costa, H., Barbosa, A.P.F., de Oliveira, S.G., Porfírio, Z., Libório, A.B., Borges, R.L., 2015. Brazilian red propolis attenuates hypertension and renal damage in 5/6 renal ablation model. *PloS One* 10(1), 10.1371/journal.pone.0116535.
- Turhan, S.; Saricaoglu, F.T.; Mortas, M.; Yazici, F.; Genccelep, H. 2017. Evaluation of color, lipid oxidation and microbial quality in meatballs formulated with bee pollen during frozen storage. *J. Food Process. Preserv.* 41, 1–8.
- Wagh, V. D. (2013). Propolis: a wonder bees product and its pharmacological potentials. *Advances in pharmacological sciences*, 2013.

- Yang, W.; Wu, Z.; Huang, Z.Y.; Miao, X. 2017. Preservation of orange juice using propolis. *J. Food Sci. Technol.* 54, 3375–3383.
- Yücel, B., Sahin, H., Yildiz, O., Kolayli, S., 2019. Bioactive Components and Effect Mechanism of Apilarnil, *J. Anim. Prod.* 60(2): 125-130, DOI: 1029185/hayuretim.591007.
- Zuluaga, C. M., Serrato, J. M., & Quicazan, M. C. (2015). Chemical, nutritional and bioactive characterization of colombian bee–bread. *Chemical Engineering Transactions*, 43, 175–180.



## BÖLÜM 5

### NANOTEKNOLOJİNİN VE BİYOLOJİK YÖNTEMLERİN TARIMSAL ÜRETİMDE KULLANIMI

Arş. Gör. Gürkan AYKUTOĞLU<sup>1</sup>,  
Doç. Dr. Ekrem DARENDELİOĞLU<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Bingöl Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Bingöl, Türkiye. ORCID no: 0000-0002-5225-9845  
e-mail: gaykutoglu@bingol.edu.tr

<sup>2</sup> Bingöl Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Bingöl, Türkiye. ORCID no: 0000-0002-0630-4086  
e-mail: edarendelioglu@bingol.edu.tr



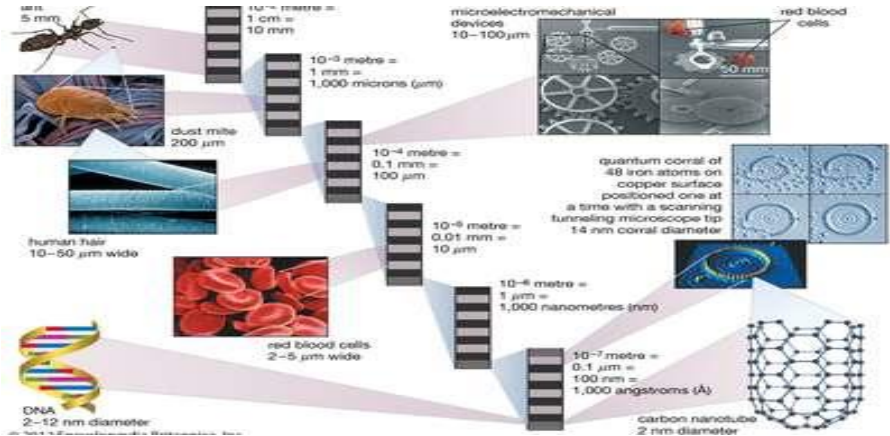
## 1.Giriş

### Nanoteknolojinin tanımı ve tarımdaki kullanımı

Nanoteknoloji 1-100 nm boyutuna kadar nano ölçekli malzemelerin manipülasyonu ve mühendisliğini inceleyen bir bilim dalıdır (Dudo ve ark., 2011). 1 nanometre bir metrenin milyarda biri veya metrenin binde birinin binde biri kadardır. Nanoteknoloji bu boyutlarda çalışır ve nanoteknolojide geniş kullanım alanına sahip nanopartiküller bu boyutlarda üretilir.

Bhagat ve ark., 2015).

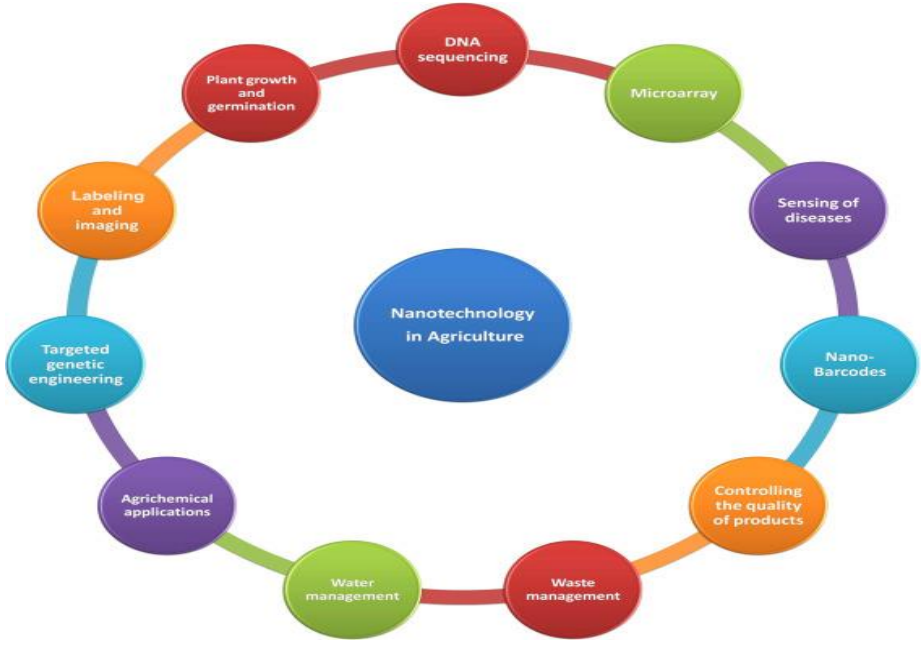
Maddelerin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri temel olarak birbirinden farklıdır ve farklı eylem özellikleri gösterirler. Nanoteknoloji de farklı özelliklerdeki maddelerin nano özelliklerini inceleyen interdisipliner bir bilim olarak tarımda geniş faydalı kullanım alanına sahiptir (Prasanna, 2007); (Cicek ve Nadaroglu, 2015).



**Figür 1:** Nanoteknolojide boyutlar  
(<https://www.britannica.com/technology/nanotechnology>)



Chinnamuthu ve Boopathi (2009), nanoteknolojik yöntemlerin gıda ve tarımda büyük değişiklikler yapabilecek ileri bir teknoloji olduğunu ileri sürmüştür.



**Figür 2:** Nanoteknolojinin tarımda kullanım alanları

(<https://nanophy.wordpress.com/2020/04/07/nanotechnology-in-agriculture>)

Nanoteknolojik yöntemler bitkilerin ihtiyaç duyduğu besinleri ve diğer zirai kimyasalları tam olarak sağlayan, pestisit ve antibiyotik kullanımını en aza indiren akıllı sistemler yaratmada etkili olarak kullanılabilir (Sharon ve ark., 2010). Ayrıca nanoteknolojik ürünler kullanarak bitkilerde kayıplara yol açan bitki virüslerine ve mikroorganizmalarına karşı önlem alınabilir. Bu ürünler onları

tanımlamada ve yok etmede etkili olarak kullanılabilir (Prasanna, 2007).

Günümüzde modern tarımda pestisitler ve gübreler gibi zirai kimyasallar kullanılmadan sürdürülebilir üretim ve verimlilik düşünülemez durumdadır. Bununla birlikte, her zirai kimyasalın suyun kontaminasyonu ve gıda ürünlerindeki kalıntılar dahil olmak üzere insan sağlığını ve çevreyi tehdit eden bazı potansiyel özellikleri vardır. Onun için, tarımda kullanılan bu tarz maddelerin nanoteknolojiyle hassas yönetimi ve kontrolü bu riskleri azaltmaya yardımcı olabilir (Kah, 2015). Nanomateryaller kullanılarak geliştirilmiş ileri teknoloji tarımsal sistemlerin geliştirilmesi, tarımsal uygulamaların geliştirilmesinde mükemmel bir strateji olabilir ve sonuç olarak modern tarımın çevre üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılması ve tarımsal ürünlerin kalitesinin ve miktarının artması sağlanabilir (Sekhon, 2014); (Liu ve Lal, 2015).

Genel olarak nanoteknoloji sayesinde tarımda çözüme kavuşturulabilecek bazı problemler şunlardır:

- 1) Artan nüfus için gıda güvenliği
- 2) Ekilebilir alanlarda düşük verimlilik
- 3) Daha düşük tarımsal girdi verimliliği
- 4) Sürdürülebilir olmayan çiftlik yönetimi
- 5) Geniş ekilemeyen alanlar
- 6) Ekilebilir arazilerin küçülmesi
- 7) Ürünlerin israfı

- 8) Bozulabilirlik ve düşük raf ömrü
- 9) Hasat sonrası kayıplar (işleme, paketleme)
- 10) Küresel ısınma kaynaklı iklim değişikliğinden dolayı bitkilerde ortaya çıkan hastalıklar ve kırılmalıklar

### **Biyolojik yöntemlerin tarımda kullanımı**

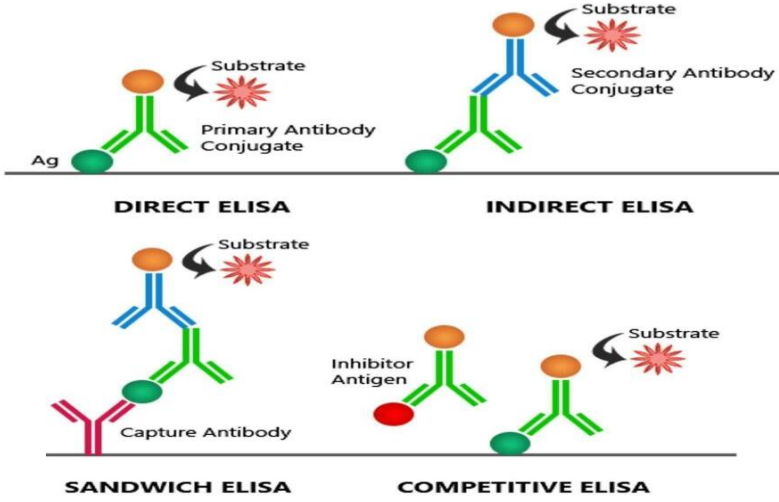
#### **Enzim bağlantılı immunosorbent tahlili yönteminin kullanımı**

Enzim bağlantılı immunosorbent tahlili (ELISA) spesifik bir antikor (veya antijen) kullanılarak numunelerde hedef antijen (veya antikor) yakalama ve substratı ile bir enzim reaksiyonu kullanılarak hedef molekül tespiti/nicelendirme yöntemidir.

ELISA yöntemi, birçok farklı molekülün tespitinde ve miktar tayininde kullanılan bir yöntemdir. Hücrelerde bulunan protein gibi makromoleküllerin analizinde de kullanılabilir (Rittenburg ve ark., 1987).

ELISA yönteminde, protein numuneleri dinitrophenylhydrazine (DNPH) ile reaksiyona girer ve daha sonra protein konjuge DNPH'ye karşı yükseltilmiş ticari bir antikorla probalamadan önce bir ELISA plakasının kuyularına adsorbe edilir. Daha sonra biyotin-konjuge birincil antikor miktar tayini için streptavidin-biyotinlenmiş horsradış peroksidaz ile reaksiyona sokulur. Dört farklı ELISA yöntemi vardır: Doğrudan ELISA, dolaylı ELISA, sandiviç ELISA ve kompetitif ELISA (Buss ve ark., 1997); (Buss ve ark., 1998).

Birçok tarımsal ürün çok miktarda farklı proteinler ve diğer farklı molekülleri içerir. Bu proteinleri belirlemek ve miktarını hassas bir şekilde ölçmek için eliza metodu çok kullanışlı bir yöntemdir. Böylelikle ürünlerin protein içerikleri ve besin değerleri belirlenebilir.



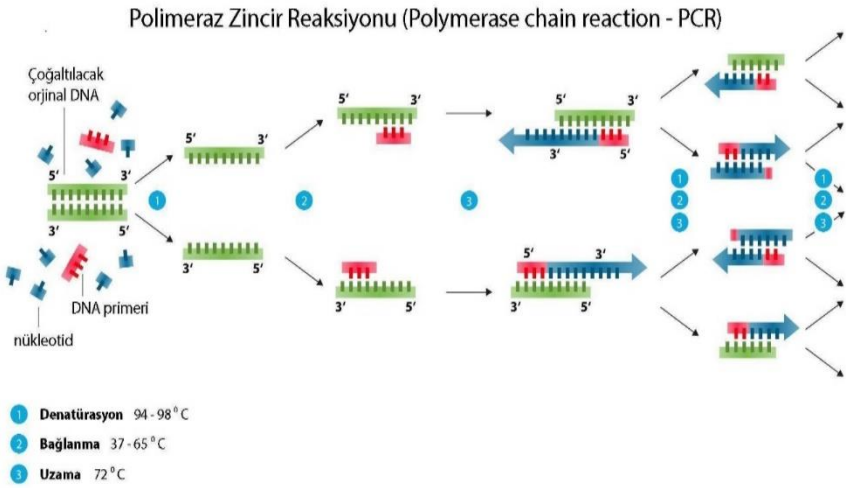
**Figür 3:** Eliza yöntemlerinin mekanizmaları

(<https://www.molekulce.com/elisa-testi>)

### **Polimeraz zincir reaksiyonu ve gerçek zamanlı polimeraz zincir reaksiyonu yönteminin kullanımı**

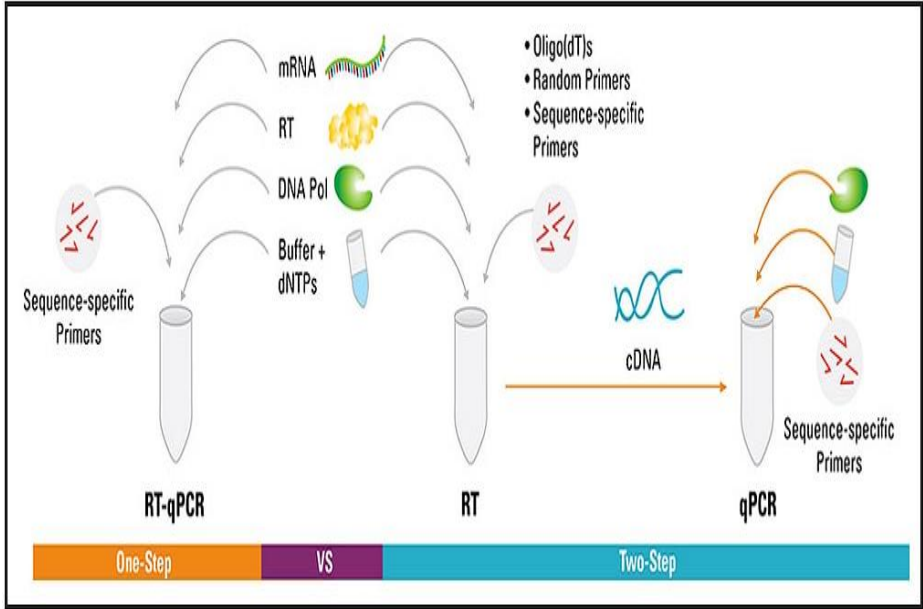
Polimeraz zincir reaksiyonu (PZR) yöntemi deoksiribonükleik asit (DNA) molekülünü çoğaltmak için kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemle bir DNA parçasının milyonlarca kopyası elde edilebilir. (Saiki ve ark, 1988). Eş zamanlı kuantitatif PZR (RT-qPZR) de genomda bulunan gen bölgelerinin çoğaltılarak genlerin ekspresyon miktarlarını belirlemede kullanılır (Heid ve ark., 1996).

PZR ve RT-qPZR ile çok çeşitli kaynaklardan gelen DNA çoğaltılabildiğinden, bu yöntem birçok alanda kullanılmaktadır. Bunlardan birisi de tarımsal üretimde bitki DNA'larının analizidir. Bu yöntemle bitkilerin genomları çoğaltılabilir, tüm genomu dizilenebilir ve genlerin ekspresyonları belirlenebilir. Kuraklık gibi çeşitli stres koşullarına dayanıklı genomu değiştirilmiş bitkiler üretilmesi için PZR ile genomların çoğaltılıp analiz edilmesi gerekmektedir (Huang ve ark., 2004).



**Figür 4:** PZR mekanizması

(<https://www.sigmaldrich.com/TR/en/applications/genomics/pcr>)



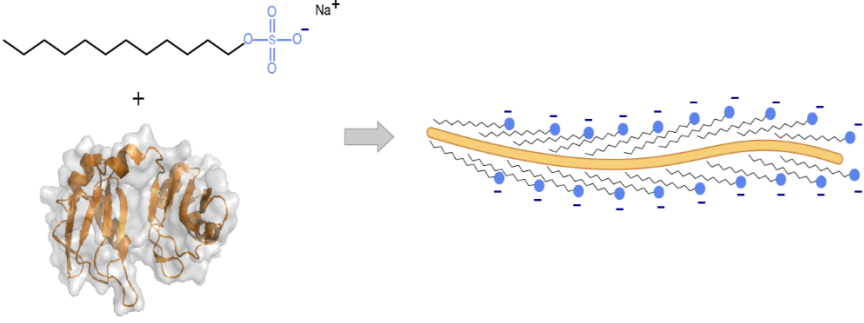
**Figür 5:** RT-QPZR mekanizması

(<https://www.thermofisher.com/tr/en/home/brands/thermo-scientific/molecular-biology/molecular-biology-learning-center/molecular-biology-resource-library/spotlight-articles/basic-principles-rt-qpcr.html>)

### **Sodyum dodesil sülfat poliakrilamid jel elektrofezi ve western blotlama yönteminin kullanımı**

Sodyum dodesil sülfat–poliakrilamid jel elektrofez yöntemi (SDS-PAGE), 5 ile 250 kilodalton (kDa) arasında moleküler kütleyle sahip proteinleri ayırma yöntemi olarak yaygın olarak kullanılan ve Ulrich K. Laemmli tarafından geliştirilen süreksiz elektroforetik sistemdir (Laemmli, 1970). Bu yöntemde SDS, proteinlerin üç boyutlu yapılarını bozarak negatif yüklenmelerini sağlar. Poliakrilamid ise

proteinlerinin ayrılmasını sağlayacak jelin oluşturulmasında kullanılır. Böylelikle proteinler sadece moleküler ağırlıklarına göre ayrılır. (Smith, 1984).



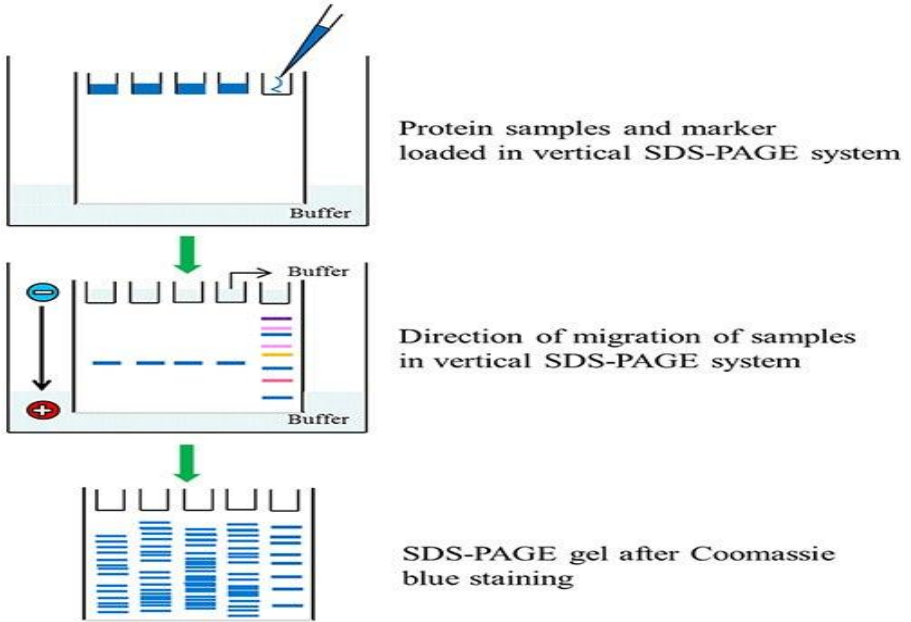
**Figür 6:** SDS ile proteinin yapısının bozularak negatif yüklenmesi ([https://en.wikipedia.org/wiki/SDS-PAGE#/media/File:Protein-SDS\\_interaction.png](https://en.wikipedia.org/wiki/SDS-PAGE#/media/File:Protein-SDS_interaction.png))

Western blotlama, bir protein karışımı arasından spesifik protein moleküllerini tespit etmek için kullanılan bir laboratuvar yöntemidir. Bu karışım, belirli bir doku veya hücre tipi ile ilişkili tüm proteinleri içerebilir. Western blotlama hedef proteinin boyutunu belirlemek ve protein ekspresyonunun miktarını ölçmek için de kullanılabilir (Mahmood ve Yang, 2012).

Western blotlamada, spesifik olarak bir proteini belirleyebilmek için öncesinde tüm proteinlerin izole edilip SDS-PAGE yöntemiyle ayrılması gerekmektedir. Proteinler ayrıldıktan sonra proteinler jelden bir blot membranına aktarılır. Transferden sonra jeldeki tüm protein bandları membrana taşınmış olur. Membran bloklandıktan sonra hedef proteine özgü primer antikör membrana uygulanır. Primer antikör

hedef proteine spesifik olarak bağlanır. Membrana primer antikora bağlanan sekonder antikor eklenir. Sekonder antikor, renk veya ışık üreten ve kolayca tespit edilmesini ve görüntülenmesini sağlayan bir raportör enzime bağlıdır. Böylelikle hedef protein diğer proteinlerin arasından sıyrılarak görüntülenmiş olur (Burnette, 1981).

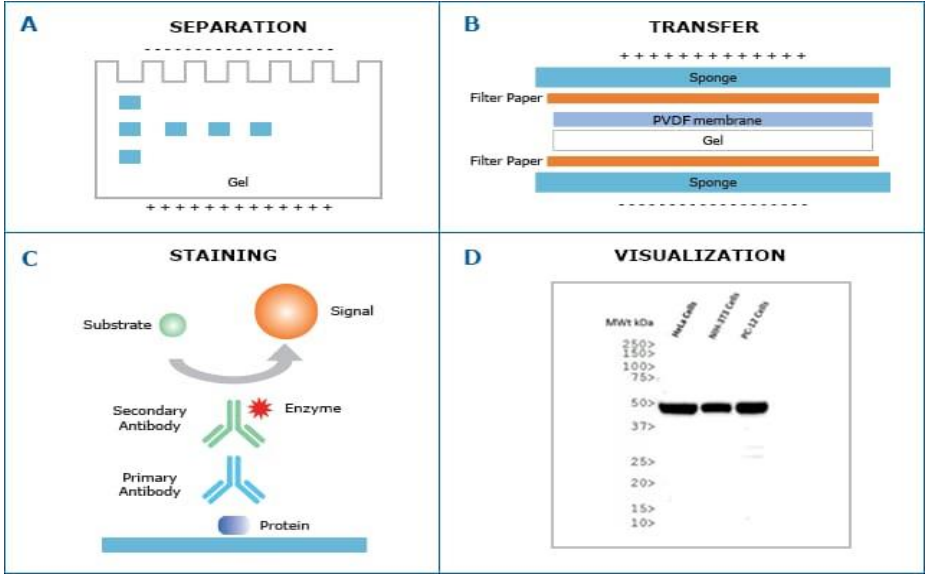
Tarımsal olarak üretilen bitkilerin total protein miktarlarını ölçmek, spesifik olarak bitki proteinlerini belirlemek için SDS-PAGE ve western blotlama yöntemleri modern tarımda bitkisel ürünlerin özellikle bitkisel proteinlerin miktarını arttırmak için kullanılabilir (Cooke, 1984); (Cooke ve Law, 1998).



**Figür 7:** SDS-poliakrilamid jel elektrofezinin aşamaları

(<https://www.sigmaaldrich.com/TR/en/technical-documents/protocol/protein-biology/gel-electrophoresis/sds-page>)





**Figür 8:** Western blotlama yönteminin aşamaları

(<https://www.novusbio.com/application/western-blotting>)

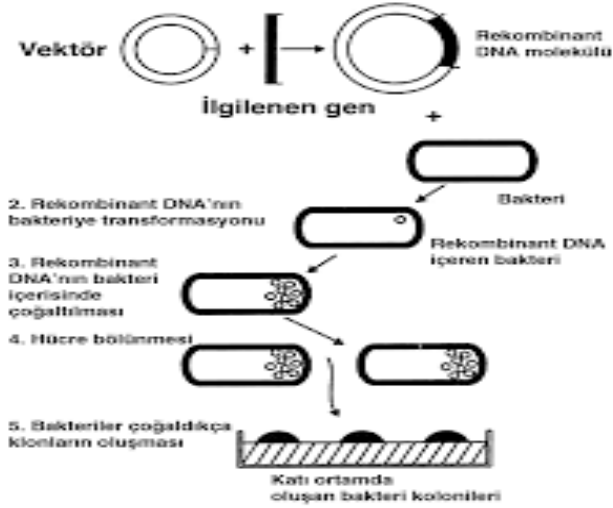
### Rekombinant DNA teknolojisinin kullanımı

Rekombinant DNA teknolojisi, canlı organizmalarda yeni özellikleri veya ürünleri elde etmek için bir organizmanın genetik materyalinin değiştirilmesini sağlayan genetik mühendisliği yöntemidir. Bu yöntem çeşitli kaynak hücrelerden alınmış aktarılmak istenen DNA parçasının taşıyıcı vektör ile hedef hücreye aktarılmasıdır (Berk ve Zipursky, 2000). Organizmanın genomundaki manipülasyon, yeni gen taşıyan DNA parçasının ve düzenleyici elementin eklenmesiyle veya genleri ve elementleri yeniden birleştirerek organizmanın genlerinin ekspresyonunun azaltılması ya da tamamen bloke edilmesiyle gerçekleştirilir (Bazan-Peregrino ve ark., 2013). Bu şekilde yabancı

DNA aktarılmış organizmalara genetiği değiştirilmiş organizmalar (GDO) adı verilir.

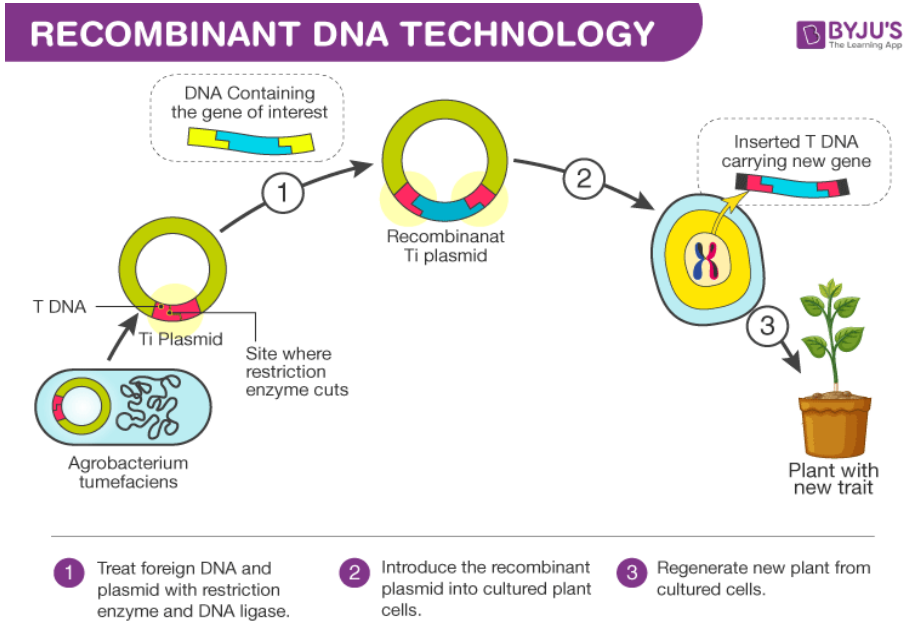
Genetik mühendisliğinin en iyi bilinen uygulamalarından biri, genetiği değiştirilmiş tarım ürünlerin oluşturulması ve kullanılmasıdır. Böylelikle ürünlerin üretimini arttırmak, abiyotik streslere karşı toleransı arttırmak, ürünlerin bileşimini değiştirmek veya yeni ürünler üretmek mümkün olabilmektedir (Alexander, 2003); (Qaim ve Kouser, 2013).

Bitkilere yeni gen ya da genler aktararak bitkisel ürünlerin raf ömürleri arttırılabilir ve besinsel içerikleri zenginleştirilebilir. Örneğin, genetiği değiştirilmiş olarak ilk defa üretilen bitkisel ürün dayanıklılığı arttırılmış domatestir (Kramer ve Redenbaugh, 1994).



**Figür 9:** Rekombinant DNA teknolojisi

(<https://www.biologydiscussion.com/dna/recombinant-dna-technology/principle-of-recombinant-dna-technology-4-steps-2/12101>)



**Figür 10:** Rekombinant dna teknolojisinin bitkilere gen aktarımında kullanımını (<https://byjus.com/biology/recombinant-dna-technology>)

### 3. KAYNAKLAR

- Alexander, D. R. (2003).Uses and abuses of genetic engineering. *Postgraduate Medical Journal* 79 (931): 249–51
- Anonim (2021). Biology Discussion, <https://www.biologydiscussion.com/dna/recombinant-dna-technology/principle-of-recombinant-dna-technology-4-steps-2/12101>, (Erişim tarihi: 16/10/2021)
- Anonim (2021). BYJU’S Online Learning Programs (BYJU’S), (<https://byjus.com/biology/recombinant-dna-technology>, (Erişim tarihi: 16/10/2021)
- Anonim (2021). Encyclopaedia Britannica, <https://www.britannica.com/technology/nanotechnology>, (Erişim tarihi: 16/10/2021)
- Anonim (2021). Merck, <https://www.sigmaaldrich.com/TR/en/applications/genomics/pcr>, (Erişim tarihi: 16/10/2021)
- Anonim (2021). Merck, <https://www.sigmaaldrich.com/TR/en/technical-documents/protocol/protein-biology/gel-electrophoresis/sds-page>, (Erişim tarihi: 16/10/2021)
- Anonim (2021). Molekülce, <https://www.molekulce.com/elisa-testi>, (Erişim tarihi: 16/10/2021)
- Anonim (2021). Novus Biologicals, <https://www.novusbio.com/application/western-blotting>, (Erişim tarihi: 16/10/2021)
- Anonim (2021). Thermo Fisher Scientific, <https://www.thermofisher.com/tr/en/home/brands/thermo-scientific/molecular-biology/molecular-biology-learning-center/molecular-biology-resource-library/spotlight-articles/basic-principles-rt-qpcr.html>, (Erişim tarihi: 16/10/2021)
- Anonim (2021). Wikipedia (Wiki), [https://en.wikipedia.org/wiki/SDS-PAGE#/media/File:Protein-SDS\\_interaction.png](https://en.wikipedia.org/wiki/SDS-PAGE#/media/File:Protein-SDS_interaction.png), (Erişim tarihi: 16/10/2021)
- Anonim (2021). WordPress Website Builder (WorldPress), (<https://nanophy.wordpress.com/2020/04/07/nanotechnology-in-agriculture>, (Erişim tarihi: 16/10/2021)

- Bazan-Peregrino, M., R. C. A. Sainson, C.A.R., Carlisle, C.R., Thoma, C., Waters, A.R., Arvantis, C., Harris L.A., Hernandes-Alcoceba, R., Seymour, W.L. (2013).Combining virotherapy and angiotherapy for the treatment of breast cancer. *Cancer Gene Therapy* 20 (8): 461–468
- Berk, A. Zipursky, S. L. (2000). *Molecular Cell Biology*. 4, WH Freeman, New York, USA
- Bhagat, Y., Gangadhara, K., Rabinal, C., Chaudhari, G., Ugale, P. (2015).Nanotechnology in Agriculture: A Review. *Journal of pure and applied microbiology* 9
- Burnette, W.N. (1981). Western blotting': electrophoretic transfer of proteins from sodium dodecyl sulfate—polyacrylamide gels to unmodified nitrocellulose and radiographic detection with antibody and radioiodinated protein A. *Analytical Biochemistry* 112 (2): 195–203
- Buss, I. H., Chan, T. P., Sluis, K. B., Domigan, N. M., Winterbourn, C. C. (1998). Protein carbonyl measurement by a sensitive ELISA method. *Erratum Free Radical Biology and Medicine* 24 : 1352
- Buss, I. H., Chan, T. P.,Sluis, K. B., Domigan, N. M., Winterbourn, C. C. (1997).Protein carbonyl measurement by a sensitive ELISA method. *Free Radical Biology and Medicine* 23 : 361–366
- Chinnamuthu, C. R., Boopathi, P. M. (2009).Nanotechnology and Agroecosystem. *Madras Agricultural Journal* 96 (6): 17-31
- Cooke, R. J. (1984).The characterization and identification of crop cultivars by electrophoresis. *Electrophoresis* 5 : 59-72
- Cooke, R. J., Law, J. R. (1998).Seed storage protein diversity in wheat varieties. *Plant Varieties and Seeds* 11 : 159-167
- Çiçek, S., Hayrunnisa Nadaroglu. (2015).The use of nanotechnology in the agriculture. *Advanced in nanoresearch* 3 (4): 207-223
- Dudo, A., Choi, D., Scheufele, D. A. (2011).Food nanotechnology in the news. Coverage patterns and thematic emphases during the last decade. *Appetite* 56 : 78-89

- Heid, C. A., Stevens, J., Livak, K. J., Williams, P. M. (1996). Real time quantitative PCR. *Genome Research* 6 : 986-994
- Huang, C.C., Shih, W.T., Pan M.T. (2004). Development and application of a nested polymerase chain reaction method for the detection of genetically modified soybean in chinese traditional fermented soy food-sufu. *Journal of Food and Drug Analysis* 12 (3): 266-272
- Kah, M. (2015). Nanopesticides and nanofertilizers: emerging contaminants or opportunities for risk mitigation? *Frontiers in Chemistry* 3 : 64
- Kramer MG, Redenbaugh K (1994). Commercialization of a tomato with an antisense polygalacturonase gene: The FLAVR SAVR™ tomato story. *Euphytica*. 79 (3): 293–97
- Laemmli, U. K. (1970). Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4". *Nature*. 227 (5259): 680–685.
- Liu, R., and Lal, R. (2015). Potentials of engineered nanoparticles as fertilizers for increasing agronomic productions. *Sci. Total Environ*. 514, 131–139.
- Prasanna, B.M. (2007). Nanotechnology in Agriculture. *ICAR National Fellow, Division of Genetics*. (IARI). 110012, New Delhi.
- Qaim, M., Kouser, S. (2013). Genetically modified crops and food security. *PLOS ONE* 8 (6): e64879
- Rittenburg, J.H., Adams, A., Palmer, J., Allen, J.C. (1987). Improved enzyme-linked immunosorbent assay for determination of soy protein in meat products. *Journal of AOAC INTERNATIONAL* 70 : 582-587
- Saiki, R.K., Gelfand, D.H., Stoffel, S., Scharf, S.J., Higuchi, R., Horn, G.T., Mullis, K.B., Erlich, H.A. (1988). Primer-directed enzymatic amplification of DNA with a thermostable DNA polymerase . *Science*. 239 (4839): 487–91
- Sekhon, B.S. (2014). Nanotechnology in agri-food production: an overview. *Nanotechnology, Science and Application* 7 : 31–53
- Sharon, M., Choudhary, A.K., Kumar, R. (2010). Nanotechnology in Agricultural Diseases. *Journal of Phytological Research* 2 : 83-92
- Smith, B.J. (1984). SDS polyacrylamide gel electrophoresis of proteins. *Proteins, Methods in Molecular Biology* 1: 41–56

Yang, P.C., Mahmood, T. (2012).Western blot: Technique, theory, and trouble shooting" *North American Journal of Medical Sciences*. 4 (9): 429–434

## BÖLÜM 6

### TARIMDA NESNELERİN İNTERNETİ TEKNOLOJİSİNİN UYGULAMALARI

Prof. Dr. Yasemin KUŞLU<sup>1</sup>  
Arş. Gör. Hasan ER<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Erzurum, Türkiye, Orcid: 0000-0003-4008-1004, ykuslu@atauni.edu.tr

<sup>2</sup> Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Orcid: 0000-0002-7880-86979, hasaner@bingol.edu.tr





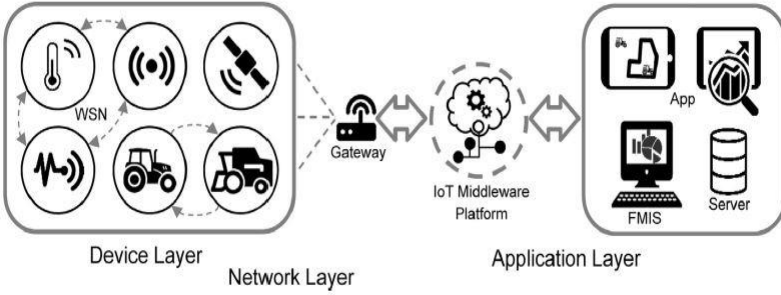
## GİRİŞ

Küresel ısınmanın ve dünya nüfusunun hızla artması ve gıda talebini artırmaktadır. Dünyanın birçok yerinde doğal kaynakların kirlenmesi, ekilebilir arazi miktarının azalması, yetiştirilen ürünlerin veriminin düşmesi ve olumsuz hava koşullarının ortaya çıkması gibi sorunlar tarımsal üretim sürecini etkilemektedir (Elijah ve ark., 2018).

Tarım, insanların yaşamlarını devam ettirebilmesi için gerekli olan temel gıda kaynağı olduğu için oldukça önemlidir. Ayrıca tarım ülkelerin ekonomi ve istihdam seviyelerini etkileyen sektörlerin başında gelmektedir (Gondchawar ve Kawitkar, 2016).

Tarım endüstrisi yakın dönemde geleceğin en önemli alanlarından biri olacağı düşünülmektedir. BM Gıda ve Tarım Örgütü'ne göre, dünya nüfusunun hızlı bir şekilde artmasından dolayı 2050 yılında, 2006 yılına göre %70 daha fazla gıdaya ihtiyaç olacağı belirtilmiştir (Gorli ve Yamini, 2017). Ancak günümüzde pek çok çiftçi hala mahsullerin düşük verimiyle sonuçlanan geleneksel tarım yöntemlerini kullanmaktadır. Geleneksel tarım yöntemlerinin yetersiz kaldığı günümüzde tarım alanında dijital bir dönüşümün olması gerekliliği ortaya çıkmaktadır (Berte, 2018). Bu dijital dönüşüm tarımda bilimsel yöntemlere dayalı üretim modellerine dayalı ve mahsulün ekimden hasada kadar olan tüm süreci takip ederek veriler toplayan Nesnelerin İnterneti (IoT) olarak bilinen teknolojiler ile mümkün olacağı düşünülmektedir. (Gondchawar ve Kawitkar, 2016).

Nesnelerin İnterneti terimi ilk olarak 1999'da dijital inovasyon uzmanı olan Kevin Ashton tarafından ifade edilmiştir (Li ve Deng 2020). İnternete bağlı olan nesnelerin, insan ile etkileşime girmeden internet aracılığıyla veri paylaşımı yoluyla gerçekleştirilen sistemler, Nesnelerin İnterneti (IoT) olarak tanımlanmaktadır (Parameswaran ve Sivaprasath 2016). Diğer bir deyişle IoT, elektronik, yazılım, sensörler ve ağ bağlantısı ile nesnelere veri toplanmasına, işlenmesine ve analiz edilmesine yardımcı olan bir ağ teknolojisi olarak ifade edilmektedir (Karim ve ark., 2017; Al-Omaryl ve ark., 2018). IoT akıllı çevre, ev otomasyonu, güvenlik ve acil durum, akıllı ölçüm, e-sağlık, endüstriyel kontrol gibi çeşitli alanlarda olduğu gibi tarım sektöründe de kullanılmaktadır (Prathibha ve ark., 2017).



**Şekil 1.** Cihaz, ağ ve uygulama katmanıyla temsil edilen IoT mimarisi (Villa-Henriksen, 2020).

Doğal kaynakların ve suyun yönetimi, toprak analizi ve değerlendirilmesi, ürün kayıpların en aza indirgenmesi tarım işletmelerinin ana amaçlarındandır. Tarımsal işletmeler IoT tabanlı teknolojiler sayesinde ürünlerini ve kaynaklarını analiz edebilmekte, gerçek zamanlı üretim performanslarını değerlendirebilmekte, uzaktan

kontrol mekanizmasına sahip olabilmekte ve kaynaklarını daha etkin kullanabilmeleri için geleceğe yönelik planlamalar yapabilmektedirler. (Villa-Henriksen, 2020). IoT tabanlı teknolojilerin temelinde sensör verilerinin izlenmesi prensibi bulunmaktadır. Bu sensörler tarımsal alanlarda toprağın nemi, sıcaklığı, elektriksel iletkenliği, pH, hava şartları gibi verilerin elde edilmesinde kullanılmaktadır (Steinberg ve ark., 2016). Bu sayede gelecekte ürün verimliliğinin ve ürün kalitesinin artırılması, doğal kaynakların korunması, sulama suyunun yeterliliğinin sağlanması ve yönetimi, tarımsal girdi maliyetlerinin kontrol edilmesi, tarımsal işletme sisteminin uzaktan kontrol edilebilmesi, zirai ilaçların ve gübrelerin kontrollü kullanımı, meteorolojik faktörlerin zamanında tahmin edilen veriler ile olumsuz hava koşullarına karşı çiftçilerin önceden önlemlerini alabilmesi gibi IoT tabanlı teknolojiler tarımsal alanlarda birçok fayda sağlamaktadır (Kamilaris ve ark., 2016; Rubala ve Anitha, 2017; Villa-Henriksen, 2020).

Bu çalışmada, nesnelerin interneti (Internet of Things, IoT) teknolojisinin tarımsal alandaki uygulamalarını kapsayan bir literatür araştırması yapılmış ve tarım teknolojilerinin geleceği hakkındaki öngörülere yer verilmiştir. Çalışma kapsamında nesnelerin interneti teknolojilerinin uygulanması hassas tarım, tarım droneleri, hayvancılık izleme ve akıllı seralar olmak üzere 4 başlıkta ele alınmaktadır.

### **Hassas Tarım**

Hassas tarım mahsul üretimini iyileştirmek için tarım uygulamasını daha kontrollü ve etkin yapan ileri tarımsal teknolojilerin kullanılması

olarak tanımlanmaktadır. Bu teknoloji ile üreticiler tarımsal üretim verimlerini artırabilmek amacıyla sensörleri, GPS ve data analizi içeren teknolojileri kullanmaktadır. Hassas tarım, IoT'nin tarım sektöründeki en ünlü uygulamalarından biridir ve çok sayıda kuruluş bu tekniği tüm dünyada kullanmaktadır.

Çin'de hassas tarım üzerine IoT tabanlı tarımsal mekanizasyon üzerine bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda IoT teknolojisine dayalı tarım makinaları hizmet yönetim sisteminden elde edilen verilere göre bu teknolojinin kullanılmasıyla tarımda makine kullanımının artacağı, kırsal işgücünün daha etkin kullanılacağı ve tarımsal üretim maliyetlerinin düşeceği bildirilmektedir (Zhang ve ark., 2017).

Hassas tarım üzerine yapılan diğer bir çalışmada ise Iot tabanlı çiftçi yönetim bilgi sistemi için Konya İlinde hassas buğday tarımı modeli geliştirilmesi amaçlanmıştır. Çalışma sonucu modelin hem etkili hem de uygulanabilir olduğunu belirtilmiştir (Köksal ve Tekinerdoğan 2019).

Yang ve Chang (2020), Güney Tayvan Erren Nehri havzasında IoT sensör verilerini kullanarak bölgesel taşkınların miktarını belirlemek için tahmin modeli önermeyi amaçlamışlardır. Araştırma sonucunda IoT sensörlerinin kullanımı taşkın tahminlerinde doğruluğu ve uygulanabilirliği teşvik edebileceği bildirilmiştir.

## **Tarım Drone'ları**

İnsansız Hava Araçları (İHA) olarak bilinen Drone'lar, fiziksel olarak içerisinde insan bulunmayan, üzerinde kullanılan sektöre göre çeşitli cihazlar bulunduran bir pilot tarafından kontrol edilen veya belirlenen bir güzergahta otonom olarak yönlendirilen hava araçlarıdır (Bera ve ark., 2021). İHA'lar askeri amaçlar, lojistik, keşif, fotoğraflama, yangın söndürme ve tarım alanlarında kullanılmaktadır. Son zamanlarda tarımda başlayan dijital dönüşümle birlikte İHA'lar IoT tabanlı uzaktan algılama teknolojilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Kulbacki ve ark., 2018). Tarımsal Drone'lar IoT tabanlı uygulamalar ile çiftçilerin verimi artırmak ve olumsuz durumları ortadan kaldırmak için gelişmiş sensör teknolojilerine sahip insansız hava araçları olarak ifade edilmektedir (Ordonez ve ark., 2017). Tarımsal Drone'lar dijital görüntüleme sistemleri ve algılayıcılar ile donatılarak, uzaktan kontrol mekanizması ile elde edilen ölçümler bilgisayara aktarılarak analiz edilecek faydalı verilerin toplanılması sağlanmaktadır (Tsouros ve ark., 2019). Bu veriler ve gözlemler neticesinde çiftçi yabancı ot durumu, bitki hastalıkları, toprak nemi, su kaynaklarının kontrolü, mahsul verimi ve verim tahmini hakkında fikir sahibi olacaktır (Tan ve ark., 2015; Mogili ve Deepak 2018). Ayrıca çiftçiler arazilerinde ilaçlama, gübreleme, tohum ekimi, bitki boy ölçümü, klorofil ölçümü gibi birçok tarımsal uygulamayı Drone'lar sayesinde gerçekleştirebilmektedir (Lan ve ark., 2017; Akkamış ve Çalışkan 2020).



Şekil 2. Tarımda Dronelerin kullanımı (Kim ve ark., 2019).

Precision Hawk firması, IoT tabanlı teknolojiyi kullanarak sıcaklık, rüzgâr hızı, hava basıncı vb. gibi meteorolojik faktörlerin takibi üzerine çiftçilere kolaylık sağlayacak etkili bir İHA Sensör platformu geliştirmiştir. Bu platform; ölçme, haritalama ve tarım arazilerini görüntüleme gibi alanlarda kullanılabileceği belirtilmiştir (Comart ve ark., 2018).

Tavus ve ark., (2015) bakla ve bezele bitkilerinin sayımında İHA'ları kullanmıştır. Çalışma sonucunda bitki sayımında %87.7 doğrulukta tespit edildiği hesaplanmıştır.

Stroppiana ve ark., (2015), İtalya'nın kuzey bölgesinde çeltik arazisinde yaptıkları denemede İHA üzerindeki sensörler ile ürün verimini tahmin etmeye çalışmışlardır. Elde edilen görüntülerin tarım uygulamalarında başarılı bir şekilde kullanılabileceği belirtilmiştir.

Yu ve ark., (2016), soya bitkisinde yapılan denemede İHA ile yüksek çözünürlüklü olarak elde edilen görüntülerin ıslah edilen bitkilerin verim tahmininde kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Su ve ark., (2019), İHA kullanarak mısır bitkisinde fenotipleri karşılaştırmışlardır. Bu amaçla yaptıkları çalışmada bitki boyu ve yaprak alan indeksi tahmin edilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen verilerin doğru bir tahmin performansı gösterdiği ifade edilmiştir.

Furukawa ve ark., (2020), mısırdaki verimi tahmin etmek amacıyla İHA'lerden elde edilen verileri kullanmışlardır. İHA ile elde edilen görüntülerden oluşturulan istatistiksel değerin verim için oldukça kabul edilebilir olduğunu bildirmişlerdir.

### **Hayvancılık İzleme**

Hayvancılık işletmeleri sığırlar için olumsuz iklim etkenlerini ortadan kaldırmak, onlara rahat bir ortam ve üretim alanı oluşturmanın yanı sıra sağlık ve hijyen koşullarını geliştirmek amacıyla planlanmaktadır (Tsoj ve ark., 2017). Sığırların barındıkları yeri, refahını ve sağlığını optimum koşullarda sağlayabilmek amacıyla büyük tarımsal işletme sahipleri IoT tabanlı teknolojiler kullanabilmektedirler. Bu teknoloji ile birlikte otomasyona sahip izleme ve kontrol sistemlerinin hayvancılık işletmelerinin gelişimine katkı sağlayacaktır (Shinde ve Prasad, 2017). IoT tabanlı hayvancılık teknolojisi hayvanların sağlığını, refahını, üremesini ve üretimini sürekli bir şekilde gözlemleyen, doğum ve hastalık gibi önem taşıyan durumları farklı modelleme yöntemleri kullanarak tahmin eden ve gerektiği durumda



önemlerin alınmasını sağlayan faydaları bulunmaktadır (Ratnaparkhi ve ark., 2020).

Ayrıca IoT tabanlı teknolojiler ile hayvanların ihtiyaçlarını daha iyi gözlemlenebilir, barınak içi hayvan hastalıklarını önlenebilir vesürü yönetimi daha kontrollü bir şekilde yapılabilmektedir (Iwasaki ve ark., 2019).

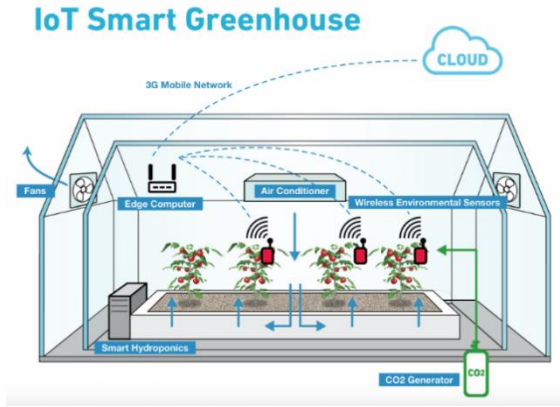
Hindistan'da bulunan bir küçükbaş hayvancılık işletmesinde her bir hayvana GPS etiketi yapıştırılarak IoT tabanlı hayvancılık izleme modülü sistemi üzerine bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Hayvanlar üzerinde bulunan GPS etiketleri vasıtasıyla çiftçi hayvanların otlatması esnasında uzaktan gözlemleyerek iş gücünden tasarrufa ve sürü yönetimine kolaylık sağladığını belirtmiştir. Çalışmada ayrıca GPS etiketleri hayvanların dinlendiği ortalama saati hesapladığını ve bulaşıcı bir hastalık olması durumunda önlemlerin daha etkin alınabileceği vurgulanmıştır (Sanghavi ve ark., 2018).

Ray (2017), IoT tabanlı teknoloji kullanılarak gerçekleştirdiği çalışmasında hayvanların konumlarını izleyebilmekte ve hayvan hırsızlığı önlenebildiğini belirtmiştir. Ayrıca sensörler vasıtasıyla hayvanların ısını, süt verimini ve sağlık analizleri tahmin edilmekte olup, bu teknoloji ile daha kaliteli ve verimli süt elde edilmesi sağlandığını ifade etmiştir.

### **Akıllı Seralar**

Sera, bitkilerin kontrollü ortamda yetiştirildiği bir tekniktir. Uygun çevre koşullarını sağlayarak, herhangi bir yerde herhangi bir bitki

yetiştirme avantajı sunmaktadır. Seralarda verimli üretim yapılabilmesi için ortam değerlerinin ölçülmesi, değerlendirilmesi ve yetiştirilen ürüne göre şartların uygun hale getirilmesi gerekmektedir (Baysal ve ark., 2018). Günümüzde çevre koşullarını izlemek, enerji tasarrufu sağlamak, verimliliği ve kaliteyi artırmak için seralarda nesnelerin interneti teknolojisi kullanılmaktadır (Kodali ve ark., 2016). IoT tabanlı teknoloji kullanarak tasarlanmış bir akıllı serada çevreyi kontrol etmek için, sera içi koşullarına göre çevresel parametreleri izleyen sensörler yer almaktadır (Escamilla-Garcia, 2020). Bu sensörler ışık seviyeleri, basınç, nem ve sıcaklık hakkında veriler aktarmaktadır. Ayrıca sensörler uzaktan kontrol mekanizması ile sera içi koşulları durumuna göre havalandırma, aydınlatma gibi işlemleri gerçekleştirebilmektedir (Barbosa ve ark., 2015).



Şekil 3. IoT tabanlı bir sera mimarisi (Baysal ve ark., 2018).

Son dönemlerde; otomatik sera kontrol sistemi, tarımsal erken uyarı sistemi, uzaktan kontrol mekanizma ve verilerin izlenmesi gibi birçok çalışma yürütülmüştür.

Baysal ve ark., (2018) serada yürüttüğü çalışmasında Raspberry Pi tek kart bilgisayar ve esp8266 wi-fi modülleri ile IoT tabanlı bir sistem geliştirmişlerdir. Geliştirilen sistem içerisinde bulunan sensörler vasıtasıyla seraya ait iç ve dış sıcaklık, toprak nemi, sera içi nemi, ışık ve hava kalitesi değerleri sürekli kayıt altına alınarak, uzaktan erişimle takip edilmektedir. Sensörlerden elde edilen değerler, sistem içerisinde belirlenmiş alt ve üst eşik değerlerinin dışına çıkması durumunda, sistem kullanıcılarına kısa mesaj (SMS) ve e-posta ile bilgilendirme yaparak olumsuz sera içi koşullardan ürünlerin etkilenmesini en aza indirdiğini belirtilmiştir.

Srbinska ve ark., (2015) bir biber sera ortamının özelliklerine göre sıcaklık, nem ve aydınlatma gibi temel çevresel parametreleri izlemek için kablosuz sensör ağ teknolojisine dayalı pratik ve düşük maliyetli bir sera izleme sistemi tasarlamışlardır. Çalışma sonucunda çiftçilik maliyetlerini düşüreceğini ve mahsul büyüme sürecinde iyileştirmelere yol açacağı ifade edilmiştir.

Wang ve ark., (2016) Sera içerisindeki nemi ve sıcaklığı doğru bir şekilde ölçebilen ve ürünlerin yetiştirme koşullarının tespit edilebilen bir tarımsal bilgi toplama robotu, Ferrandez-Pastor ve ark., (2016) düşük maliyetli sera izleme ve kontrol sistemi geliştirmişlerdir. Li ve ark., (2017) sera içerisinde sıcaklık ve nemi ölçen sensörler ve Zigbee Wireless Teknolojisi ile sera içi çevre koşullarının yönetimini gerçekleştirmişlerdir.

Çaylı ve ark., (2017) küçük sera işletmeleri için nesnelerin interneti temelli çevre koşulları izleme ve kontrol sistemi uygulaması

geliştirmiştir. Çalışma sonucunda bu sistemin seralarda nesnelere interneti uygulamaları için güvenli bir şekilde kullanılabilceği belirtilmiştir.

### **IoT Tabanlı Sulama Sistemleri**

Su kaynakları tarımsal üretim açısından en temel faktörlerin başında gelmektedir. Sürdürülebilir bir tarımda verimin ve ürün kalitesinin artırılabilmesi için toprak-bitki-su ilişkisinin iyi bilinmesi gerekmektedir (Wu ve ark., 2021). Bu ilişki dengesini sağlamanın başında etkin bir sulama yapılması gelmektedir. Tarımda etkin bir sulama, doğal yağışlar ile bitkinin ihtiyaç duyduğu suyu alamadığı durumlarda bitkiye gerektiği zaman ve gerektiği miktarda sulamanın yapılması olarak ifade edilmektedir (Howell ve ark., 2012). Kuraklığın ve nüfusun hızlı bir şekilde artması su kaynaklarını azaltmaktadır. Bu nedenle doğal kaynaklarımızı daha etkin kullanmamız gerekmektedir (Lu ve ark., 2019). Tarımsal sistemlerde suyun verimli kullanımı, özellikle kurak ve yarı kurak alanlarda iklim değişikliği ve kuraklıkların yol açabileceği bitki üretimini ve çevresel olumsuzluklara karşı direnci arttırmak için gereklidir (Yosef ve Asmamaw 2015). Su kaynaklarının etkin şekilde yönetilmesinde su savurganlığını, su kayıplarını önleyerek ve kontrollü sulama yapılarak etkin bir şekilde yönetmemiz mümkün görülmektedir. Nesnelere İnterneti (IoT) tabanlı akıllı sulama sistemleri, su kaynaklarının etkin şekilde kullanımına yardımcı olabileceği savunulmaktadır (Barman ve ark., 2020).

Nesnelerin İnterneti (IoT) yaklaşımında bir araya getirilen modern sensör teknolojileri, gelişmiş sulama ekipmanlarının kombinasyonu, tarımsal sulamanın nispeten hassas bir şekilde kontrol edilmesine ve tarımsal talepler için yüksek verimli su kullanımı fırsatı yaratılmasına olanak tanımaktadır (Doshi ve ark., 2019; Bamurigire ve ark., 2020). Teknolojik sulama sistemlerinde kullanılacak sensörler toprak nemini, hava koşullarını, ürün cinsini, sulama yöntemini, toprak tipi gibi parametreleri izleyip, verileri değerlendirerek en yüksek verimi sağlayacak optimum sulamayı ve uzaktan yönetimi gerçekleştirebilmektedir (Garcia ve ark., 2020). Küresel iklim değişikliğinin olası etkilerinden dolayı tarım arazilerinin sulanması sürecinde uygulanan IoT tabanlı akıllı sulama sistemlerine yönelik çalışmalar gittikçe artmaktadır.



Şekil 4. IoT Tabanlı sulama sistemi (Sinwar ve ark., 2020).

Blonquist ve ark., (2006) sulama kontrolü ve programlama için Acclima Dijital Zaman Alanlı İletim Sensörlü yağmurlama sistemi

kullanılmıştır. Bu sistem, daha önce bir hava istasyonundan tahmin edilen evapotranspirasyona kıyasla %16 daha az su kullandığı hesaplanmıştır. Ayrıca haftada 50 mm'lik sabit sulama oranı (7,14 mm / gün) tutularak %53 daha az su uygulandığı belirlenmiştir.

Kehui ve ark., (2010) pirinç tarlasındaki nem ve su yüksekliğini izlemek için kablosuz sensör ağı kullanan bir sistem tasarlamıştır. Sistem bitkinin sulama suyu ihtiyacına göre vana açılır ve kapatılır. Sistem gerçek zamanlı olarak test edildi ve pirinç tarlalarının sulanması için uygun olduğu kanıtlanmıştır.

Harishankar ve ark., (2014), güneş enerjisi kaynağıyla çalışan akıllı bir sulama sistemi geliştirmişlerdir. Sistem güneş enerjisinden yararlanarak elektrik maliyetlerini en aza indirebilmektedir. Topraktaki nem seviyesini algılayarak çalışan otomatik bir su akış sisteminden oluşmaktadır. Çalışmanın amacı elektrik ve sulama suyundan tasarruf sağlamaktır. Sistemde bulunan nem sensörleri vasıtasıyla toprak nemi takip edilir ve uygun zamanda sulama yapılmaktadır. Çalışma sonucunda sistemin minimum su ve enerji kullanımıyla tarlayı sulayabildiğini ifade edilmiştir.

Kansara ve ark., (2015) IoT tabanlı sensör bazlı sulama sistemi üzerine yapmış oldukları çalışmada, su kullanımını kontrol etme potansiyeli ile su tasarrufunu sağladığını bildirmişlerdir. Ayrıca geleneksel sulama sistemlere göre iş gücü açısından da tasarruf sağlandığını belirtilmiştir. Sulama sistemlerinde sensörlerin kullanılması ile yapılan başka bir çalışmada toprak nemi, sulama suyu sıcaklığı, pH değeri, elektriksel iletkenliği, bulanıklığı gibi değerler

ölçülerek sınır su kaynakların korunması ve etkin bir sulamanın yapılabilmesi vurgulanmıştır (Paventhon, 2012). Majstrik ve ark., (2013) sensöre dayalı sulama sistemi üzerine araştırmasında su tüketimini önemli derecede azaltabildiğini ve bazı süs bitkileri yetiştiriciliğinde ortalama su kullanımını yaklaşık %50 oranında düşeceği tahmin edildiği bildirilmiştir. ‘Waterbee’ adıyla bir akıllı sulama sistemi geliştirilmiştir. Sistemde bulunan toprağa bağlı sensörler sayesinde toprak nemi hakkında bilgi vermekte, bu bağlamda su tüketimini azaltmaktadır. Sensörlerden gelen veriler sistem içerisinde analiz edilip, toprağın ihtiyacına göre sulama işlemini gerçekleştirmektedir (Bıçakçı, 2019).

IoT tabanlı akıllı sulama sistemleri üzerine yapılmış bir çalışmada toprak nem sensörü, hava sıcaklığı ve nemini ölçen DHT22 dijital sensör kullanılmıştır. Önerilen bu akıllı sulama sistemi, toprak nem sensörü ile toprağın nem değerini takip ederek sulama zamanını ve toprağın ihtiyaç duyduğu su miktarını belirlemektedir. Sistem hava olaylarını takip ederek yağış ve don olaylarına karşı sulama zamanının periyodunu değiştirebilmektedir. Geliştirilen sistem insan müdahalesine ihtiyaç duymadan sulama işlemini gerçekleştirmekte olup, su ve elektrik tüketimi açısından tasarruf sağladığı belirtilmiştir (Taştan, 2019). Cipolla ve ark., 2019 IoT sisteminin toprak nemi ve elektrik iletkenlik üzerine bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada yağış, toprak nemi, sıcaklık yeraltı suyu, kanal suyu parametreleri sensörler aracılığı ile izlenerek, çiftçilerin kararlarını desteklemek için sulama tavsiyeleri önerilmiştir.

Parameswaran ve Sivaprasath (2016) toprağın PH değeri, sıcaklık ve nem seviyelerini izleyerek arduino tabanlı akıllı sulama sistemi gerçekleştirmiştir. Bu sistem sayesinde mahsuller için gerekli gübre miktarı, toprak PH seviyesi, toprak nem seviyesi, tarla alanının sıcaklık seviyesi vb. izlenerek düzenli olarak sunucuya bilgiler aktarıldığı ifade edilmiştir.

Navarro-Hellín ve ark., (2016), IoT Tabanlı teknikler kullanarak haftalık sulama gereksinimlerini tahmin etmek için akıllı bir sulama karar destek sistemi sunmuştur. Sistem, İspanya'nın güneydoğusunda bulunan narenciye bitkileri üzerinde uygulanmıştır. Sistemlerinde bir önceki yılın hava durumu değerlerine göre sulama gereksinimlerinde % 22 azalma gözlemlendiği bildirilmiştir.

Karim ve ark., (2017) ve Punjabi ve ark., (2017) IoT tabanlı teknoloji kullanarak bitkilerin su stresi kontrolü için bir alarm sistemi geliştirilmiştir. Sistem toprak içerisinde bulunan nem kritik eşiğe geldiği zaman yazılım programı aracılığıyla çiftçilere uyarı verdiği belirtilmiştir. Bu şekilde su stresinin önüne geçilmesinin planlandığı ifade edilmiştir.

Chin ve Audah (2017) buğday bitkisi üzerine uzaktan kontrollü sulama sistemleri ile dikey yetiştiricilik izleme sistemleri geliştirmişlerdir. Toprağın fiziksel koşullarının tespit edilmesi ve verilerin kayıt amacıyla sensörler kullanılmıştır. Araştırmada toprak nem seviyesine göre web tabanlı uygulama ile sulama sisteminin açılıp-kapanmasını sağlanmaktadır. IoT tabanlı teknolojilerin



kullanımı ile ürünün kalitesinin ve verimliliğinin önemli ölçüde yükselebileceği vurgulanmıştır.

Babayiğit ve Büyükpatpat (2019), belirlenen alanda sulama ve uzaktan izleme sisteminin tasarımı ve gerçekleştirimini ele almıştır. Bu çalışma kapsamında tasarlanan donanım ile toprak nem değerinin uygun eşik değerlerinde kalması sağlanarak su kaynaklarının verimli şekilde kullanılması amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda toplanan veriler üzerinden oluşturulan model ile sulama gereksinimlerinin hesaplanmasının mümkün olabileceği ifade edilmiştir.

Ruanda'da pirinç tarlalarının sulaması için gerçekleştirilen çalışmada IoT tabanlı sulama sistemi ile mevsimsel ve günlük sulama ihtiyaçlarına göre otomatik olarak sulama kontrolünün sağlanacağı amaçlanmıştır (Bamurigire ve ark., 2020).

İncelenen literatür araştırması neticesinde tarımda IoT tabanlı uygulamaların kullanımı zamanla artmaktadır. Bu uygulamalar ilerleyen yıllarda tarım dünyasında teknolojinin daha çok kullanılmasına olanaklar sağlayacağı öngörülmektedir. Tarımsal nesnelerin interneti gelecekte doğal kaynakların korunması, ürün kalitesinin ve ürün verimliliğinin artırılması, maliyetlerin kontrol edilmesi ve su kaynakları yönetimi gibi tarımsal üretimin artırılması konusunda umut vaat eden bir yöntem olarak dikkat çekmektedir.

## **SONUÇ**

Uluslararası birçok raporda, 2050 yılı dünya nüfusunun beslenmesi için günümüz tarım sektörünün iki kat daha fazla büyümesi

gerektiğini belirtmektedir. Bu amaçla tarımsal alanlarda mahsul üretim potansiyelini ve yönetimine katkıda bulunan Nesnelerin İnterneti teknolojisi hızlı bir şekilde yaygınlaşmaktadır. IoT teknolojisi tarımsal uygulamaları çiftlik sahiplerinin doğru veri toplamasını mümkün kılmaktadır. Nesnelerin internetinin tarım sektöründe yaygınlaşması ile beraber, toprağın verimliliği artacak bu sayede çiftçiler de kazanç sağlayacaktır. IoT teknolojisinin kullanımı dünyada, her yıl yüzde 35 büyümekte ve gelecek 10 yılda tarım işletmelerinin ayrılmaz bir parçası olacağı öngörülmektedir. Geliştirilen bu ileri teknoloji ile birlikte doğal kaynaklar korunacak, yeşil enerji üretilecek, uzaktan operasyon işlemleri gerçekleştirilerek zamandan tasarruf edilecek, topraktaki zararlı maddeler kolay bir şekilde analizle tespit edilecek ve en önemlisi çevre kirliliği önlenecektir. Ayrıca COVID-19'un tüm dünyada neden olduğu kısıtlamalar nedeniyle izolasyon koşullarına sahip alanların uzaktan yönetimine izin vererek tarımsal üretimin sürdürülebilirliğine katkıda bulunmaktadır.

## KAYNAKLAR

- Akkamış, M., Çalışkan, S. (2020). İnsansız Hava Araçları ve Tarımsal Uygulamalarda Kullanımı. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 2(1), 8-16.
- Al-Omary, A., AlSabbagh, H. M., Al-Rizzo, H. (2018). Cloud based IoT for smart garden watering system using Arduino Uno.
- Babayiğit, B., Büyükatpat, B., (2019) Nesnelerin İnterneti Tabanlı Sulama ve Uzaktan İzleme Sisteminin Tasarımı ve Gerçekleştirimi. *Türkiye Bilişim Vakfı Bilgisayar Bilimleri ve Mühendisliği Dergisi*, 12(2), 13-19.
- Bamurigire, P., Vodacek, A., Valko, A., & Rutabayiro Ngoga, S. R. (2020). Simulation of Internet of Things Water Management for Efficient Rice Irrigation in Rwanda. *Agriculture*, 10(10), 431.
- Barbosa, G. L., Gadelha, F. D. A., Kublik, N., Proctor, A., Reichelm, L., Weissinger, E., ... & Halden, R. U. (2015). Comparison of land, water, and energy requirements of lettuce grown using hydroponic vs. conventional agricultural methods. *International journal of environmental research and public health*, 12(6), 6879-6891.
- Barman, A., Neogi, B., & Pal, S. (2020). Solar-Powered Automated IoT-Based Drip Irrigation System. In *IoT and Analytics for Agriculture* (pp. 27-49). Springer, Singapore.
- Baysal, K., Özcan, M. O., Özdüven, F. F., Beynek, B. (2018). Nesnelerin İnterneti Tabanlı Bir Sera Takip Sistemi. *Ejovoc (Electronic Journal of Vocational Colleges)*, 8(2), 49-56.
- Bera, B., Das, A. K., Sutrala, A. K. (2021). Private blockchain-based access control mechanism for unauthorized UAV detection and mitigation in Internet of Drones environment. *Computer Communications*, 166, 91-109.
- Berte, D.-R., (2018). Defining the IoT. *Proc. Int. Conf. Bus. Excell.* 12, 118–128.
- Bıçakçı, S. N. (2019). Nesnelerin interneti. *Takvim-i Vekayi*, 7(1), 24-36.

- Blonquist Jr, J. M., Jones, S. B., & Robinson, D. A. (2006). Precise irrigation scheduling for turfgrass using a subsurface electromagnetic soil moisture sensor. *Agricultural water management*, 84(1-2), 153-165.
- Chin, Y. S., Audah, L. (2017). Vertical farming monitoring system using the internet of things (IoT). In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1883, No. 1, p. 020021). AIP Publishing LLC.
- Cipolla, S. S., Maglionico, M., Masina, M., Lamberti, A., Dapra, I. (2019). Real Time Monitoring of Water Quality in an Agricultural Area With Salinity Problems. *Environmental Engineering & Management Journal (EEMJ)*, 18(10).
- Comart, A., Oral, O., & Çağlayan, N., (2018). Nesnelerin İnterneti Teknolojisinin Tarımsal Alandaki Uygulamaları. *International Refereed Journal of Engineering And Sciences*, 11.
- Çaylı, A., Akyüz, A., Baytorun, A. N., Boyacı, S., Üstün, S., Kozak, F. B. (2017). Sera çevre koşullarının nesnelerin interneti tabanlı izleme ve analiz sistemi ile denetlenmesi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(11), 1279-1289.
- Doshi, J., Patel, T., & kumar Bharti, S. (2019). Smart Farming using IoT, a solution for optimally monitoring farming conditions. *Procedia Computer Science*, 160, 746-751.
- Elijah, O., Rahman, T. A., Orikumhi, I., Leow, C. Y., Hindia, M. N. (2018). An overview of Internet of Things (IoT) and data analytics in agriculture: Benefits and challenges. *IEEE Internet of Things Journal*, 5(5), 3758-3773.
- Escamilla-Garcia, A., Soto-Zarazúa, G. M., Toledano-Ayala, M., Rivas-Araiza, E., & Gastélum-Barrios, A. (2020). Applications of Artificial Neural Networks in Greenhouse Technology and Overview for Smart Agriculture Development. *Applied Sciences*, 10(11), 3835.
- Ferrandez-Pastor FJ, Garcia-Chamizo JM, Nieto-Hidalgo M, Mora-Pascual J, Mora-Martinez J. (2016). Developing Ubiquitous Sensor Network Platform Using Internet of Things: Application in Precision Agriculture. *Sensors*, 16(7).

- Furukawa, F., Maruyama, K., Saito, Y.K., Kaneko, M. (2020) Corn Height Estimation Using UAV for Yield Prediction and Crop Monitoring. Unmanned Aerial Vehicle: Applications in Agriculture and Environment (e-book). 51-69.
- García, L., Parra, L., Jimenez, J. M., Lloret, J., & Lorenz, P. (2020). IoT-based smart irrigation systems: An overview on the recent trends on sensors and IoT systems for irrigation in precision agriculture. *Sensors*, 20(4), 1042.
- Gondchawar, N., Kawitkar, R. S. (2016). IoT based smart agriculture. *International Journal of advanced research in Computer and Communication Engineering*, 5(6), 838-842.
- Gorli, R., Yamini, G. (2017). Future of smart farming with Internet of things. *Journal of Information Technology and Its Applications*, 2.
- Harishankar, S., Kumar, R. S., Sudharsan, K. P., Vignesh, U., & Viveknath, T. (2014). Solar powered smart irrigation system. *Advance in electronic and electric engineering*, 4(4), 341-346.
- Howell, T. A., Evett, S. R., O'Shaughnessy, S. A., Colaizzi, P. D., Gowda, P. H. (2012). Advanced irrigation engineering: Precision and precise. *Journal of Agricultural Science and Technology*. A, 2(1A), 1.
- Iwasaki, W., Morita, N., & Nagata, M. P. B. (2019). IoT sensors for smart livestock management. In *Chemical, Gas, and Biosensors for Internet of Things and Related Applications* (pp. 207-221). Elsevier.
- Kamilaris, A., Gao, F., Prenafeta-Boldu, F. X., Ali, M. I. (2016). Agri-IoT: A semantic framework for internet of Thingsenabled smart farming applications. In *2016 IEEE 3rd World Forum on Internet of Things, WF-IoT 2016*, 442e447.
- Kansara, K., Zaveri, V., Shah, S., Delwadkar, S., Jani, K. (2015). Sensor based automated irrigation system with IOT: a technical review. 6(6):5331–5333.
- Karim, F, Karim, F. (2017). Monitoring system using web of things in precision agriculture. *Procedia Computer Science*, 110, 402-409.
- Kehui, X., Xiao D., Luo X.: Smart water-saving irrigation system in precision agriculture based on wireless sensor network, pp. 170–75 (2010)

- Kim, J., Kim, S., Ju, C., & Son, H. I. (2019). Unmanned aerial vehicles in agriculture: A review of perspective of platform, control, and applications. *IEEE Access*, 7, 105100-105115.
- Kodali, R. K., Jain, V., Karagwal, S. (2016). IoT based smart greenhouse. In 2016 IEEE Region 10 Humanitarian Technology Conference (R10- HTC) (pp. 1-6). IEEE.
- Köksal, Ö., Tekinerdogan, B. (2019). Architecture design approach for IoT-based farm management information systems. *Precision Agriculture*, 20(5), 926-958.
- Kulbacki, M., Segen, J., Knie'c, W., Klempous, R., Kluwak, K., Nikodem, J., Kulbacka, J., Serester, A. Survey of Drones for Agriculture Automation from Planting to Harvest. In *Proceedings of the 2018 IEEE 22nd International Conference on Intelligent Engineering Systems (INES)*, Las Palmas de Gran Canaria, Spain, 21–23 June 2018; pp. 353–358.
- Lan, Y., Shengde, C., Fritz, B. K. (2017). Current Status And Future Trends of Precision Agricultural Aviation Technologies. *Int J Agric & Biol Eng*; 10(3): 1-17.
- Li, C.-Z.-E.; Deng, Z.W. (2020). The Embedded Modules Solution of Household Internet of Things System and The Future Development. *Procedia Comput. Sci*, 166, 350–356.
- Li, Z., Wang, J., Higgs, R., Zhou, L, Yuan, W. (2017). Design of an intelligent management system for agricultural greenhouses based on the internet of things. In 2017 IEEE International Conference on Computational Science and Engineering (CSE) and IEEE International Conference on Embedded and Ubiquitous Computing (EUC) (Vol. 2, pp. 154-160). IEEE.
- Lu, Z., Mo, W., Dilkina, B., Gardner, K., Stang, S., Huang, J. C., & Foreman, M. C. (2019). Decentralized water collection systems for households and communities: Household preferences in Atlanta and Boston. *Water Research*, 167, 115134.

- Majsztrik, J. C., Price, E. W., King, D. M. (2013). Environmental benefits of wireless sensor based irrigation networks: Case study projections and potential adoption rates. *HortTechnology*, 23(6), 783-793.
- Mogili, U. R., Deepak., B. B. V. L. (2018). "Review on application of drone systems in precision agriculture," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 133, pp. 502-509.
- Navarro-Hellín, H., Martínez-del-Rincon, J., Domingo-Miguel, R., Soto-Valles, F., Torres-Sánchez, R. (2016). A decision support system for managing irrigation in agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 124, 121-131.
- Ordóñez-García, A., Siller, M., Begovich, O., (2017). IoT architecture for urban agronomy and precision applications. In: 2017 IEEE International Autumn Meeting on Power, Electronics and Computing (ROPEC), pp. 1–4. IEEE.
- Parameswaran, G., Sivaprasath, K. (2016). Arduino based smart drip irrigation system using Internet of Things. *International Journal of Engineering Science and Computing*, 6(5), 5518-5521.
- Paventhan, A., Allu, S. K., Barve, S., Gayathri, V, Ram, N. M. (2012). Soil property monitoring using 6lowpan-enabled wireless sensor networks. *Proceedings of the Agro-Informatics and Precision Agriculture*, Hyderabad, India, 1-3.
- Prathibha, S. R., Hongal, A., Jyothi, M. P. (2017). IoT based monitoring system in smart agriculture. In 2017 international conference on recent advances in electronics and communication technology (ICRAECT) (pp. 81-84). IEEE.
- Punjabi, H. C., Agarwal, S., Khithani, V., Muddaliar, V., & Vasmatkar, M. (2017). Smart farming using IoT. *International Journal of Electronics and Communication Engineering and Technology*, 8(1), 58-66.
- Ratnaparkhi, S., Khan, S., Arya, C., Khapre, S., Singh, P., Diwakar, M., Shankar, A. (2020). Smart agriculture sensors in IOT: A review. *Materials Today: Proceedings*.
- Ray, P.P. (2017). Internet of things for smart agriculture: Technologies, practices and future direction. *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments*, 9(4): 395-420.

- Rubala, J. I., Anitha, D., Student, P. G. (2017). Agriculture field monitoring using wireless sensor networks to improving crop production. *International Journal of Engineering Science*, 5216.
- Sanghavi, J., Shah, A., Rane, S., Shah, N., Nayak, S., Kadam, P., Dwarkadas, J. (2018). Agricultural Productivity Enhancement System & Livestock Management using Internet of Things. In *2018 Second International Conference on Advances in Electronics, Computers and Communications (ICAEECC)* (pp. 1-5). IEEE.
- Shinde, T. A., Prasad, J. R. (2017). IoT based animal health monitoring with naive Bayes classification. *International Journal of Engineering Trends and Technology*, 1(2), 252–257.
- Sinwar, D., Dhaka, V. S., Sharma, M. K., & Rani, G. (2020). AI-based yield prediction and smart irrigation. In *Internet of Things and Analytics for Agriculture, Volume 2* (pp. 155-180). Springer, Singapore.
- Srbinovska, M., Gavrovski, C., Dimcev, V., Krkoleva, A., & Borozan, V. (2015). Environmental parameters monitoring in precision agriculture using wireless sensor networks. *Journal of Cleaner Production*(88), 297-307.
- Steinberg MD, Tkalcec B, Steinberg IM. 2016. Towards a passive contactless sensor for monitoring resistivity in porous materials. *Sensors and Actuators B-Chemical*, 234, 294-299.
- Stroppiana, D., Migliazzi, M., Chiarabini, V., Crema, A., Musanti, M., Franchino, C., & Villa, P. (2015). Rice yield estimation using multispectral data from UAV: A preliminary experiment in northern Italy. In *2015 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)* (pp. 4664-4667). IEEE.
- Su, W., Zhang, M., Bian, D., Liu, Z., Huang, J., Wang, W., Wu, J., Guo, H. (2019). Phenotyping of Corn Plants Using Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Images. *Remote Sensing*; 11: 1-19.
- Tan, M., Özgüven, M. M., Tarhan, S. (2015). Drone Sistemlerin Hassas Tarımda Kullanımı, 29. Tarımsal Mekanizasyon Kongresi ve Enerji Kongresi, 2-5.



- Taştan, M. (2019). Nesnelerin İnterneti Tabanlı Akıllı Sulama ve Uzaktan İzleme Sistemi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (15), 229-236.
- Tavus, M. R., Eker, M. E., Şenyar, N., Karabulut, B. (2015). Plant Counting By Using k-NN Classification on UAVs Images. 23rd Signal Processing and communications Applications Conference (SIU). Malatya: IEEE.
- Tsoj, Y. A., Zelentsov, A. I., Baisheva, R. A., Tanifa, V. V., & Alekseev, A. A. (2017). The comparative evaluation and substantiation of technical planning of cow barns according to the criterion of animals comfort management. *Journal of VNIIMZH*.
- Tsouros, D.C., Bibi, S., Sarigiannidis, P.G. (2019) A Review on UAV-Based Applications for Precision Agriculture. *Information*; 10(349): 1-26.
- Villa-Henriksen, A., Edwards, G. T., Pesonen, L. A., Green, O., Sørensen, C. A. G. (2020). Internet of Things in arable farming: Implementation, applications, challenges and potential. *Biosystems engineering*, 191, 60-84.
- Wang W, Li CY, Chu LH, Qu CY. (2016). Study on Air-Ground Amphibious Agricultural Information Collection Robot. 13th International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence (URAI), Xian, China. 19-22 Aug 2016. Korea Robotics Society, ss: 938-944.
- Wu, X., Xu, Y., Shi, J., Zuo, Q., Zhang, T., Wang, L., Ben-Gal, A. (2021). Estimating stomatal conductance and evapotranspiration of winter wheat using a soil-plant water relations-based stress index. *Agricultural and Forest Meteorology*, 303, 108393.
- Yang, S. N., Chang, L. C. (2020). Regional inundation forecasting using machine learning techniques with the internet of things. *Water*, 12(6), 1578.
- Yosef, B. A., & Asmamaw, D. K. (2015). Rainwater harvesting: An option for dry land agriculture in arid and semi-arid Ethiopia. *International Journal of Water Resources and Environmental Engineering*, 7(2), 17-28.
- Yu, N., Li, L., Schmitz, N., Tian, L., Greenberg, J., Diers, B. (2016). Development of Methods To Improve Soybean Yield Estimation And Predict Plant Maturity With An Unmanned Aerial Vehicle Based Platform. *Remote Sensing of Environment*, 91-101.

Zhang, Q., Chen, M. S, Li, B. (2017). A visual navigation algorithm for paddy field weeding robot based on image understanding. *Computers and Electronics in Agriculture*, 143, 66-78.



## BÖLÜM 7

### DIKEY TARIM SİSTEMİNİN (“VERTICAL AGRICULTURE”) DÜNYADAKİ ve ÜLKEMİZDEKİ DURUMU

Dr. Öğr. Üyesi Hava Şeyma İNCİ<sup>1</sup>, Arş. Gör. Abdullah HAVAN<sup>2</sup>,  
Öğr. Gör. Ahmet Hakan ÜRÜŞAN<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> Bingöl Üniversitesi, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Meslek Yüksek Okulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Bingöl, Türkiye, 0000-0002-2670-401X, hsyilmaz@bingol.edu.tr

<sup>2</sup> Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye, 0000-0003-2892-681X, abdullahhavan@ksu.edu.tr

<sup>3</sup> Bingöl Üniversitesi, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Meslek Yüksek Okulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Bingöl, Türkiye, 0000-0002-6726-1008, ahurusan@bingol.edu.tr



## GİRİŞ

Kontrollü çevre tarımı, dünya çapında kentsel alanlarda giderek artan yeni bir tarım şeklidir (Goodman ve Minner, 2019). Kentsel tarımın, 2050 yılına kadar dünya nüfusunun dokuz milyara ulaşması ile birlikte dünya çapında sürdürülebilirliğinin hayati bir öneme sahip olması beklenmektedir (Chaudhry, 2019). Dünya nüfusunun yarısı, tarım arazileri üzerine inşa edilen şehirlerde yaşamakta ve bu durum dünyanın gıda üretim kapasitesini gün geçtikçe azaltmaktadır (Chaudhry, 2019). Nüfus artışına bağlı olarak artan gıda talepleri, gelecekte nüfusun sürdürülebilir beslenmesi için en büyük öneme sahip zorluklardan biri haline gelecektir. Dikey tarımın bu gıda taleplerini bir dereceye kadar karşılayabileceğine ve bu soruna bir cevap niteliği taşıyabileceğine inanılmaktadır (Sangeetha ve Ezhumalai, 2020).

Son on yılda, artan kentsel ve peri-kent tarım şehir planlamacılarının ilgisini çekmiştir (Hodgson ve ark., 2011; Kaufman ve Bailkey, 2000; Mendes ve ark., 2008; MacRae ve ark., 2010; Nugent, 2000; Pothukuchi ve Kaufman, 1999; Pothukuchi, 2004; Pothukuchi ve Kaufman, 2000; Wekerle, 2004).

Kentsel tarıma olan ilgi, özellikle 2050 (Birleşmiş Milletler, 2012) yılına kadar dünya nüfusunun üçte ikisinin kentleşmesine yol açan demografik değişim ve bu büyüyen nüfusun sürdürülebilir bir şekilde nasıl besleneceği konusundaki endişeler olmak üzere, bir çok faktörün bir araya gelmesiyle artmıştır (Steel, 2012; Thomaier ve ark., 2015; Weber ve Matthews, 2008).

Bu kentsel çiftlikler, hidroponik, aeroponik ve akuaponik gibi topraksız tarım sistemleridir ve bu sistemler tek başlık altında kontrollü çevre tarımı (Controlled Environment Agriculture-CEA) olarak adlandırılır. Geleneksel tarım ile kentsel çiftlikleri birbirinden ayıran nokta, bu çiftliklerin zemin seviyesinde yer almak yerine genellikle binaların içinde veya üzerinde bulunmasıdır. Ayrıca bu kentsel çiftlikler Asya’da ‘bitki fabrikaları’ (Takatsuji, 1987) ve dikey tarım (Despommier, 2005), ABD ve Avrupa’da kapalı çiftlikler (Despommier, 2009) olarak adlandırılmıştır (Goodman ve Minner, 2019).

### ***Kontrollü Çevre Tarımının Kısa Tarihi***

Bitkilerin yalnızca suda yetiştirildiği topraksız tarım çiftlikleri Babil’in Asma Bahçeleri kadar erken bir tarihe dayanmaktadır (Cornell Üniversitesi, 2012). “Dikey tarım” terimi ilk olarak 20. yüzyılın başlarında ortaya çıkmıştır (Bailey, 2015), kısa bir süre sonra onu “hidroponik” terimi takip etmiştir (Gericke, 1937). Sonraki yıllarda, aydınlatma ve plastikteki gelişmeler, yetiştirme koşullarının kontrol edilebildiği seraları, ticari olarak çiftçiler için daha uygun fiyatlı hale getirmiştir. 1960’larda ve 70’lerde NASA’nın Kennedy Uzay Merkezi tarafından gerçekleştirilen aeroponik deneyler (Cornell Üniversitesi, 2012; Millam ve Sharma, 2007), LED aydınlatmanın daha fazla kullanılabilirliği ile birlikte, ev bahçıvanlarının kısmi bir kesiminin kontrollü çevre tarımına olan ilgisini daha da arttırmıştır (Bridwell, 1972). Kontrollü çevre tarımının ana akıma girmesi son on yıla kadar gündemde yer almamıştır. Bunun büyük bir kısmı Columbia Üniversitesi’nde mikrobiyoloji ve halk sağlığı profesörü olan Dickson

Despommier'e aittir ve 'Dikey Tarım Projesi' (2009) bir sınıf alıştırmaları olarak başlamış ve televizyona taşınmıştır (örneğin, The Colbert Report), sonunda The Vertical Farm (Despommier, 2010) adı altında ufuk açıcı bir kitap haline gelmiştir. Bunlar, bugüne kadar devam eden kentsel, dikey ve kapalı kontrollü çevre tarımı hakkında kamu yararı ve farkındalığında bir dönüm noktasının habercisi olmuştur. Despommier, kırsal ve toprağa dayalı çiftçiliğin tarihsel norm olmasına rağmen, dikey ve kapalı kentsel çiftliklerin hızla kentleşen dünyamız için büyük bir potansiyel sunduğunu belirtmiştir. Bahsettiği avantajlar arasında, küçük alanlarda verimi en üst düzeye çıkarma yetenekleri; yıl boyunca üretime uyum sağlamak; ticari çiftlikler tarafından üretilen kirli su akışı da dâhil olmak üzere su kullanımını azaltmak; pestisit, herbisit ve fungusit ihtiyacını ortadan kaldırmak; iklim değişikliğinin neden olduğu zararlılara, hastalıklara ve aşırı hava koşullarına daha etkili bir şekilde dayanım sağlamak; fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltmak; düşük gelirli nüfus için daha sağlıklı gıdaları erişilebilir kılmak; gıda taşımacılığının neden olduğu sera gazı emisyonlarını daha düşük tutmak; toprağı doğal durumuna döndürmek; hava kalitesini iyileştirmek; istihdam sağlamak ve tarımı tarıma elverişli olmayan bölgelere yaymak gibi maddeler yer almaktadır (Goodman ve Minner, 2019). Bununla birlikte, Despommier'in kentsel kontrollü çevre tarımına yönelik coşkusu, özellikle de şehirdeki çiftlik konseptinin ekonomik ve çevresel uygulanabilirliği konusunda daha temkinli bir bakış açısına sahip olan bitki bilimcileri arasında (Albright, 2011; Ilaşlan ve ark., 2002; Mattson ve ark., 2015) evrensel olarak paylaşılmamaktadır. Çünkü, hem sınırlı doğal güneş ışığı alan yerlerde,



hem de yıl boyunca toprak bazlı yetiştirme için yeterince sıcak olan yerlerde (Barbosa ve ark., 2015), kapalı ve dikey çiftçiliğin önemli ölçüde yüksek başlangıç maliyetleri (Mattson ve ark., 2015) ve kontrollü çevre tarımının nispeten daha yüksek enerji taleplerini içermesi endişe verici olarak görülmüştür (Albright ve de Villiers, 2008). Bazı bitki bilimcileri, en iyi bakımlı seraların bile külleme, yaprak bitleri, akarlar ve diğer zararlılara karşı hassas olduğunun göz önüne alınması gerektiğini bildirmişlerdir (Brechner ve Both, 2013).

### **DİKEY TARIMIN GEREKLİLİĞİ ve AVANTAJLARI**

Gelecekteki gıda tedarikine yönelik tehditlerin çok yönlü olması, endüstriyel tarım nedeniyle çevresel bozulma (Brown ve Carter, 2003; Kissinger ve ark., 2012; Pothukuchi ve Kaufman, 2000) ve insan kaynaklı iklim değişikliğinin hızlandığı bozulmuş hava koşulları en önemli sorunlardandır.

Bu endişeler, şehirleri üretim düzeyinde tarım için ortamlar olarak yeniden tasarlamak ve dünya nüfusunun büyük bir bölümünün yaşadığı yerlere daha verimli ve daha yakın gıda yetiştirmeyi vurgulamak dahil olmak üzere çiftçiliğe yeni bir yaklaşım çağrılarına yol açmıştır (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007).

Bazı planlamacılar başlangıçta kentsel tarımın, şehirlerdeki arazilerin en yüksek ve en iyi kullanımı olup olmadığını sorgulasa da (Lovell, 2010; Mukherji ve Morales, 2010), bugün çoğu profesyonel planlamacıların kentsel tarımı desteklediği ve faydalarını kabul ettiği görülmektedir. Sağlıklı gıdaya erişimi arttırmasına ve gıda güvenliğini

iyileştirmesine (Nugent, 2000) ek olarak, potansiyel avantajları arasında binlerce yıldır tarımdan farklı nedenlerle uzaklaşan çiftçilerin terk ettiği kırsal kesimlerin tarımsal üretim açığının yerini doldurma fırsatlarının oluşturulması (Gale, 2003; Rogus ve Dimitri, 2015; National Young Farmers Coalition, 2017) ; tedarik zinciri boyunca ulaşım, enerji ve malzeme harcamalarının azaltılması (Blay-Palmer ve Donald, 2008; Harrison, 2011; Weis, 2010); ve hasat sonrası depolama ve bozulmayı azaltarak gıdanın tadı ve kalitesini iyileştirilmesi (Gross ve ark., 2016) yer almaktadır (Goodman ve Minner, 2019).

Çevresel olarak, kentsel tarım tozlayıcılar için habitat oluşturmakta (Goddard ve ark., 2010), mikro iklimleri ve hidrolojiyi modüle ederek (Oberndorfer ve ark., 2007), atık suları, organik maddeleri ve iklim değişikliğine katkıda bulunacak olan atmosferik nitrojeni (Herridge ve ark., 2008) ve karbonu (Beniston ve Lal, 2012) sabitleyen biyokatılları yeniden yönlendirerek (Armstrong, 2009; de Zeeuw ve ark., 2011; Smit ve Nasr, 1992) kentsel ısı etkisini azaltmakta (Susca ve ark., 2011) ve perikent ile şehir altıyla bağlantılı tarım arazisi kaybını önlemektedir (Haight ve ark., 2016; Pendall, 2003; Sorensen ve ark., 2018; Goodman ve Minner, 2019).

Daha önce açıklandığı gibi, kentsel kontrollü çevre tarımı, popüler basında çiftçiliğin geleceği olarak nitelendirilmiştir (Frazier, 2017; Holden, 2017; Marginson, 2010). Bu sistem, toprak temelli çiftliklerden daha az su kullanımı, böcek ilacı ve herbisit kullanım potansiyelini içerir (Caplow, 2009; Astee ve Kishnani, 2010); ayrıca birim alandan elde edilen ürün potansiyelini arttırarak daha fazla insanı beslemektedir

(Brin ve ark., 2016); enerji maliyetlerini azaltmak için binalardan gelen atık ısıyı kullanmaktadır (Thomaier ve ark., 2014); uzun mesafeli taşımacılıkla ilişkili CO<sub>2</sub> emisyonlarını azaltmaktadır (Rees ve Wackernagel, 1996; Weber ve Matthews, 2008); ve bitkileri *E. coli* gibi hastalık etmeni riskini azaltan daha temiz ortamlarda yetiştirilmesini (Orozco ve ark., 2008) sağlar. Kentsel kontrollü tarımın, büyük ölçekli tarım için kırsal arazi kaybını azalttığı (Lehmann, 2010); özellikle iklim tehdidi altındaki bölgelerde kendi kendine yeterliliği artırmak için ithal gıdaya yerel bir alternatif sağladığı (Hodbod ve Eakins, 2015; Rogers, 2017); yeşil sektör istihdamını teşvik ettiği (Jensen, 2015); ve ‘gıda çölleri’ olarak adlandırılan bölgelerde yaşayan düşük gelirli insanların gıda erişimini kolaylaştırdığı (Caldeyro-Stajano, 2004) gözlemlenmekte ve gelecekte bu konuların daha fazla önem arz edeceği öngörülmektedir.

Gelişmekte olan şehirlerdeki tarihi ve boş binalar dikey tarım için sürdürülebilir bir şekilde kullanılabilir. Günümüz teknolojileri ile yeni yapılar daha geniş bir bağlamda dikey tarıma uyum sağlamak için tasarlanmaktansa mevcut yapılar bu duruma uyarlanabilir (Sangeetha ve Ezhumalai, 2020). Dikey tarım, geleneksel tarım yöntemlerine kıyasla %70-95 daha az su kullanır. Bu tesisler, elde edilen ürünlerin olumsuz hava koşullarından arındırılmış olduğunu ve pestisit içermediğini ve daha fazla temiz ürün üretimini garanti etmektedir.

## **DİKEY TARIMDA YARARLANILAN SİSTEMLER**

Dikey tarımın amacı, arazi kullanımını en aza indirirken, minimum çevresel etki ile maksimum üretim sağlamaktır. Dikey tarım, gelecek

değeri olan bir çalışma alanıdır ve daha fazla ilerleme ve pratik uygulamalar ile geliştirilmektedir. Şu an bu alanda üç tür sistem vardır (Sangeetha ve Ezhumalai, 2020).

### ***Hidroponik***

Dikey tarım sistemleri içerisinde en yaygın olarak kullanılan, bitki yetiştirmek için sudaki mineral ve besin çözeltilerinden faydalanılan bir sistemdir. Bu yöntem, ortam olarak toprak veya çakıl taşı kullanmaz. Bitki kökleri, akıllı sistem ve cihazlar yardımıyla izlenebilen ve sirküle edilebilen besin çözeltisine daldırılmaktadır (Al-Kodmany, 2018).

### ***Aeroponik***

Aeroponik teknolojisi, uzayda bitki yetiştirmenin verimli yollarını bulmakla ilgilenen Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA) tarafından geliştirilmiştir. Bu iç mekân tekniği, hava/sis ortamında topraksız bitkilerin hızlı büyümesini sağladığı için hidroponik sistemden ileri bir tekniktir. Bu işlem, tepsilerin su tutmasını gerektirmez ve verimli bir hidroponik sisteme göre yetiştiricilikte %90 daha az su kullanılır (Birkby, 2016) Bu, bitkilerin yetiştirilebileceği alan tiplerinin sınırlamalarını azaltır; bir bodrum katından bir depoya kadar değişebilmektedir (Al-Kodmany, 2018). Bu yöntemle üretilen bitkiler daha fazla vitamin ve mineral alabilmekte ve daha besleyici olabilmektedirler (Birkby, 2016).

### ***Aquaponik***

Bu sistem suyu ve balığı aynı ekosistemde birleştiren bir "biyo-sistem"dir. Akvaryumdan gelen atıklar, hidroponik üretim yataklarını

gübrelemek için kullanılır. Kapalı havuzlarda büyüyen balıklar, dikey çiftlikteki bitkiler için yem kaynağı görevi gören besin açısından zengin atık üretmektedirler. Hidroponik bitki yatakları ise atık suyu arıtır, filtreler ve balık havuzlarına geri gönderir, böylece 'biyo filtre' görevi görmektedir (Al-Kodmany, 2018). Aquaponik sistem henüz deneysel aşamada olduğundan büyük ölçekli ticari işletmelerde henüz kullanılmamaktadır (Birkby, 2016).

### ***Dikey tarımda yenilikçi yapılar***

Sky Green ve Crop Box gibi dikey tarımı gerçekleştirmek için özel olarak tasarlanmış bir dizi yenilikçi bina, toplu ölçekte tropikal sebzeler üretmektedir (Chaudhry, 2019). Sky Greens, hidroponik tabanlı uzun A-frame sistemlerinden oluşan Çin lahanası, marul, xiao bai cai, bayam, kang kong, cai xin ve ıspanak gibi çok çeşitli tropik sebzeler üretebilen ticari bir girişimdir (Al-Kodmany, 2018). Anahtar teslim kurulumu, ABD merkezli bir girişim olan Crop Box şirketi tarafından yapılmaktadır ve dikey tarım için oluşturulmuş konteynırları kullanmaktadır. Bu sistemde bitkilerin gelişimi, aydınlatma durumu, besin maddesi ihtiyaçları, ortam sıcaklığı ve su akışını gösteren akıllı sistemler aracılığıyla izlenebilmektedir (Chaudhry, 2019)

Plantagon ve La TourVivanete gibi vizyonerler, kentsel doku içinde bitkisel üretim için yenilenebilir enerji ve sürdürülebilir kaynakların kullanımını en üst seviyeye çıkartmayı amaçlayan yapılar önermektedir (Anonim, 2010).

### ***Dikey tarımda eleştirisel yönler***

Kontrollü çevre tarımının savunucuları, iklim değişikliğinden gıda güvensizliğine kadar değişen zorlukları ele alma potansiyelini tartışarak, bitkisel üretimin geleceği olarak kontrollü çevre tarımını/kentsel çiftçiliği teşvik etmektedir. İtiraz edenler ise, kontrollü çevre tarımının, yoğun sermaye ve enerji ihtiyaçları ile birlikte yüksek kaliteli ürünlere olan dar odağının, kentsel gıda sistemine önemli katkısını sınırladığını belirtmektedir (Goodman ve Minner, 2019). Kentsel tarım ile ilgili endişeler kapsam olarak daha sınırlı olma eğiliminde de olsa bunlar arasında kentsel ekosisteme hastalık ve tarımsal kirleticilerin girişi (Smit ve ark., 2001); arazi kullanımı üzerindeki çatışmalar (Schmelzkopf, 1995); ve kentsel altyapıya karmaşık ve yoğun bakım gerektiren sistemlerin gereksiz eklenmesi (Susca ve ark., 2011) yer almaktadır.

Aynı zamanda, kentsel kontrollü çevre tarımı aşırı iyimser olduğu için de eleştirilmiştir (Hamm, 2015). Bunu sorgulayan kesim, yüksek ön sermaye maliyetlerine (Bhanoo, 2014); kar modelinin karmaşıklılığına (de Nijs, 2017); bitkilerin, örtü altında bile kontaminasyona ve sağlık risklerine yol açabilecek kirleticilere maruz kalmasına (Säumel ve ark., 2012; Alloway, 2004); ve %100 yapay olarak aydınlatılan sistemlerin neden olduğu daha yüksek CO<sub>2</sub> yayılımları, hatta çevresel sürdürülebilirlik iddialarını sınırlayan, ülkeler arası nakliye ve daralmaya bağlı ürün kaybıyla ilişkili enerji maliyetlerini hesaba katmaya (Albright ve de Villiers, 2008) işaret etmektedirler (Goodman ve Minner, 2019).

Ayrıca kentsel tarım iddialarını doğrulamak için planlanan araştırmalar son yıllarda yoğunlaşmıştır. Başarılı bir dikey/kentsel kontrollü çevre tarımı için gereken belirli yöntemler ve teknolojiler hakkında bilgi bugüne kadar büyük ölçüde teorik olmuştur (Januszkiewicz ve Jarmusz, 2017) ve çok az ulusal ve uluslararası çalışma, özellikle kentsel planlama bağlamında kontrollü çevre tarımına odaklanmıştır (Januszkiewicz ve Jarmusz, 2017).

## SONUÇ

Kentsel kontrollü çevre tarımının ekonomik, çevresel ve sosyal etkisi hakkında fikir birliği olmaması ve bu çiftliklere ayrılmış planlamanın sınırlı literatürü göz önüne alındığında, araştırmacılar kontrollü çevre tarımının ayak izinin son yıllarda muazzam bir şekilde büyüdüğü yerlerde bu sistemin nasıl gerçekleştirildiğini incelemek için vaka çalışmalarına girmişlerdir. Bu tür çalışmalarda şu gibi sorulara cevap aramaktadırlar: Kontrollü çevre tarımı yöntemleri kullanılarak yetiştirilen ürünler, şehrin gıda ve beslenme ihtiyaçlarına nasıl katkıda bulunur? Kontrollü çevre tarımı için arazi kullanımı ve gayrimenkul gereksinimleri nelerdir ve genişletilmesi için hangi alanlar mevcuttur? Kontrollü çevre tarımı, özellikle istihdam sağlama açısından, şehir ekonomisine nasıl katkıda bulunur? Kontrollü çevre tarımının sürdürülebilirlik çabalarını geliştirme potansiyeli nedir? (Goodman ve Minner, 2019).

Büyüyen dikey tarım pazarının oluşturduğu büyüklük 2016'da 2 milyar ABD dolarından fazla olmuştur ve 2024 yılına kadar %27 büyüyeceği

tahmin edilmektedir (Global Market Insights, 2017; Goodman ve Minner, 2019).

Ülkemizde ise sistem başlangıç durumundadır. Antalya'da 5.000.000 euro Ar-Ge çalışması kapsamında, 2.500.000 euro yatırımla Türkiye'de dikey tarımın en kapsamlı şekli ile ilk bitki fabrikası kurulmuştur. Toprak kullanılmayan ve gün ışığı almayan kapalı alanlarda %95 daha az su ile üretim yapılan sistemde marul, tere, ıspanak, fesleğen, kekik, gibi yeşil yapraklı sebzelerin üretimine başlanılmıştır (Anonim, 2021 a).

Türkiye'de bitki fabrikaları olarak adlandırılan bu sistemlerde günlük 1000-20.000 baş marul üretimi için hazırlanmış projeler yer almaktadır (Anonim, 2021b).

Dünya, artan nüfus, bozulan iklim ve ekoloji ile başa çıkmaya çalışırken gıda üretim ve temininde yeni sistemler denemektedir. Dikey tarım, kontrollü çevre tarımı, kentsel ziraat, şehir çiftçiliği gibi terimler esasında bu değişen düzende tarımsal üretimin yeni bir teknoloji ve bakış açısıyla gerçekleşebileceğini anlatan ifadelerdir. Dünya bu sistemi son on yılda daha çok kalabalık şehirlerde, tarımsal üretimin arazilerde gerçekleşmesinin zor olduğu bölgelerde (New York, Dubai vb.) denemeye başlamış ve ticari boyutta değerlendirmiştir. Ülkemizde ise 2019 yılında teknik ve ticari olarak bu tanımda sınıflandırılacak bir tesis kurulmuş ve gerçekleştirilmesi planlanan yeni projelerle ilerlemektedir. Dikey tarım, günümüz bozulan doğasının, artan nüfusunun, iklimsel değişikliğinin ve tarım alanlarındaki kirliliğinin sonucunda bize sunulan bir lüks değil gerekliliktir ve birçok ülke ile



birlikte Türkiye'nin de dünyadaki bu dikey tarım gerekliliğine çok yakın zamanda artan bir oranla katılacağı öngörülebilmektedir.

## KAYNAKÇA

- Ackoff, S., Bahrenburg, A., & Shute, L. L. (2017). Building a future with farmers II: Results and recommendations from the national young farmer survey. *Journal*. (<https://youngfarmers.bfcsupport.com/wp-content/uploads/2018/02/NYFC-Report-2017.Pdf>).
- Albright, L. D., & de Villiers, D. S. (2008). Energy investments and CO<sub>2</sub> emissions for fresh produce imported into New York State compared to the same crops grown locally. *Final Report prepared for the New York State Energy Research and Development Authority, Cornell University, Ithaca, (NY), USA*.
- Alloway, B. J. (2004). Contamination of soils in domestic gardens and allotments: a brief overview. *Land Contamination and Reclamation*, 12(3), 179-187.
- Anonim (2010). ([https://www.ateliersoa.fr/verticalfarm\\_fr/pages/images/press\\_urban\\_farm.pdf](https://www.ateliersoa.fr/verticalfarm_fr/pages/images/press_urban_farm.pdf)) (Erişim tarihi: 08.10.2021)
- Anonim (2021b). Bitki fabrikası projeleri. (<https://www.farminova.com>) (Erişim Tarihi: 07.10.2021)
- Anonim (2021a). Hürriyet (<https://www.hurriyet.com.tr/galeri-turkiyenin-ilk-bitki-fabrikasi-kuruldu-41436209/1>) (Erişim tarihi: 05.10.2021)
- Armstrong, D. (2000). A survey of community gardens in upstate New York: Implications for health promotion and community development. *Health & place*, 6(4), 319-327.
- Astee, L. Y., & Kishnani, N. T. (2010). Building integrated agriculture: Utilising rooftops for sustainable food crop cultivation in Singapore. *Journal of Green Building*, 5(2), 105-113.
- Bailey, L.H. (2015). The Holy earth. In: Berry, W., Linstrom, J. (Eds.), *The Authoritative Text Centennial Edition*. Counterpoint.
- Barbosa, G. L., Gadelha, F. D. A., Kublik, N., Proctor, A., Reichelm, L., Weissinger, E., ... & Halden, R. U. (2015). Comparison of land, water, and energy requirements of lettuce grown using hydroponic vs. conventional agricultural methods. *International journal of environmental research and public health*, 12(6), 6879-6891.

- Barker, T., Bashmakov, I., Bernstein, L., Bogner, J., Bosch, P., & Zhou, D. Intergovernmental Panel on Climate Change,(2007). *Climate change 2007: Mitigation of climate change*.
- Beniston, J., & Lal, R. (2012). Improving soil quality for urban agriculture in the North Central US. In *Carbon sequestration in urban ecosystems* (pp. 279-313). Springer, Dordrecht.
- Bhanoo, S. (2014). Vertical farms will be big, but for whom? Indoor farming might help feed millions, or at least make millions.
- Brechner, M. (2013). Both AJ Hydroponik Lettuce Handbook Cornell Controlled Environment Agriculture. *Cornell University*.
- Bridwell, R. (1972). Hydroponic Gardening: The "Magic" of Modern Hydroponics for the Home Gardener. Woodbridge Press Publishing.
- Brin, H., Fesquet, V., Bromfield, E., Murayama, D., Landau, J., & Kalva, P. (2016). The state of vertical farming. *Association for Vertical Farming*.
- Brown, K. H., & Carter, A. (2003). Urban Agriculture and Community Food Security in the United States: Farming from the City Center to the Urban Fringe. A Primer Prepared by the Community Food Security Coalition's North American Urban Agriculture Committee. Community Food Security, Venice, California, October. *Stable URL: <http://www.foodsecurity.org/PrimerCFSCUAC.pdf>*.
- Caldeyro-Stajano, M. (2004). Simplified hydroponics: Urban agriculture and food security. *Practical Hydroponics and Greenhouses: The Soilless Culture and Growers Magazine* 76. pp. 46-48.
- Caplow, T. (2009). Building integrated agriculture: Philosophy and practice. *Urban futures, 2030*, 48-51.
- Chaudhry, A. R., & Mishra, V. P. (2019, March). A Comparative Analysis of Vertical Agriculture Systems in Residential Apartments. In *2019 Advances in Science and Engineering Technology International Conferences (ASET)* (pp. 1-5). IEEE.
- De Nijs, B. (2017). Does Vertical Farming Make Sense? June 29 Hortidaily.com (<http://www.hortidaily.com/article/35974/Doesvertical-farming-make-sense.>) (Erişim tarihi: 19 Ağustos 2018).

- De Zeeuw, H., Van Veenhuizen, R., & Dubbeling, M. (2011). The role of urban agriculture in building resilient cities in developing countries. *The Journal of Agricultural Science*, 149(S1), 153-163.
- Despommier, D. (2005). The Vertical Farm: Reducing the Impact of Agriculture on  
Despommier, D. (2009). Re-greening earth. *Oz* 31, 52–55. (<https://doi.org/10.4148/2378-5853.1468>).
- Despommier, D. (2010). *The vertical farm: feeding the world in the 21st century*. Macmillan.
- Donald, B. (2008). Food systems planning and sustainable cities and regions: the role of the firm in sustainable food capitalism. *Regional Studies*, 42(9), 1251-1262.
- Ecosystem Function and Services. Columbia University Press.
- Engineering 245 052094. [online]. URL. (Erişim tarihi: 6 Eylül 2018). (<http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/245/5/052094/meta>.)
- Gale, H. F. (2003). Age-specific patterns of exit and entry in US farming, 1978–1997. *Review of agricultural Economics*, 25(1), 168-186.
- Gericke, W. F. (1937). Hydroponics—Crop production in liquid culture media. *Science*, 85(2198), 177-178.
- Goddard, M. A., Dougill, A. J., & Benton, T. G. (2010). Scaling up from gardens: biodiversity conservation in urban environments. *Trends in ecology & evolution*, 25(2), 90-98.
- Goodman, W., & Minner, J. (2019). Will the urban agricultural revolution be vertical and soilless? A case study of controlled environment agriculture in New York City. *Land use policy*, 83, 160-173.
- Haight, D., Ten Eyck, L., & Arjomand, S. (2016). *Cultivate New York: An Agenda to Protect Farmland for Growing Food and the Economy*. American Farmland Trust.
- Hamm, M. (2015). The Buzz Around Indoor Farms and Artificial Lighting Makes No Sense. April 10 [online]. URL. (Erişim tarihi: 20 Ağustos 2018). The Guardian. (<https://www.theguardian.com/sustainable-business/2015/apr/10/indoor-farming-makes-noeconomic-environmental-sense>).

- Harrison, J. L. (2011). *Pesticide drift and the pursuit of environmental justice*. MIT Press.
- Herridge, D. F., Peoples, M. B., & Boddey, R. M. (2008). Global inputs of biological nitrogen fixation in agricultural systems. *Plant and soil*, 311(1), 1-18.
- Hodbod, J., Eakin, H.J. (2015). Adapting a social-ecological resilience framework for food systems. *Journal of Environmental Studies and Sciences*. 5, 474. <https://doi.org/10.1007/s13412-015-0280-6>.
- Hodgson, K., Campbell, C., Bailkey, M. (2011). *Urban Agriculture: Growing Healthy Sustainable Places*. Planning Advisory Service Report No. 563. American Planning Association, Chicago, IL.
- Holden, R. (2017). It's Called Vertical Farming, and It Could Be the Future of Agriculture. November 4 [online]. URL. (Erişim Tarihi: 20 Ağustos 2018). Forbes. (<https://www.forbes.com/sites/ronaldholden/2017/11/04/its-called-vertical-farming-and-it-could-bethe-future-of-agriculture/2/>.)
- Ilaslan, G., White, G. B., & Langhans, R. W. (2002). *Insights into the economic viability of a new cea system producing hydroponic lettuce* (No. SP 2002-03). Staff Paper. Institution, Washington, DC.
- Januszkiewicz, K., Jarmusz, M., (2017). IOP Conference Series: Materials Science
- Jensen, M. (2015). The birth of an agricultural revolution: controlled environment agriculture. *Covering Environments - the CEAC Monthly Seminars*. [online]. URL. (Erişim tarihi 20 Ağustos 2018). (<http://ceac.arizona.edu/events/ceac-seminar-series-1211>).
- Kaufman, J. L., & Bailkey, M. (2000). *Farming inside cities: Entrepreneurial urban agriculture in the United States*. Cambridge, MA: Lincoln Institute of Land Policy.
- Kissinger, G. M., Herold, M., & De Sy, V. (2012). *Drivers of deforestation and forest degradation: a synthesis report for REDD+ policymakers*. Lexeme Consulting.
- Lehmann, S. (2010). The Principles of Green Urbanism: Transforming the City for
- Lovell, S. T. (2010). Multifunctional urban agriculture for sustainable land use planning in the United States. *Sustainability*, 2(8), 2499-2522.

- Marginson, S. (2010). Aerofarms urban agriculture system: Less space, less water, and no pesticides. Retrieved September 23, 2011.
- Mattson, N., Albright, L. D., de Villiers, D. A. V. I. D., Brechner, M. E. L. I. S. S. A., & Langhans, R. O. B. E. R. T. (2015). Top misconceptions about CEA. *Inside Grower*, 32-34.
- Mendes, W., Balmer, K., Kaethler, T., & Rhoads, A. (2008). Using land inventories to plan for urban agriculture: Experiences from Portland and Vancouver. *Journal of the American Planning Association*, 74(4), 435-449.
- Millam, S., Sharma, S. K. (2007). Soil-Free Techniques In: Potato Biology and Biotechnology: Advances and Perspectives, D Vreugdenhil.
- Mukherji, N., Morales, A. (2010). Zoning for Urban Agriculture. American Planning Association., Chicago, IL.
- Nugent, R. (2000). The impact of urban agriculture on the household and local economies. Bakker N., Dubbeling M., Gündel S., Sabel-Koshella U., de Zeeuw H. *Growing cities, growing food. Urban agriculture on the policy agenda. Feldafing, Germany: Zentralstelle für Ernährung und Landwirtschaft (ZEL)*, 67-95.
- Nugent, R. (2000). The impact of urban agriculture on the household and local economies. Bakker N., Dubbeling M., Gündel S., Sabel-Koshella U., de Zeeuw H. *Growing cities, growing food. Urban agriculture on the policy agenda. Feldafing, Germany: Zentralstelle für Ernährung und Landwirtschaft (ZEL)*, 67-95.
- Oberndorfer, E., Lundholm, J., Bass, B. (2007). Green roofs as urban ecosystems: ecological structures, functions, and services. *BioScience* 57, 823–833. (<https://doi.org/10.1641/B571005>).
- Orozco, L., Rico-Romero, L., & Escartin, E. F. (2008). Microbiological profile of greenhouses in a farm producing hydroponic tomatoes. *Journal of food protection*, 71(1), 60-65.
- Pendall, R., 2003. Sprawl Without Growth: The Upstate Paradox. The Brookings

- Pothukuchi, K. (2004). Community food assessment: A first step in planning for community food security. *Journal of Planning Education and Research*, 23(4), 356-377.
- Pothukuchi, K., & Kaufman, J. L. (1999). Placing the food system on the urban agenda: The role of municipal institutions in food systems planning. *Agriculture and human values*, 16(2), 213-224.
- Pothukuchi, K., & Kaufman, J. L. (2000). The food system: A stranger to the planning field. *Journal of the American planning association*, 66(2), 113-124.
- Rees, W., Wackernagel, M. (1996). Urban ecological footprints: why cities cannot be sustainable—and why they are a key to sustainability. *Environ. Impact Assess. Rev.* 16 (4–6), 223–248.
- Rogers, M.A. (2017). Organic vegetable crop production in controlled environments using soilless media. *HortTechnology*. 27 (2), 166–170.
- Rogus, S., & Dimitri, C. (2015). Agriculture in urban and peri-urban areas in the United States: Highlights from the Census of Agriculture. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 30(1), 64-78.
- Sangeetha, T., & Ezhumalai, P. (2020). Enhanced and cost-effective techniques used for plant growth in vertical agriculture. *Materials Today: Proceedings*.
- Säumel, I., Kotsyuk, I., Hölscher, M., Lenkerei, C., Weber, F., & Kowarik, I. (2012). How healthy is urban horticulture in high traffic areas? Trace metal concentrations in vegetable crops from plantings within inner city neighbourhoods in Berlin, Germany. *Environmental Pollution*, 165, 124-132.
- Schmelzkopf, K. (1995). Urban community gardens as contested space. *Geographical review*, 364-381.
- Smit, J., & Nasr, J. (1992). Urban agriculture for sustainable cities: using wastes and idle land and water bodies as resources. *Environment and urbanization*, 4(2), 141-152.
- Smit, J., Nasr, J., Ratta, A. (2001). *Urban Agriculture: Food, Jobs and Sustainable Cities*, second ed. The Urban Agriculture Network with permission from the United Nations Development Programme, Washington, DC.

- Sorensen, A. A., Freedgood, J., Dempsey, J., & Theobald, D. M. (2018). Farms under threat: The state of America's farmland. *American Farmland Trust: Washington, DC, USA*.
- Steel, C. (2012). Sitopia–harnessing the power of food. *Sustainable Food Planning, Evolving Theory and Practice. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands, 37-46*.
- Susca, T., Gaffin, S. R., & Dell'Osso, G. R. (2011). Positive effects of vegetation: Urban heat island and green roofs. *Environmental pollution, 159(8-9)*, 2119-2126.
- Sustainability. Earthscan, London.
- Takatsuji, M. (1987). An Introduction to Plant Factories (Shokubutsu-kohjyo Nyumon). Ohmu-sha, Tokyo, Japan.
- Thomaier, S., Specht, K., Henckel, D., Dierich, A., Siebert, R., Freisinger, U. B., & Sawicka, M. (2015). Farming in and on urban buildings: Present practice and specific novelties of Zero-Acreage Farming (ZFarming). *Renewable Agriculture and Food Systems, 30(1)*, 43-54.
- Thomaier, S., Specht, K., Henckel, D., Dierich, A., Siebert, R., Freisinger, U. B., & Sawicka, M. (2015). Farming in and on urban buildings: Present practice and specific novelties of Zero-Acreage Farming (ZFarming). *Renewable Agriculture and Food Systems, 30(1)*, 43-54.
- Weber, C. L., & Matthews, H. S. (2008). Food-miles and the relative climate impacts of food choices in the United States.
- Weber, C.L., Matthews, H.S., 2008. Food-miles and the relative climate impacts of food choices in the united states. *Environmental Science and Technology*. 42 (10), 3508–3513. <https://doi.org/10.1021/es702969f>.
- Weis, T. (2010). The accelerating biophysical contradictions of industrial capitalist agriculture. *Journal of agrarian change, 10(3)*, 315-341.
- Wekerle, G. R. (2004). Food justice movements: Policy, planning, and networks. *Journal of Planning Education and Research, 23(4)*, 378-386.





## BÖLÜM 8

### KENTSEL ALANLARDA SÜRDÜRÜLEBİLİR SU YÖNETİMİNE YÖNELİK PEYZAJ DÜZENLEME YAKLAŞIMI: YAĞMUR BAĞÇELERİ

Arş. Gör. Sülem ŞENYİĞİT DOĞAN<sup>1</sup>,  
Dr. Öğr. Üyesi Hüccet VURAL<sup>2</sup>, Dr. Öğr. Üyesi Ayşenur AKBANA<sup>3</sup>,

---

<sup>1</sup> Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Bingöl, Türkiye, 0000-0002-8370-4593, ssenyigit@bingol.edu.tr

<sup>2</sup> Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Bingöl, Türkiye, 0000-0001-6115-1572, hvural@bingol.edu.tr

<sup>3</sup> Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Bingöl, Türkiye, 0000-0003-0394-7278, anurbektas@gmail.com



## GİRİŞ

Son dönemlerde “sürdürülebilirlik” kavramı ile ilgili belirtilen görüşlerde “sürdürülebilir kentsel gelişme” öne çıkan temel gündem maddelerinden biridir. Aynı zamanda sürdürülebilirlik kavramı, Ortak Geleceğimiz (Brundtland) Raporu’nda “bugünün ihtiyaçlarını, gelecek kuşakların kendi ihtiyaçlarını karşılayabilme olanaklarından ödün vermeksizin sağlanması” olarak belirtilmektedir (Özcan,2007).

Sürdürülebilirlik tanımı, verimliliğin en uygun koşullarda sürekliliğin sağlanması olarak açıklanabilir. Kalkınma tanımı ile beraber tanıştığımız sürdürülebilirlik, devamlı hale gelmesi gerekenlerin neler olması gerektiği ile ilgili genel bir çerçeve oluşturmuştur. Fakat sürdürülebilirliğin bütünlüğünün sağlanması için, meydana gelen öğelerin de sürdürülebilir olması şartı göz önünde bulundurulduğunda, kavramın hatları ve ölçeği küçültülerek, obje bazında dahi sürdürülebilirlik gereklilik haline gelmiştir. Bu gün dünya yaşamını sürdüren nüfusun yaklaşık yarısı şehirlerde yaşamını sürdürmekte ve kent merkezlerinde oluşan bu yoğun baskıdan diğer alanlar da etkilenmekte ve kavramın en belirgin olduğu kısım, insan ve çevre ilişkilerinin en etkin olduğu oluşumu simgeleyen kentler olduğu önemle ortaya çıkmıştır (Atıl ve ark., 2005).

Kentler, konut, sanayi, ticaret alanları, ulaştırma amaçlı gibi çeşitli arazi kullanımlarının ve insan etkisinin en fazla olduğu alanlardır (Alkan,2018). Kentlerde sanayinin gelişmesi ile birlikte kırsal alanlardan kentlere doğru giderek artan göç, sanayi ve ticari amaçlı

kullanımlar, plansız arazi kullanımı, atmosfere salınan sera gazlarından kaynaklanan kirlilik, bu alanların çevresel sorunların daha yoğun yaşandığı alanlar olmasına sebep olmaktadır. Bu nedenle, kentsel alanlarda yeşil alan miktarı gün geçtikçe azalmakta, doğal unsurların tahrip edilmesi yaşam döngüsünü zorlaştırmakta, insan doğa ilişkileri zarar görmekte ve bu da kentlerde giderek büyüyen ekolojik sıkıntıların ortaya çıkmasına yol açmaktadır. Günümüz kentleri, ekolojik temel olmadan, plansız ve denetimsiz bir gelişim sergilemektedir (Korkut ve ark., 2017).

Hızlı ve sağlıksız kentsel büyüme ile birlikte beton, asfalt gibi yüzeylerin kullanımıyla sert zemin oranı kentlerde artırmakta, bu durum kentlerde yeşil alan miktarının azalmasına ve sonuçta geçirimli yüzeylerin gün geçtikçe yok olmasına neden olmaktadır. Yaşanan bu durum kent alanlarındaki yerleşim birimlerinin yeraltı su kaynaklarını farklı etkilerle tehdit etmekte, iklim değişiklerinin kentlerde etkisinin daha çok hissedilmesine yol açmaktadır (Korkut ve ark., 2016).

Yer yüzeyine yağmurla gelen yağışın yüzeysel akışa geçen oranının fazlaşması, kentsel alanların çevresel felaketlere açık hale gelmesi, yer altı su kaynaklarına yönlendirilen su miktarının daha az olması, yağmur sularının akış zamanının kısalması, yağışla gelen yüzey sularının kirlenerek kalitesinin değişime uğraması, yüzey sularına derene edilmesi için uygulanan sistemlere ait işletim ve yatırım miktarının artması gibi sıkıntılar yağmur sularının daha planlı bir

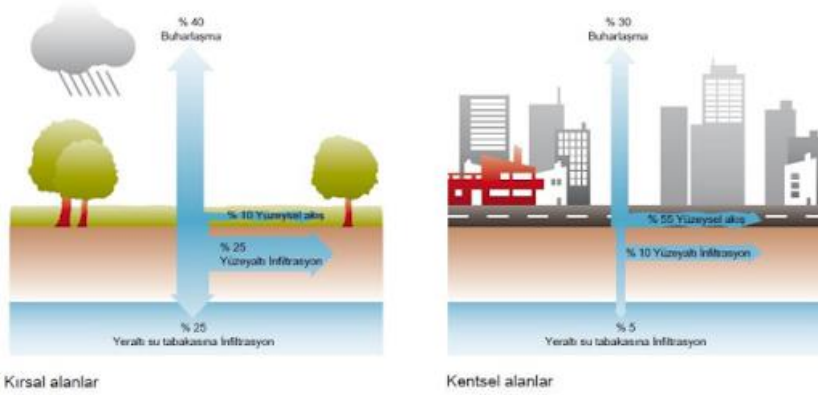
strateji ile yönetilmesi gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır (Demir, 2012).

Yağmur sularını drene etmek için kentsel alanlarda kullanılan geleneksel yağmur suyu toplama sistemleri, yağmur sularını çeşitli kanalizasyon sistemi ile bulunduğu alandan uzaklaştırarak çeşitli çevre sorunlarına sebep olmaktadır. Kentsel alanlarda gün geçtikçe artan sert zemin uygulamaları yağmur sularının toprağa sızmasına olanak vermeden taşınmasına sebep olmakta, bu durum yağmur sularının ulaştığı yer altı su kaynaklarının kirlenmesine ve yeterli beslenmemesine neden olmaktadır. Küresel iklim değişikliğinin de etkileri ile su kaynaklarında yaşanan sorunlar bu konuda geleceğe yönelik bütüncül bir strateji ve çeşitli çözüm önerilerini zorunlu kılmıştır.

Kentlerde sürdürülebilir peyzaj düzenleme yaklaşımı olarak da görülen ve aynı zamanda yağmur suyu yönetimi sağlamak amacıyla yapılması önerilen yağmur bahçeleri yeraltı su kaynaklarının doğal bir döngü içerisinde beslenmesine katkıda bulunurlar. Bugün ve gelecekte daha yaşanabilir kentler oluşturmakla kalmayıp aynı zamanda küresel ısınma ve iklim değişikliğinin hız kazandığı, su kaynaklarının korunması ve iyi değerlendirilmesinin ihtiyaç olarak görüldüğü günümüzde yağmur bahçeleri, geçirimli döşeme, yağmur hendeği gibi sürdürülebilir kentsel yağmur suyu yönetimi modelleri kapsamında çözümler üretmektedir.

## KENTLEŞMENİNİN SU DÖNGÜSÜ ve KAYNAKLARINA ETKİSİ

Kontrol edilemeyen kentsel dağılım ve insan odaklı iklim değişikliği, son dönemlerin geri dönüşümü çok da mümkün olmayan ve beklenen iki temel sorunu olarak gösterilmektedir. Sınırlandırılmayan kentsel yayılım, iklim değişikliğinde önemli role sahip olan bir etmendir. Kentsel alanlarda bulunan nüfusun artışıdaki hızlanma ile birlikte kent merkezlerinde ve etrafında bulunan doğal yeşil alanlar yanlış arazi kullanımı nedeniyle yerini geçirimsiz özelliklere sahip beton veya asfalt ısı adası etkisi ortaya çıkartacak yüzeylere bırakmaktadır (Kuşak ve Küçükali, 2019).



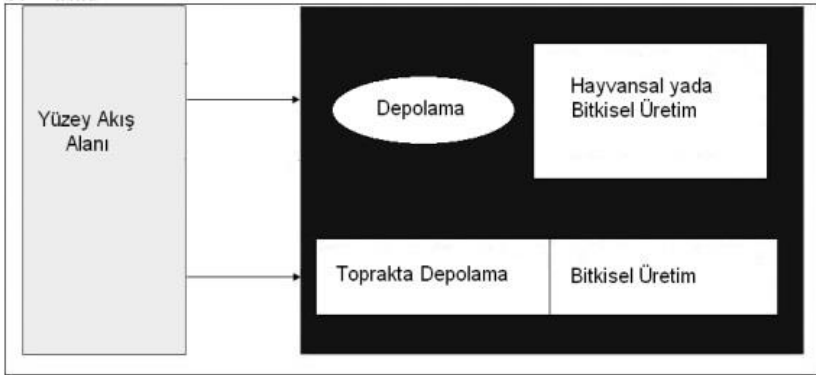
Şekil 1: Kırsal ve kentsel alandaki su hareketi (Anonim, 2017)

Yağmur suyunun yüzeysel akışa geçen oranı kırsal alanlarda yaklaşık % 10 miktarında iken, kent merkezlerinde bu oran %50 civarına kadar çıkabilmektedir. Bu suların su kaynaklarına doğrudan aktarılması sel veya taşkın gibi çevresel felaketlerin artmasına neden olmaktadır.

Suyun doğal döngüsünün bozulması birçok sıkıntıyı da ortaya çıkarmaktadır. Yüzeysel akışa geçen yağmur suyu ciddi seviyede bozunuma maruz kalmakta, alıcı ortama taşınan yağmur suyu bu sebeple su kaynaklarının kirlenmesi yol açmaktadır. Aynı zamanda yer altı su seviyesine ulaşan su miktarındaki ciddi azalma içme suyunun karşılanmasını zorlaştırmaktadır. Yağmur sularını toplama maksadıyla kentsel alanlardaki drene sistemleri için kullanılan malzeme oranı artırmakta, bu durum daha fazla yapım ve bakım maliyetlerini de beraberinde getirmektedir (Anonim, 2017).

## YAĞMUR SUYU TUTMA YÖNTEMLERİ

Yağmursularından üst seviyede yarar sağlayacak bir strateji oluşturmayı amaçlayan su toplama yöntemleri, yağmur suları ve yüzey akışına geçen suların yönlendirilip toplanarak biriktirilmesi, bitkisel ve hayvansal üretim veya evsel tüketim için gerekli olan suyun sağlanması olarak belirtilebilir (Şekil 2).



Şekil 2: Su toplama yöntemlerinin genel prensibi (Pamuk Mengü ve Akkuzu, 2008)



Yağmur suyu toplama yöntemlerinin genel amacı; yer altı ve yer üstü su kaynaklarının kısıtlı veya su kaynaklarına ulaşmanın ekonomik anlamda oldukça yüklü olduğu alanlarda güvenilir su erişimini sağlamaktır. Örnek verilecek olursa, Japonya'nın başkenti Tokyo ve diğer kentlerinde yağmur suları acil durumlar için biriktirilerek kullanılmaktadır. Fiji adalarında havaalanı, okul gibi devlet birimlerine ait kamu binalarının çatılarından toplanan yağmur suları kullanılmaktadır. Yağmur ve yüzey akışıyla gelen suların tutulması, kullanılması ve yaşamsal döngüde tekrar işlevsel hale getirilmesi amacıyla suyu biriktirmek için teknikler geliştirilmiştir; çatılardan ve yüzeylerden olmak üzere temel olarak iki farklı teknik kullanılmaktadır (Alparslan ve ark., 2008; Üstün ve ark., 2020).

Çatılardan su toplama tekniğinde yüzeydeki suyun toplanıp, yağmur olukları vasıtasıyla tanklara ya da depolara aktarılması işlemi ile yapılmaktadır. Yüzey suları toplamam tekniğinde ise alana belli bir eğim verilmesi ile bir noktaya yönlendirilerek burada toplanması ve depolanması sağlanarak gerekli işlemler için kullanımının sağlanmasıdır. “Toplama kanalları”, “sarnıç sistemleri” ve “yağmur tankları” gibi kullanımlar, geçmiş ve günümüz dünyasının temel uygulamalarıdır (Şahin ve Manioğlu, 2011) (Şekil 3). Dünyamız ve ülkemizde örnek verilmesi gerekirse Safranbolu'nun geleneksel konutlarında da sokak kenarlarında yapılan arkalar, eriyen kar ve biriken yağmur sularını yönlendirerek doğal yaşam döngüsüne katkıda bulunmaktadır. Avrupa'nın “Green City” tanımını almaya hak

kazanan Freiburg’da da bu su toplama sistemi uygulanmıştır (Gezer, 2013).



**Şekil 3:** Çatı yüzeyinden yağmur suyu toplama sistemi (Anonim,2014)

Yerleşik hayata geçilmesi ve tarımın faaliyetlerinin başlangıcı ile ilişkilendirilen “su toplama” ve “depolama” tekniklerinin yanında, “su tutma” yöntemlerinin de ilerletilmesi ile artık “yağmur hasadı” tanımı yaygın olarak kullanılmaktadır. Kentsel mekanlarda ise yoğun olarak kullanılan; yağmur bahçesi ve hendekleri, geçirimli zemin döşemeleri, çatı bahçeleri, sarnıçlar olup, bu çalışmada ise yağmur suyu yönetimi modeli olarak “Yağmur Bahçeleri” ele alınmaktadır (Müftüoğlu ve Perçin, 2015)

## YAĞMUR BAHÇELERİ

Yağmur bahçeleri; çatılar, yollar, park alanları veya benzeri geçirimsiz yüzeylere düşen yağmur suyunun direk olarak yönlendirildiği ve akan bu yağmur suyunu geçici olarak tutmak ve emmek için tasarlanmış genelde bölgeye özgü bitkilerin de içinde yetiştirildiği sığ çukur alanlardır veya diğer bir tanımla biyolojik tutma alanları da denilmektedir (Müftüoğlu ve Perçin, 2015) (Şekil 4).



Şekil 4. Yağmur bahçesi (Anonim, 2018)

Biyolojik tutma mantığı ile işlevini sürdüren yağmur bahçeleri, yağışla gelen yağmurun durdurulması, sızması, buharlaşması ve terlemesini sağlayarak kontrol eder. Yağmur suyu, yer altı su sistemine ulaşmadan toprak katmanları ve bitki kökleri vasıtasıyla filtrelendirir. Yağmur bahçesinin nasıl işlev gördüğüne dair en basit haliyle anlatımı Şekil 5’ de verilmiştir. Bitkilerde bulunan kök sistemleri de filtreleme özelliğini artırır, toprağın su geçirgenliğini muhafaza eder veya fazlalaştırır, nem oranının dağılımını sağlar.

Ayrıca, terleme süreci boyunca yağmur bahçesi bitkileri su buharını atmosfere geri dönüşümünü sağlar (ÇŞB, 2018).



Şekil 5: Yağmur bahçesinin işlevine ait döngü (Anonim,2015)

Yağmur bahçesi bir geleneksel bir su bahçesi, bir gölet veya sulak alanların aksine, yağmurlu bir bahçe çoğu zaman kurudur. Yağmur bahçesinin amacı, yakınlardaki su kaynaklarının bünyelerindeki su kalitesini iyileştirmek ve yağmur suyunun, yağmur suyu drenaj kanallarından doğrudan deniz, nehir gibi alanlara iletilmesi yerine yeraltı suları olarak kullanılmasını olanak vermektedir (Anonim, 2016). Aynı zamanda yağmur bahçeleri, akarsu kaynaklarına ulaşan kirlilik miktarını% 30'a kadar azaltabilir.

Yağmur bahçelerinin özetle faydalarını şu şekilde sıralayabiliriz:

- Yağmur bahçeleri estetik yönden güzel özellikle peyzaj özellikleri taşırlar ve aynı zamanda kent ekolojisine olumlu katkılar sağlarlar.

- Yağmur bahçesinde bulunan bitkiler birçok hayvana yaşam alanı oluşturur, kelebek, kuşlar için cezbedici özelliktedirler.
- Yağmur bahçeleri alana düşen yağmur suyunun büyük bir kısmını absorbe ederek yüzey suyuyla gelen kirliliğin en yakın su kaynağına (nehir, dere, göl vb.) gitmesini engeller.
- Yüzey akış hızını azaltarak drenaj sorunlarına çözüm oluşturabilir.
- Yağmur bahçeleri, yağmur suyundaki yaygın kirleticilerin(Gübreler, zirai mücadele ilaçları, yağ kalıntısı vb.) çoğunu fitreleyip, temizleyebilir.
- Yüzey akış hızını düşürmesiyle sel gibi taşkınların oluşmasını engelleyebilir.
- Kentsel alanlarda sert ve geçirimsiz yüzeyler tarafından engellenen doğal bir süreç olan yeraltı suyu döngüsünün oluşmasına katkıda bulunur ve yeraltı suyunu besler
- Geleneksel çim yüzeyler ile karşılaştırıldığında, yağmur bahçeleri % 30 daha fazla su emilimini gerçekleştirmektedirler. (Anonim ,2017).

Yağmur bahçesi tasarımında önerilen bitkilerin çoğu bölge iklimine uyumlu, derin ve geniş köklü bitkiler olup aynı zamanda suyu filtreleme özelliğine sahip, kuraklığa ve sıcaklığa dayanım gösteren, yağmur suyunun absorbe edilmesine katkıda bulunurlar. Yağmur bahçesi seçiminde genel olarak gözenekli kök yapıları ve yüksek büyüme oranları ile çok yıllık otsu bitkilerdir. Yağmur bahçesi için geniş bir alan tercihi yapılırsa ağaç veya çalı da dikilebilir (Hunt et al.2014).Bu bitkiler dikildikten sonra özel bakıma ihtiyaç duymazlar.

Kurulduktan sonra sulama veya biçme ihtiyacı duymazlar. Senede bir defa bahçe yüzeyini nemli ve temiz tutmak için öğütülmüş sert ağaç malçlarının eklenmesi ve yabancı otların ve istilacı türlerin ayrıştırılması büyük ölçüde yeterli olacaktır.

Bitki örtüsü düzenleme ile ilgili seçim aşamasında;

- Yağmur bahçesinin konumlanacağı alanın ışık düzeyi
- Uygulanacak olan bölgenin iklimsel özellikleri
- Yağmur bahçesinin maruz kalabileceği rüzgar hızı

gibi faktörler dikkate alınarak işlem uygulanmalıdır (ÇŞB, 2018).

Yağmur bahçeleri dik yamaçlara, drenaj sistemi iyi olmayan düşük kotlara, sağlıklı toprakla örtülü ve yoğun bitki örtüsü bulunan alanlara, yüksek yeraltı su kaynaklarının olduğu arazilere uygulanmamalıdır (Müftüoğlu ve Perçin, 2015).

Biyolojik tutma görevi üstlenen yağmur bahçeleri tipik olarak %60 kum, %20 kompost ve %20 üst toprak içermelidir. Fakat alanın iklim koşulları gibi çevresel faktörler de toprak seçiminde dikkate alınmalıdır. Daha yüksek kompost konsantrasyonuna sahip topraklar yeraltı ve yağmur sularının filtrelenmesinde iyileştirilmiş etkiler göstermiştir (Muthanna et al., 2008). Uygulanan alanın toprağı suyun uygun bir şekilde süzülmesine izin verecek kadar geçirgen olmadığı takdirde toprak değiştirilmeli ve bir alt drenaj sistemi kurulmalıdır. Bazen yağmur bahçesinin en alt katmanına yakın bir kısma çakıl

tabakası yerleştirildiğinde suyun süzülme hızı artabilmektedir (Anonim, 2020)

Peyzaj düzenleme yaklaşımları kapsamında yağmur bahçeleri yer aldığı alanlar içinde veya yol kenarı/refüj tasarımı olmak üzere iki şekilde uygulanabilir. (ÇŞB, 2018)(Şekil 6).



Şekil 6: Yol kenarı yağmur bahçesi örneği ve kesiti (ÇŞB, 2018)

Dünyada da yağmur bahçelerinin örneklerini görmemiz mümkündür. Konut bahçelerinde daha sık uygulanmalarıyla birlikte okul bahçelerinde, ya da kent parkında da yapılmaktadırlar.

Buna örnek olarak Amerika Birleşik Devletleri, Texas eyaletinin Austin şehrinde yer alan Big Stacy kent parkında yağmur bahçesi uygulamasını görebilmekteyiz (Şekil 7).



**Şekil7:** Amerika Birleşik Devletleri, Texas eyaletinin Austin şehrinde yer alan Big Stacy kent parkında yapılmış yağmur bahçesi

2010 yılında yapılan yağmur bahçesi aynı zamanda uygulanan ilk kamusal yağmur bahçesi özelliği taşımaktadır. Kent parkında uygulanmasındaki asıl amaç insanları kendi konut alanlarında yağmur bahçesi yapmaya teşvik etmektir. Bahçenin hemen yanında yağmur bahçelerinin işlevi hakkında bilgilendirmek amacıyla bir tabela bulunmaktadır. Yol kenarına uygulanan yağmur bahçesine şekil7 'te görüldüğü gibi yağış olduğu dönemlerde yağmur sularının yönlendirilmesi amacıyla üzerinde metal bir levhanın bulunduğu oluk oluşturulduğunu görebilmemiz mümkündür.





Şekil7: Yağmur sularının yönlendirilmesi amacıyla oluşturulan oluk

Amerika Birleşik Devletleri, Washington eyaletinin Seattle şehrinin Puget Sound bölgesinde ise Washington State University ve bölgeye ait kamu tarafından yürütülen çalışmayla 2016 yılı itibariyle bölge halkının katılımı sağlanarak 12000 yağmur bahçesi yapımı hedefiyle proje oluşturuldu.

Bu çalışmanın asıl amacı ilk olarak yağmur bahçeleri uygulamalarıyla su kaynaklarının kirliliğini azaltmak ve Puget Sound Bölgesindeki sel taşkınlarının önüne geçmek olarak belirtilmektedir.

Ülkemizde ise Trakya Üniversitesi kampüslerine yeşil alt yapı kapsamında uygulanmıştır. Mimarlık Fakültesi öğrencisinin yüksek lisans tezi kapsamında yürütülen proje ile uygulanmıştır. Trakya Üniversitesinin 3 kampüs alanına yağmur bahçeleri kurulmuştur (Anonim 2021) (Şekil 8).



Şekil 8: Trakya Üniversitesine kurulan yağmur bahçeleri (Anonim 2021)

## SONUÇLAR

Son dönemlerde kentsel mekanların plansız büyümesinin bir sonucu olarak yeşil alanların azalması ve sonucu olarak geçirimsiz yüzeylerin artması yağmur suyu kaynaklı sorunlar yaşamamıza neden olabilmektedir. Yağmur suyunun yüzeysel akışa geçen oranının artış göstermesi, yağmur suyu geçiş süresinin kısalması, kentsel alanların sel gibi felaketlere açık hale gelmesi, yer altı su tabakasına ulaşan su miktarının azalması veya kirlenmesi, yağmur suyu drenajı için bütüncül stratejiler oluşturan bir yönetimini mecburi kılmıştır (Demir,2012).

Hızla ve plansızca büyüyen kentlerde sürdürülebilir peyzaj düzenleme yaklaşımları daha büyük önem taşımaktadır. Yağmur bahçeleri bu anlamda uygulanabilir önemli bir araçtır. Hem peyzaj anlamında görsel sunum sağlarken aynı zamanda yağmur suyu yönetimi kapsamında birçok faydası bulunmaktadır. Yağmur sularının yüzeysel akışa dönüşümünü azaltarak kentlerde oluşabilecek sel çevresel taşkınların olma olasılığını azaltırken aynı zamanda yeraltı su kaynaklarının beslenmesine de katkıları bulunmaktadır.

## KAYNAKLAR

- Alkan, A. (2018). Batman Kentinde Mekansal Büyümenin Arazi Kullanımına Etkisi. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi 5(3):260-273.
- Alparslan, N., Tanık A., Dölgen, D. (2008). Türkiye’de Su Yönetimi Sorunlar ve Öneriler. Türk Sanayicileri ve İşadamları Derneği (TÜSİAD) T/2008-09/469.
- Anonim (2014).[https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/190672/mod\\_resource/content/0/Su%20Hasad%C4%B1\\_11hf.pdf](https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/190672/mod_resource/content/0/Su%20Hasad%C4%B1_11hf.pdf) (Erişim tarihi: 12.10.2021).
- Anonim (2015).<http://www.watershedco.com/projects/carolina-clear-interpretive-signs/>. (Erişim tarihi: 09.10.2021).
- Anonim (2016).[https://en.wikipedia.org/wiki/Rain\\_garden](https://en.wikipedia.org/wiki/Rain_garden). (Erişim tarihi: 10.10.2021).
- Anonim (2017). Sünger Şehirler. <http://www.sungersehirler.com/6121-yagmur-suyu-yonetimi-SungerSehirlerHaberDetayi.aspx> (Erişim tarihi: 12.10.2021).
- Anonim (2018). Tarım.com.tr. <https://www.tarim.com.tr/Kamu-Kurumlarina-Yagmur-Bahceleri-Kurulacak,38922h> (Erişim tarihi: 12.10.2021).
- Anonim (2019). <http://www.groundwater.org/action/home/raingardens.html>. (Erişim tarihi: 11.10.2021).
- Anonim (2020). [https://en.wikipedia.org/wiki/Rain\\_garden](https://en.wikipedia.org/wiki/Rain_garden) (Erişim tarihi:10.10.2021).
- Anonim (2021). <https://www.trakya.edu.tr/news/trakya-universitesi-yerleskelerinde-yagmur-bahceleri-kuruldu-> (Erişim tarihi:11.10.2021).
- Atıl, A., Gülgün, B., Yörük, İ. (2005). Sürdürülebilir Kentler ve Peyzaj Mimarlığı. Ege Üniv. Ziraat Fakültesi Dergisi 42(2):215-226.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2018). Yağmur Bahçesi Hazırlama Kılavuzu.
- Demir D. (2012). Konvansiyonel Yağmur-suyu Yönetim Sistemleri ile Sürdürülebilir Yağmur-suyu Yönetim Sistemlerinin Karşılaştırılması: İTÜ Ayazağa Yerleşkesi Örneği. (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Gezer, H. (2013). Geleneksel Safranbolu Evlerinin Sürdürülebilirlik Açısından Değerlendirilmesi. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 12(23).
- Gölcük A., 2010. Kentsel Planlama Sürecinde Kent Formundaki Değişimlerin Diyarbakır Kenti Örneğinde Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Peyzaj Mimarlığı Programı, Adana,113,2010.
- Hunt, W. F., Lord, B., Loh, B., Sia, A. (2014)."Introduction", Plant Selection for Bioretention Systems and Stormwater Treatment Practices, Springer Singapore, 1-6.
- Jaber, F., Woodson, D., LaChance, C. and York, C. (2012). Stormwater Management: Rain Gardens, The Department of Soil and Crop Sciences and Texas A&M AgriLife Communications. The Texas A&M System, USA, 20.
- Korkut, A., Gültürk, P., Üstün Topal P. (2016). Kentsel Peyzaj Yapılarında Zemin Geçirimsizliği Üzerine Bir Araştırma: Tekirdağ Örneği. Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi 16 (2): 412-422
- Korkut, A., Kiper, T., Üstün Topal, Tuğba. (2017). Kentsel Peyzaj Tasarımda Ekolojik Yaklaşımlar. Artium, Mimarlık, Planlama, Sanat ve Tasarım Dergisi 5 (1):14-26.
- Kuşak, L., Küçükali, U. (2019). Outlier Detection of Land Surface Temperature: Küçükçekmece Region. International Journal of Engineering and Geosciences , 4 (1) :1-7 .
- Muthanna, T. M., Viklander, M., Thorolfsson, S. T. (2008). "Seasonal climatic effects on the hydrology of a rain garden". Hydrological Processes 22 (11): 1640–1649.
- Pamuk Mengü, G., Akkuzu, E. (2008). Küresel Su Krizi ve Su Hasadı Teknikleri. ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 5(2):75-85.
- Müftüoğlu V., Perçin H. (2015). Sürdürülebilir kentsel yağmur suyu yönetimi kapsamında yağmur bahçesi. İnönü Üniversitesi Sanat Ve Tasarım Dergisi 5 (11): 27-37.

- Özcan, A. (2007). Ekolojik Temele Dayalı Sürdürülebilir Kentsel Gelişme: Malatya Kent Örneği Üzerinden Bir Değerlendirme. 38. (ICANAS). 10-15 Eylül Ankara.
- Sert E., Enerji Etkin Kentsel Peyzaj Tasarımında Yağmur Suyu, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı Peyzaj Mimarlığı Programı, İstanbul, 133, 2013.
- Şahin, N. İ., Manioğlu, G. (2011). Binalarda Yağmur Suyunun Kullanılması. Tesisat Mühendisliği Dergisi, 125.
- Üstün, G.E., Can, T., Küçük, G. (2020). Binalarda Yağmur Suyu Hasadı. Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi 25(3): 1593-1610.

## BÖLÜM 9

### SİLAJLIK YEM BİTKİLERİ, SİLAJ KATKI MADDELERİ VE YEM DEĞERİNE ETKİSİ

Dr. Öğr. Üyesi Esra GÜRSOY<sup>1</sup>

Doç. Dr. Tugay AYAŞAN<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup>Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Celal Oruç Hayvansal Üretim Yüksekokulu Hayvan Yetiştirme ve Besleme Anabilim Dalı, Ağrı, Türkiye. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4697-7365>, [egursoy@agri.edu.tr](mailto:egursoy@agri.edu.tr)

<sup>2</sup>Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Organik Tarım İşletmeciliği Bölümü, Osmaniye, Türkiye.  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7397-6483>, [tayasan@gmail.com](mailto:tayasan@gmail.com)



## **Silaj**

Ruminant beslemede önemli bir yere sahip olan kaba yemler, çayırmara ve yem bitkileri yetiştiriciliği ile tarla tarımından elde edilmektedir. Mevcut olan kaba yem kaynakları, hayvansal ihtiyacı karşılayamamakta ve dünya nüfusunun artması ile insan beslenmesinde önemli olan hayvansal protein yeterince karşılanamamaktadır. Günümüzde kaliteli kaba yemin yeterince sağlanabilmesi için çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Aynı zamanda elde edilen kaliteli kaba yemin yılın her mevsiminde hayvana sağlanabilmesi için çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Bunların başında yemin kurutulması ve silolanması gelmektedir. Yemin kurutulması sırasında kurutma işlemlerine bağlı bazı besin madde kayıpları ile karşı karşıya kalınmaktadır (Gürsoy ve Macit, 2019). Diğer bir saklama yöntemi olan silaj ise; yemlerin yeşil olarak ve kimi sulu sanayi artıklarından oluşan kaba yemlerin, tamamen havasız ortamda fermente edilerek saklanması ile elde edilen kaba yemdir (Avcı ve Ayaşan, 2007).

## **Silajın avantajları**

1. Yemlerin besin değerlerinin en az kayıpla korunmasını sağlar
2. Otlatmaya göre birim alandan daha fazla yararlanılmasını sağlar
3. Sade halde kullanılması durumunda yem değeri düşük olan yabancı otların silaja karışması ile değerlendirilmesi sağlanır (Kaya, 2005)
4. Yeşil yemin bulunmadığı mevsimlerde ruminant hayvanların suca zengin yeşil yem gereksinimini karşılar (Atalay, 2009)



5. Kurutmanın zor olduğu veya kurutma imkanı olmayan yerlerde bitkinin silaj yapılmasına kolaylık sağlar (Çerçi ve ark., 1996)
6. Kurutma için harcanan zamandan tasarruf sağlar
7. Baklagillerde kuru madde kaybı %30, silajda ise bu kayıp %5 olurken; sindirilebilir protein kaybı %35, silajda ise %5'e kadar düşmektedir (Kutlu, 2002)
8. Zararlı etkiye sahip ve taze olarak tüketilen bazı türlerin silajının yapılmasında bu etkisini kaybeder
9. Zararlı etkiye sahip türlerin tohumları silaj yapıldığında çimlenme etkilerini kaybettiklerinden dolayı yabancı ot yayılımı da önlenmiş olur
10. Depolanmasında birim alandan kuru ota göre daha fazla yararlanılır
11. Bir üretim sezonunda aynı tarladan daha fazla ürün elde edilir
12. Gerekli şartlar sağlandığında uzun süre muhafaza edilebilir ve ot sıkıntısı yaşandığında kullanılabilir
13. Yanma tehlikesi yoktur (Şahin ve Zaman, 2010).

### **Dezavantajları**

1. Silaj yapımı için bazı yapılara ihtiyaç duyulur ve bu yapıların maliyeti pahalıdır
2. Güneşte kurutulan otta bulunan Vitamin D, silajda kuru ota oranla daha az bulunur
3. İçerdiği su miktarından dolayı kuru ota göre daha fazla işçilik gerektirir

4. Silajı zor olan bitkilerin silolanmasında bazı katkı maddeleri ve koruyucu maddelerin kullanılması gerektiği için ayrıca masraf oluşturur (Küçükersan, 2018).

## **Silajı Yapılan Yem Bitkileri**

### **Mısır**

Silaj üretiminde Dünya’da kullanılan en çok tahıl bitkisi olan mısır (Borreani ve ark., 2018), kuru madde içeriği yüksek, tampon kapasitesi düşük ve fermantasyon için yeterince suda çözünebilir karbonhidrat içeren bir yem hammaddesidir (McDonald ve ark., 1991).

### **Koca Darı = Sorgum**

Silaj yapımı açısından önemli olan sorgum, ekilen alan ve üretilen miktar bakımından da tahıllar içerisinde yeri oldukça iyi bir yem hammaddesidir. Ayrıca her türlü toprakta yetişebilme özelliği ile de tercih edilmektedir (Çeçen ve ark., 2005). Sorgum silajlarının protein değerleri düşük olup, kuru madde içerikleri iyidir (Açıkgöz, 2001). Yapılan bir çalışmada tatlı sorgum silajının yapısında %28.6 kuru madde, %6.1 ham protein (kuru maddede), %6.8 kül, *in vitro* kuru madde sindirilebilirliği %59.8, laktik asit 2.42 mg/ml; asetik asit 0.79 mg/ml, toplam uçucu yağ asidi 3.73 mg/ml olarak saptanmıştır (Li ve ark., 2020).

### **Yulaf**

Yulaf çok yıllık ve yaygın olarak yetiştirilen bir tahıl bitkisidir. Çözünebilir karbonhidrat içeriği düşüktür. Bu nedenle daha iyi bir silaj

için fermente edilebilir karbonhidratlarla silolanmalıdır (Tao ve ark., 2005). Kışlık silo yemlerinin besin madde içeriklerinin araştırıldığı bir çalışmada saf yulaf silajının ham protein içeriğinin %8.00-8.30; ham kül içeriğinin %15.44-16.75; kuru madde içeriğinin %85.00-87.40 olduğu tespit edilmiştir (Karakozak ve Ayaşan, 2010).

### **Arpa**

Yemlik arpa çeşitleri yaygın olarak silaj veya yeşil yem üretimi için yetiştirilir. Arpa tanesi orta derecede yüksek enerji seviyeleri sunar ve mısır tanesine göre ham protein içeriği daha fazladır (NASEM, 2016). Kışlık silo yemlerinin besin madde içeriklerinin araştırıldığı bir çalışmada arpa silajının ham protein içeriğinin %6.10-6.20; ham kül içeriğinin %19.00-19.06; kuru madde içeriğinin %87.10-88.77 olduğu tespit edilmiştir (Karakozak ve Ayaşan, 2010).

### **Buğday**

Buğdaygil yem bitkisi hem kuru ot hem de silaj olarak ruminant hayvan beslemede kullanılabilir. Tam mahsul buğday iyi bir silaj olabilmekle beraber yem değeri buğday samanından %10-20 daha fazladır (Filya ve ark., 2001; Kılıç, 2010). Carletto ve ark., (2017), buğday silajının besin madde içeriğinin, biçim sayısına göre farklılık arz ettiğini bildirerek, buğday silajının KM'sinin %45.32-63.59; mineral madde içeriğinin 33.3-48.9 g/kg KM; ham protein içeriğinin %7.20-7.78; pH içeriğinin 4.41-4.43; NDF içeriğinin %46.95-56.32; ADF içeriğinin ise %25.63-35.79 arasında değişim gösterdiğini ifade etmiştir.

## Çavdar

Amfidiploid olan Triticale, “Buğday×Çavdar” melezi bir tahıldır. Triticale, yeşil ve kuru ot verimi, kuru madde oranı ve sindirilebilirlik derecesi bakımından diğer tahıllarla aynı hatta daha üstündür. Ayrıca amino asit dengesi bakımından buğdaydan daha iyidir (Fernandez ve ark., 2000). Süt olum aşamasında yapılan biçimler ile de silaj üretimi yapılabilmekte olup; bu durumda elde edilen silajın verimi bazen buğday ve arpadan yüksek çıkmakta, dekara 3–3.5 ton verim elde edilmektedir (Geren ve Ünsal, 2008). Çavdarın silaj yapımı için biçim zamanı ihtiyaca göre belirlenmektedir. Gebecik döneminde biçim, alınan miktar ve hayvan performansının kritik olduğu zaman yapılır. Bu aşamada biçim yapılması ile çavdar, arpanın besleme niteliklerine benzer bir değere sahiptir (Çeri ve Acar, 2019).

## Ayçiçeği

Mısır bitkisi enerjice yüksek, protein içeriği düşük iken; ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) ise proteince zengin bir türdür (Pinter ve ark., 1993). Daha çok tohumu için yetiştirilmektedir. Ayçiçeği silajı mısır silajına göre daha yüksek ham yağ ve ADF, daha düşük NDF ve sindirilebilir kuru madde (SKM) içerir. Ruminant beslemede silaj olarak mısır silajı ile rotasyonlu olarak kullanılmalıdır. Silaj yapımı için hasat zamanı çiçeklenme zamanı olarak bildirilse de geç ve erken çiçeklenme arasındaki tercih çeşit ile değişiklik göstermektedir (Seydoşoğlu ve Sevilmiş, 2019).

## **Çayır Silajı**

Çayır-mera otlarının kalitesi bazı şartlara göre değişiklik göstermektedir. Bunlar arasında, iklim, sulama, gübreleme, bitkinin vejetasyon dönemi ve botaniksel bileşim faktörler sayılabilir. Çayır otlarından silaj yapılması yetiştiricilerin bu konu hakkında bilgi sahibi olmadıklarından çok yaygınlaşmamıştır. Çayır otları orta derecede silolanabilmektedir. Bu nedenle istenilen düzeyde çayır otlarının silolanabilmesi için çeşitli katkı maddelerine ihtiyaç duyulur (Ergün ve ark., 2002).

## **Fiğ**

Fiğ, tek yıllık baklagil yem bitkisi olup, ot kalitesi bakımından zengindir. Diğer baklagil yem bitkilerine göre fiğ silajları, pH değeri yüksek olduğundan zor silolanmaktadır (Pursiainen ve Tuori, 2008). Yatma sorunu yüzünden ve ot kalitesinin artırılması için tahıllarla birlikte yetiştirilmektedir. Böylece fiğ bitkisinin silajı yapılabilir. Fiğ-tahıl karışımlarında en çok arpa, buğday, yulaf ve tritikale gibi tahıllar kullanılmaktadır (Yaman ve Sönmezler, 2011). Kışlık silo yemlerinin besin madde içeriklerinin araştırıldığı bir çalışmada fiğ silajının ham protein içeriğinin %10.60-12.50; ham kül içeriğinin %8.13-14.06; kuru madde içeriğinin %85.60-86.07 olduğu saptanmış; inolulant katkısının fiğ silajının kalite ölçütünü iyileştirdiği saptanmıştır (Karakozak ve Ayaşan, 2010).

## **Yem Bezelyesi**

Yem bezelyesi, baklagil yem bitkileri içerisinde yer alıp, besin maddeleri bakımından yonca silajına benzer. Yem bezelyesinin kuru otunda ham protein oranı yüksek olup silajı mısır, sorgum ve tahıllarla birlikte yapılmaktadır. Silaj yapımı için en uygun hasat zamanı %10 çiçeklenmenin olduğu zamandır (Ni ve ark., 2017). Göçmen ve Parlak (2017), yem bezelyesinin yapısında %18.86 ham protein, %7.70 ham kül, %50.31 NDF, %41.23 ADF, %7.38 ADL olduğunu ifade ederken; Yavuz (2017), yem bezelyesinin ham proteinin %17.54; ADF'sinin %30.33; NDF'sinin %40.15; nispi yem değerinin ise 152.67 olduğunu saptamıştır.

## **Yonca**

Yonca, yem bitkileri arasında en çok yetiştirilen, protein bakımından yüksek ve suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK) içeriği düşük olduğundan silolanması oldukça düşüktür. Bu yüzden silaj yapımında katkı maddesi kullanılmama zorunluluğu vardır. Silaj yapımı için en uygun hasat zamanı %10 çiçeklenmenin olduğu zamandır (Yayla, 2019). Bu konuda yapılan bir araştırmada yonca çeşit ve hatlarının ham protein düzeylerinin %18.89-22.39; ham kül düzeyinin %8.90-10.26; ADF'sinin %30.77-39.75; NDF'sinin %33.16-45.73; ham selüloz düzeyinin %23.90-33.31, hemiselüloz düzeyinin de %2.13-5.98 arasında olduğu vurgulanmıştır (Boğa ve Ayaşan, 2021).

## **Korunga**

Korunga kıraç topraklarda yetiştirilebilmesi ve besin madde içeriğinin iyi olmasından dolayı kaliteli baklagil yem bitkileri arasında yer almaktadır. Yüksek ham protein içeriği ve düşük karbonhidrat içeriğinden dolayı silolanması zor olduğundan, silajı yapılırken kolay fermantasyonu için katkı maddeleri kullanılmalıdır. Çiçeklenme başlangıcında hasat edilmesi gerekir (Bingöl ve ark., 2008).

## **Silaj Katkı Maddeleri ve Yem Kalitesine Olan Etkileri**

Suca zengin olan kaba yemler genel olarak silolanabilmektedir. Buna karşın bu yemlerin silolanma özellikleri farklılık göstermektedir. Silajı yapılacak yemlerin suda çözünür karbonhidrat (SÇK) miktarının en az %3 olması ve %25-35 KM içermesi gerekir. Bu özelliğe sahip olmayan kaba yemlerin ise silolanması oldukça zordur. Bu durumda silolanması zor olan kaba yemlerde silaj yapılırken bazı katkı maddelerinin kullanılması zorunlu olmaktadır. Silaj katkı maddelerinin kullanım nedenlerini aşağıdakiler gibi sıralayabiliriz.

1. Bazı yemlerin yeterli karbonhidrat içeriği bulunmadığından ortamın karbonhidrat içeriğini artırır
2. Fermantasyon kalitesini artırır
3. Yeterli laktik asit üreterek ortamın pH'sını düşürür
4. Silajı yapılan yeşil yemin besin madde kaybını azaltır
5. Silajın yem değerini iyileştirir
6. Silaj açıldıktan sonra yemin kalitesini uzun süre korur
7. Silajların aerobik olarak stabil hale gelmesini sağlar

8. Silajların hayvanlar tarafından değerlendirme düzeylerini artırmakta probiyotik etki gösterirler
9. Antifungal bileşikler üretilmesi ile silajların kalitesini artırır
10. Silajların NDF, ADF, ADL, hemiselüloz ve selüloz içeriklerini düşürür
11. Silajların KM, OM, NDF ve ADF parçalanabilirliğini artırır
12. Rumende oluşan metan gazı üretimini azaltır
13. Zararlı mikroorganizmaların oluşumunu engeller
14. Silaj açıldığında sıcaklığa dayanıklılığı artırır
15. Emilim ve sindirime yardımcı olurlar (Filya, 2000a; Nadeau ve ark., 2000; Filya, 2002; Weinberg ve ark. 2002; Filya ve Sucu 2003; Bingöl ve ark., 2008; Karakozak ve Ayaşan, 2010; Karaman ve Kocabağlı, 2010; Akça ve ark., 2019; Duru, 2019).

Silaj yapımında kullanılacak katkı maddeleri; işletmede çalışanların sağlığı açısından tehlikeli olmamalı, aynı zamanda hayvan sağlığına da zararlı etkisi olmamalı, uygulaması kolay olmalı, yeme yeterli oran ve miktarda karıştırılabilmesi için uygun formlarda olmalı ve son olarak temini kolay, ekonomik açıdan da ucuz olmalıdır (Uygur, 2018).

Silaj yapılacak olan bitkinin özelliklerine uygun katkı maddelerinin kullanımı, doğru zaman ve doğru bir uygulama dikkat edilmesi gereken diğer bir önemli özelliklerdir. Katkı maddesi bitkinin parçalanması sırasında veya silolanması sırasında da katılabilir.

Silaj katkı maddelerini 5 grup altında inceleyebiliriz. Bunlar; Fermantasyon uyarıcıları (Bakteriyel inokulantlar / Karbonhidrat kaynakları), Fermantasyon engelleyicileri, Aerobik bozulma



engelleyicileri, Besin etkili katkı maddeleri ve Absorbantlardır (Filya, 2007).

## 1. Fermantasyon uyarıcıları

Uyarıcılar, silaj fermantasyonunun kontrol altına alınmasını sağlar. Süt asiti üretiminde teşvik rolünün yanında silaj pH'sının azalmasına ve silaj besin madde kaybının aza indirilmesine yardımcı olur. Fermantasyon uyarıcıları bakteriyel inokulantlar ve karbonhidrat kaynakları olmak üzere iki grupta incelenir (Uygur, 2018).

### 1.1. Bakteriyel inokulantlar

Hızlı ve etkili bir silaj fermantasyonu için laktik asit bakterilerini içeren katkı maddeleri kullanılır. İnokulantların yalnız ya da enzimlerle birlikte kullanılmasında silaj fermantasyonunda başarılı oldukları yapılan çalışmalarda tespit edilmiştir. (Keleş ve Yazgan, 2005). Genel olarak *Lactobacillus plantarum*, diğer *Lactobacillus* türleri, *Streptococcus* (Enterococcus) *faecium* ve çeşitli *Pediococcus* türlerinin tek veya çeşitli karışımlar halinde olan ticari ürünlerdir (Filya, 2000b). Mikrobiyal inokulantlar, homofermantatif ve heterofermantatif laktik asit bakterileri olmak üzere 2 grup altında toplanır (Mohammadzadeh ve ark., 2011). Homofermantatif inokulantlara, *Lactobacillus plantarum*, *Enterococcus faecium* ve *Pediococcus* türleri, heterofermantatif inokulantlara ise *Lactobacillus buchneri* örnek olarak verilebilir (Kleinschmit ve Kung, 2006; Lindsey ve Kung, 2010). Kansas State Üniversitesi'nde bakteriyel inokulant ile NPN kullanılarak yapılan mısır ve sorgum silajlarının kuru madde geri

kazanımı ve besi sığırlarının performansı üzerindeki etkileri araştırılmış ve çalışma sonuçları Tablo 1’de verilmiştir (Bolsen ve ark., 1992).

**Tablo 1.** Mısır ve sorgum silajlarına bakteriyal inokulant ile NPN katkısının, kuru madde geri kazanımı ve besi sığırlarının performansı üzerindeki etkileri

Bitki çeşidi ve uygulama	Silaj sayısı	KM geri kazanımı <sup>1</sup>	Günlük ortalama canlı ağırlık artışı (kg)	Günlük kuru madde tüketimi (kg)	Yemden yararlanma (kg)	Silolanan her 1 ton bitkinin sağladığı canlı ağırlık artışı (kg)
<b>Mısır</b>						
Kontrol	15	90.2	1.09	7.73	7.10	49.5
İnokulant	19	91.5	1.12	6.97	6.97	51.3
Olasılık düzeyi	-	0.01	ÖS	0.11	0.11	0.01
Kontrol	3	91.5	1.04	7.52	7.52	48.1
Susuz	3	89.4	1.01	7.84	7.84	45.0
NH <sub>3</sub> Olasılık düzeyi	-	ÖS	0.16	ÖS	ÖS	0.07
<b>Sorgum</b>						
Kontrol	10	83.1	0.75	8.82	8.82	35.3
İnokulant	10	85.2	0.76	7.98	7.98	37.6
Olasılık düzeyi	-	0.01	ÖS	0.04	0.04	0.01
Kontrol	3	87.7	0.61	9.52	9.52	37.3
Susuz	3	82.6	0.49	10.58	10.58	30.3
NH <sub>3</sub> ve Üre <sup>2</sup> Olasılık düzeyi	-	0.09	ÖS	ÖS	ÖS	0.24

<sup>1</sup>Silolanan bitki KM’sinin yüzdesi olarak verilmiştir. <sup>2</sup> Bir çalışmada susuz NH<sub>3</sub>, iki çalışmada ise üre kullanılmıştır. ÖS: Önemsiz

Filya ve ark., (2000), buğday silajlarında kontrol, *Lactobacillus plantarum* + *Enterococcus faecium* ve *Lactobacillus pentosus* içeren gruplar oluşturarak yaptıkları çalışmada inokulantların silaj fermentasyon özelliklerini artırdığını ifade ederken; laktik asit her iki LAB inokulantının da buğday silajlarının fermentasyon özelliklerini ve laktik asit bakterilerini artırdığını buna karşın maya sayılarını düşürdüğünü bildirmiştir.

Rodrigues ve ark., (2002), Filya ve ark., (2004a) ile Polat ve ark., (2005), *L. plantarum*+*E. faecium* un (<sup>ho</sup>LAB) mısır silajının *in situ* ve *in vivo* çalışmalarında KM sindirilebilirliğini etkilemediğini bildirmişlerdir. Polat ve ark., (2005), 1 yaş 3 baş Türkgeldi tokluda yürüttükleri sindirim denemesinde silajda KM'nin sindirilme derecesini kontrolde %66.3 olarak bulurken, inokulant kullanılan silajda ise %69.8 olarak saptamıştır. Ruminantların süt verimini artıran <sup>ho</sup>LAB inokulantlarının silaj fermentasyonunu geliştirmesinin yanında, canlı ağırlık artışı ve yem değerlendirilmede de artış sağladıkları bildirilmiştir (Kung ve ark., 2003).

Kurşun (2009), laktik asit bakteri inokulantlarını, tritikale (*xTriticosecale Wittmack*) silajlarında uygulamış ve sonuç olarak laktik asit bakteri+enzim karışımı inokulantına ait silajların NDF ve ADF değerlerini düşürdüğünü, *in vitro* organik madde sindirilebilirliğini ise artırdığını tespit etmiştir.

Karakozak ve Ayaşan (2010), farklı yem bitkileri karışım silajlarına inokulant kullanımının fleig puanı ve yem kalitesine etkilerini

inceledikleri çalışmada, inokulant katkısının fleig puanını ve silaj katkısını artırdığını tespit etmişlerdir.

Mikrobiyal inokulantların buğday ot ve silajına olan etkilerinin ve *in vitro* gaz üretimine etkisinin incelendiği bir çalışmada, *in vitro* gaz üretim kinetiğinin inokulantlı buğday otu ve silajı arasında fark olmadığı, buğday otunun protein sindirilebilirliğinin silajından daha yüksek olduğu, silajın nispi yem değeri ve kuru madde tüketiminin (KMT) buğday otundan daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Kılıç, 2010). Ayaşan ve Karakozak, (2012), farklı yem bitkilerinden hazırlanan silajlara inokulant kullanarak elde edilen silajların yem değerini incelemişlerdir. Sonuçta en yüksek HP inokulantlı bürülce silajında, en düşük HP inokulantsız sorgum silajında elde edilmiştir. En yüksek fleig puanı inokulantlı sorgum silajı ve inokulantsız bürülce silajında bulunmuştur.

Aksoy (2014), homofermentatif (*L. plantarum*), heterofermantatif (*L. buchneri*) laktik asit bakterilerinin (LAB) ve fermente edilmiş doğal laktik asit sıvısının (PJF) balyalanmış yonca silaj kalitesi ve aerobik stabilite üzerinde etkilerini incelediği çalışmasında, PJF“li silajların CO<sub>2</sub> üretimi, koliform bakteri sayısı ile maya değerlerini azalttığı ve PJF“nin doğrudan LAB kaynağı olarak kullanılabileceğini saptamıştır.

Eser (2016), inokulant ve enzim katkı maddelerinin, buğday, yem bezelyesi ve çeltik samanı silajlarında fermentasyon kalitesi, mikrobiyal değişimi ve besin değerini belirlemek amacıyla yapmış olduğu çalışmasında, enzim ve inokulant + enzim karışımı ile yapılan

uygulamalarda NDF, hemiselüloz ve selüloz içeriklerinin düştüğünü, SÇK ve *in vitro* sindirilebilirlik değerlerinin ise arttığını belirlemiştir.

Kiraz ve Kutlu (2016), inokulant katkılı arpa silajları hazırlayarak yaptıkları çalışmada, LBPL ve LBPL+Lik inokulantlarının kullanılan arpa silajlarında ME, NEL ve OMS düzeylerini önemli derece iyileştirdiğini ve silajın yem değerini artırdığını bildirmiştir.

İke (2019), LAB inokulantı ve enzimlerin, adi fiğ, buğday ve yulaf karışımı silajlarının fermentasyon özelliklerini artırdığını buna karşın aerobik stabiliteyi ve ADF kapsamını düşürdüğünü, *in vitro* organik madde sindirilebilirliğini ise artırdığını açıklamıştır.

### **1.2. Karbonhidrat kaynakları**

Fermentasyon uyarıcıları içerisinde yer alan karbonhidrat kaynakları, silolanması zor olan özellikle baklagil ve erken dönemde hasat edilen çayır ve buğdaygil yem bitkilerinin silolanmasında şeker içeriklerinin yetersizliğini gidermede kullanılır. Genel olarak karbonhidrat kaynağı olarak, tahıl taneleri (buğday, arpa, mısır, sorgum ve yulaf), melas, pancar posası, patates, turunçgil posaları, peynir suyu ve enzimler kullanılmaktadır (Uygur, 2018).

Hart ve Horn (1987)'un lenox (*Brassica rapa* L.) bitkisine farklı oranlarda buğday samanı ilavesi ile hazırladıkları silajlar ile *in vivo* sindirim değerleri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, buğday samanı ilavesi ile hazırlanan lenox (*Brassica rapa* L.) silajının kaliteli olduğu fakat sindirilebilirlik değerlerinin azaldığı belirlenmiştir.

Silolanması zor olan yonca silajına, %1 şeker, %10 arpa kırması ve %10 elma, karbonhidrat kaynağı olarak katılmış, çalışma sonucunda yemin besleme değerini ve sindirilme oranını artırdığı görülmüştür (Çiftçi ve ark., 2005). Denek ve Can (2006)'ın domates posasına farklı düzeylerde buğday samanı ve buğday kırması kattıkları çalışmalarında %10 buğday samanı ilavesi ile silajının, kaba yem kaynağı olarak kullanılabileceği tespit edilmiştir. Başka bir çalışmada da baklagil ve buğdaygil yem bitkilerine %1 tuz + arpa kırması katılarak yapılan silaj çalışmasında yapılan katkı uygulamasının besin değerini ve silaj kalitesini artırdığı bildirilmiştir (Dumlu ve Tan, 2009). Canbolat ve ark., (2010), üzüm posasının yoncada 160 ile 200 g/kg KM düzeyinde kullanılabileceğini bildirmiştir.

Levendoğlu ve Karslı (2010), yaş şeker pancarı posasına (YŞPP) farklı oranlarda kepek ilave ederek elde edilen silajların mısır silajıyla karşılaştırmalı sindirilebilirliğini belirlemek için yaptıkları çalışmada, kuru madde tüketimi ve sindirilebilirlik açısından en iyi sonucu %25 KM içeren YŞPP silajı vermiştir. Canbolat ve ark., (2013), yonca silajında karbonhidrat kaynağı olarak gladiçya meyvesi kullanmışlar ve 80 ile 100 g/kg KM düzeyinde gladiçya meyvesi kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Babaeinasab ve ark., (2015)'nın mısır silajında patates ve buğday samanı karışımı kullanarak yaptıkları çalışmada, *in vitro* gaz üretim değerinin düştüğünü tespit etmişlerdir. Acar ve Bostan (2016), yonca bitkisine şeker pancarı melası, arpa ezmesi ve peynir altı suyu tozu kullanarak yapılan silajın kalitesini incelemişlerdir. Araştırmacılar

kullanılan katkı maddelerinin uygun dozlarda kullanılarak, silajın besin değeri ve kalitesini artırdığı sonucuna varmışlardır.

Özkan (2016), hücre duvarını parçalayıcı enzimlerin fiğ-yulaf silajında, aerobik stabilitesini etkilemediğini, NDF içeriğini azalttığını, fermantasyon özelliklerini, *in vitro* organik madde sindirilebilirliği ile nispi yem değerini artırdığını saptamıştır. Kepek ve (son kullanım tarihi dolmuş) pudingin yonca silajının fermantasyon kalitesine, aerobik stabilitesine, *in vitro* metabolik enerji içerikleri ve nispi yem değeri üzerine etkilerini belirlenmesi için yapılan bir çalışmada, enzimde çözünen organik madde miktarını, *in vitro* metabolik enerji içeriğini, sindirilebilir kuru madde, kuru madde tüketimi ile nispi yem değerini artırdığı belirlenmiştir (Çotuk ve Öneç, 2017). Daş (2019), lenox (*Brassica rapa* L.) bitkisinin farklı oranlarda buğday samanı ve melas katkıları ile yapılan silajın silaj kalitesi, besin değeri ve sindirilebilirliğini incelemek için yaptığı çalışmasında, elde edilen silajların kaliteli olduğu ve alternatif bir kaba yem kaynağı olarak kullanılabileceğini bildirmiştir. Doğan (2019), tritikale silajında laktik asit bakteri inokulantları ve enzimlerin (LAB+E), yem değerine etkilerini incelemiş, aerobik stabilitesini, ADF ve selüloz içeriğini düşürdüğünü, fermantasyon özelliklerini ve *in vitro* organik madde sindirilebilirliğini artırdığını tespit etmiştir. Yayla (2019) ise yoncaya atık reçel karışımı ilavesi ile yaptığı silaj çalışmasında, pH ve NDF içeriklerinin düştüğünü, sindirilebilir kuru madde ve nispi yem değerinin ise yükseldiğini bildirmiştir.

## 2. Fermantasyon engelleyicileri

Mikroorganizmaların silaj içerisinde gelişmesini engelleyen maddeler olan fermantasyon engelleyicileri iki gruba ayrılır. Bunlar; asitler ve diğer fermantasyon engelleyicileridir. Bu maddeler silajın pH'ını düşürerek bitkinin korunmasını sağlar, protein parçalanmasını en aza indirir ve silolanan materyalin ömrünün uzun olmasına yardımcı olurlar. Dezavantajları ise, asitlerin kuvvetli asit olmasından dolayı çalışılması oldukça zor ve tehlikelidir. Aynı zamanda pahalı oldukları için işletme için ekonomik değildir. Asit olarak asetik asit, propiyonik asit, laktik asit ve formik asit kullanılır. Laktik asit önemli olup; pahalı olmasından dolayı formik asitin kullanımı daha fazladır. Ayrıca silaj katkı maddesi olarak asit tuzları da kullanılmaktadır. Bunun dışında öğütülmüş kaya tuzu da silaj yapımında kullanılır. Tuz kullanımının birçok faydası bulunmaktadır. Silo yemleri sodyumca desteklenir, silo drenajını artırır, laktik asit fermantasyonunu hızlandırır, zararlı mikroorganizmaların çoğalmasını azaltır (Uygur, 2018).

Mısır ve soya karışımı silajlarda tuz ve mikrobiyal katkı maddeleri kullanımında, tuz katkılı silajların bozulmaya karşı daha dirençli oldukları bildirilmiştir (Koç ve ark., 1999). Bingöl ve Baytok (2003), sorgum otuna enzim-inokulant kompleksi, melas ve formik asit ilaveleri ile hazırladıkları silajlardan, formik asit ilavesinin KM ve ADF değerlerini artırdığını, enzim-inokulant ilavesinin silaj yıkılabilirliğini artırdığını ve melas ilavesinin de silaj yıkılabilirlik etkisinin daha çok olduğunu tespit etmişlerdir. Şeker pancarı posalarına değişik katkı maddelerinin ilave edildiği bir başka çalışmada, formik asit ilave edilen



silajda *in vitro* kuru madde sindirilebilirliğinin azaldığı bildirilmiştir (Can ve ark., 2003).

Filya ve Sucu (2005), mısıra katılan formik asit temeline dayalı bir koruyucunun (FAT) silajlardaki uçucu yağ asit konsantrasyonunu düşürdüğünü ve silajın *in situ* rumen KMS ve OMS'ni de artırdığını açıklamıştır. Karaman ve Kocabağlı (2010), formik asit ilavesi ile hazırlanan mısır silajının besin madde kayıplarının azaldığını, silaj kalitesinin ise arttığını tespit etmiştir.

Melas ve formik asit kullanılarak hazırlanan korunga silajına, %5 melas veya %0.5 formik asit katkısının silaj kalitesi ve sindirilebilirliğini artırdığı bildirilmiştir (Bingöl ve ark., 2008). Bingöl ve ark., (2010), yer elması hasılına melas ve formik asit ilavesi ile yaptıkları silaj çalışmasında, NH<sub>3</sub>-N içeriğinin formik asit katkısıyla azaldığı, %5 oranında melas katkısı ile silajın *in vitro* OMS ve fermantasyon parametreleri üzerine olumlu etki yaptığını bildirmişlerdir.

Beyzi ve ark., (2016), ayçiçeği silajlarına asit karışımı ilavesinin KM, HP ve ADF oranlarını azalttığını, toplam sindirilebilir besin maddeleri (TSBM), laktik asit ile OMS'ni artırdığı sonucuna varmışlardır. Balya mısır silajına LAB ve FAT ilavesinin, silajın, *in vitro* OMS ve ME değerlerini düşürdüğü bildirilmiştir (Altınçekiç ve Filya, 2018). Yüksek nemli dane mısır silajlarına sodyum diasetat ve sodyum benzoat ilavesi ile yapılan çalışmada, pH, amonyağa bağlı nitrojen ve maya içeriklerinin düştüğü, HP, ham yağ (HY), SÇK ve LA içeriklerinin yükseldiği görülürken; küf gelişimi görülmemiştir (Koç ve ark., 2020).

### 3. Aerobik bozulma engelleyicileri

Silajların bozulmasına neden olan maya, küf ve bazı bakteriler silo içerisinde sürekli bulunurlar. Siloda hava ile temas olduğunda bu zararlı mikroorganizmalar gelişmeye başlayarak çoğalırlar. Bu mikroorganizmalardan dolayı bozulmayı önlemek için çeşitli katkı maddeleri kullanılmaktadır. Bu katkı maddelerini; laktik asit bakterileri, propiyonik asit, kaproik asit, sorbik asit, primarisin ve amonyak olarak sıralayabiliriz. Bu maddeler aerobik mikroorganizmaların çoğalmasını engeller hatta maya ve küf içeriklerini azaltabilirler (Uygur, 2018). Sorbat, benzoat ve asetik asidin pahalı olmalarından dolayı kullanım alanları oldukça azdır. Amonyak, silaj yapımı ve sonrasında kişide göz yanmalarına ve solunum yetersizliğine neden olduğundan amonyak yerine üre kullanılmaktadır (Kung, 2010).

Mısır silajında laktik asit bakteri inokulantları kullanılarak silaj fermentasyon özellikleri üzerindeki etkilerinin incelendiği birçok araştırmada, homofermantatif LAB inokulantları silajların; pH, asetik asit, bütirik asit, amonyak-azotu (NH<sub>3</sub>-N) ve etanol düzeylerini düşürdüğü; laktik asit ve laktik asit/asetik asit oranını artırdığı, yüksek düzeyde enerji ve KM sağlandığı bildirilmiştir (Filya, 2000c; Filya ve ark., 2006; Weinberg ve ark., 2007).

Macar fiği ve tritikale silajında kullanılan LAB inokulantı ve enzimlerin silajların fermentasyon özelliklerini artırmış, aerobik stabiliteyi düşürmüş, ADF ve selüloz kapsamını düşürmüş ve *in vitro* organik madde sindirilebilirliğini artırmıştır (Can, 2010)

Yüksel (2011), anason posalarına melas ve laktik asit ilave ederek yaptığı silaj çalışmasında, fermantasyon özelliklerinin arttığını, aerobik özelliklerinin düştüğü ve *in vitro* OMS'nin ise etkilemediğini ifade etmiştir. Kara ve ark., (2016), hasat öncesi ve sonrası mısır silajına laktik asit bakterilerini ilave etmişler ve hasat öncesi dönemde yapılan uygulamada KM kaybı ve maya küf sayısı azalmış, hasat sonrası uygulamada silajlarda küflenme önlenmiştir. Farklı seviyelerde sükröz ve inkübasyon sürelerinde fermente edilmiş laktik asit sıvısının yoncada kullanıldığı bir çalışmada, %1 sükröz ilavesi ile 48 saat inkübasyon ve 15 ve 30 gün oda sıcaklığında (25°C) saklanan laktik asit sıvılarında; laktik asit bakteri sayısı artmış ve bu uygulanan katkıların yonca silaj kalitesini yükselttiği belirlenmiştir (Aydın ve Denek, 2019).

#### **4. Besin etkili katkı maddeleri**

Silaj fermantasyonunda karbonhidrat kaynakları olarak kullanılan ürünler aynı zamanda besin maddesi olarak ta kullanılmaktadır. Ayrıca üre gibi azot kaynağı bileşikler ve mineral madde kaynakları da bu amaçla kullanılmaktadır (Uygur, 2018). Silajların ham protein oranlarını artırmak için üre silaj katkısına başvurulduğu, melasın ise silajlarda fermantasyon özelliklerini ve kalitesini artırdığı bildirilmektedir (Güney ve ark., 2007; Kang ve ark., 2018). Üre, silajda nitrojen içeriğini artırmak için kullanılmaktadır (Filya ve ark., 2004b). Aynı zamanda üre, maya ile küf oluşumunu önleyerek silajın asetik asit miktarını artırır ve laktik asit miktarını düşürür. Sorgum hasıllarına üre ve melas ilave edilerek yapılan silaj çalışmasında, % 0.5 üre yada % 0.5

üre + % 4 melas katkısı, HP ve KM içeriğini artırmış, silaj kalitesi ve SKM verimlerini olumlu etkilemiştir (Nursoy ve ark., 2002).

Can ve ark., (2004), yaş üzüm cibresine farklı silaj katkı maddesi kullandıkları çalışmalarında üre, melas ve buğday kırmacı katkısının, silajlarda KMS'ni artırdığı, buğday kırmacı'nın ise *in vitro* sindirim değerlerini yükselttiği görülmüştür.

Canbolat ve ark., (2014), nar posasına üre ilave edilerek yapılan silajda, asetik asit ve butirik asit düzeylerinin düştüğünü, pH, laktik asit, propiyonik asit ve NH<sub>3</sub>-N düzeylerinin arttığını, *in vitro* gaz üretimi, OMS, ME ve LAB sayısının arttığını, küf ve maya sayısının ise düştüğünü ve aerobik stabilitesinin geliştiğini bildirmiştir.

Üre ve melas katkı maddeleri ile hazırlanan fil otu silajında, üre katkısı HP oranlarını olumlu yönde, fermantasyonu ve sindirilebilirlik ile ilgili özellikleri olumsuz yönde etkilerken; melas katkısı silajların KM ve HP oranı dışındaki özelliklerini olumlu etkilemiştir (Bolakar ve Yüksel, 2021).

## 5. Absorbantlar

Ürünlerdeki yüksek içerikli suyun bir bölümünü emerek ürünün su içeriğini düşürmek ve KM içeriğini artırmak amacıyla kullanılan katkı maddeleridir. Absorbant olarak arpa, saman, şeker pancarı posası, polimer ve bentonit kullanılır (Uygur, 2018). Özellikle soldurulması güç olan mısır bitkisine absorbant karıştırılarak silajı yapılmaktadır (Muck ve ark., 2018). Yani bitkinin kurutulmasının güç olduğu yerlerde absorbant bir avantaj olarak kullanılır.

Khorvash ve ark., (2006), mısır silajının yem değerini artırmak için farklı katkı maddelerini denemişlerdir. Araştırmacılar arpa, zeolit, kireçtaşı ve bentonitin düşük KM'li mısırın silaj suyu üretimini azaltmada etkili olduğunu bildirmiş, katkı maddesi olan arpanın, mısır silajının besleyici değerini olumlu yönde etkilediğini ayrıca katkı maddelerinden arpanın (%10 ve 15) veya zeolit, kalker ve bentonit kullanımının silo suyu çıkışının büyük bir çoğunluğunu ortadan kaldırdığını ifade etmiştir.

Razak ve ark., (2012), absorbantın NDF oranı ile su tutma kapasitesi arasında pozitif bir korelasyon olduğunu bildirirken; Aldemir ve Bolat (2019), tritikale bitkisine kuru şeker pancar posası ilave edilerek yapılan silajın kalite bakımından olumlu bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Bu maddelere fındık zurufu da ek olarak kullanılabilir. Konu ile ilgili çalışma yapan Okumuş (2021), mısır bitkisine zuruf katkı maddesi kullanarak yaptığı silajın aerobik stabiliteyi olumlu yönde etkilediğini, *in vitro* gaz üretim değerini, OMS'ni, ME, NEL değerlerini düşürdüğünü ve rumendeki protozoa sayısını artırdığını tespit etmiştir.

## SONUÇ

Bu kitap bölümü, silajı yapılan yem bitkilerini, silaj katkı maddeleri ile kullanım amaçlarını ve yem değerine etkilerini inceleyerek hayvan besleme açısından önemini ortaya koymak için düzenlenmiştir.

**KAYNAKLAR**

- Acar, Z., Bostan, M. (2016). Değişik doğal katkı maddelerinin yonca silajının kalitesine etkilerinin belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi* 31 (3): 433-440
- Açıkgöz, E. (2001). Yem Bitkileri, Uludağ Üniversitesi Basımevi, Bursa
- Akça, F.H., Özdüven, M.L., Koç, F. (2019). Sodyum diasetat ilavesinin yonca silajlarının fermentasyon özellikleri, kimyasal kompozisyonu ve aerobik stabilitesi üzerine etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi* 34 (3): 406-412
- Aksoy, S.Ö. (2014). *Fermente edilmiş doğal laktik asit sıvısının yonca balya silaj kalitesi üzerine etkileri* (Yüksek Lisans Tezi) Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ
- Aldemir, R., Bolat, D. (2019). The effect of addition dry sugar beet pulp in triticale silage on silage quality. *Van Veterinary Journal* 30 (1): 57-61
- Altınçekiç, E., Filya, İ. (2018). Bakteriyal inokulant ve organik asit kullanımının düşük kuru maddeli küçük balya mısır silajlarının aerobik stabilite ve yem değeri üzerine etkisi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi* 6 (7): 887-892
- Atalay, A.İ. (2009). *Melas ve defne yaprağı karışımının yonca silajı yapımında kullanımı ve silaj kalitesi üzerine etkilerinin araştırılması* (Yüksek Lisans Tezi) Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş
- Avcı, M., Ayaşan, T. (2007). Yem Bitkileri İle Silaj Hazırlanması. In, Öztürk A (Ed): Pratik Sığırcılık. *Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Yaygın Çiftçi Eğitim Projesi*, s. 205-222
- Ayaşan, T., Karakozak, E. (2012). İnokulant kullanımının değişik yem bitkilerinden oluşan silajlarda ham besin maddeleri ile kalite üzerine etkisi. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi* 26 (2): 93-98
- Aydın, S.S., Denek, N. (2019). Farklı sükroz seviyeleri ve inkubasyon sürelerinde hazırlanan fermente edilmiş doğal laktik asit sıvısının yonca silajı kalitesine etkisi. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 8 (1): 44-51
- Babaeinasab, Y., Rouzbehan, Y., Fazaeli, H., Rezaei, J. (2015). Chemical composition, silage fermentation characteristics, and *in vitro* ruminal

- fermentation parameters of potato-wheat straw silage treated with molasses and lactic acid bacteria and corn silage. *Journal of Animal Science* 93 (9): 4377-4386
- Beyzi, S.B., Konca, Y., Özdüven, M.L., Okuyucu, B. (2016). Çeşitli ticari karışımların ayçiçeği silajlarında kullanılabilme olanağı, silaj kalitesi, *in-vitro* sindirilebilirlik ve mikroorganizma profili üzerine etkileri. *Alınteri* 31 (B): 53-58
- Bingöl, N.T., Baytok, E. (2003). Sorgum silajına katılan bazı katkı maddelerinin silaj kalitesi ve besin maddelerinin rumendeki yıkılımı üzerine etkileri, II- Besin maddelerinin rumendeki yıkılımı üzerine etkileri. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 27 (1): 21-27
- Bingöl, N.T., Karşlı, M.A., Bolat, D., Akça, İ. (2008). Vejetasyonun farklı dönemlerinde hasat edilen korungaya ilave edilen melas ve formik asit'in silaj kalitesi ve *in vitro* kuru madde sindirilebilirliği üzerine etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 19 (2): 61-66
- Bingöl, N.T., Karşlı, M.A., Akça, İ. (2010). Yerelması (*Helianthus tuberosus* L.) hasılına katılan melas ve formik asit katkısının silaj kalitesi ve sindirilebilirliği üzerine etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 21 (1): 11-14
- Boğa M, Ayaşan T., (2021). Determination of nutritional value of alfalfa varieties and lines by using the in vitro method and gas production technique. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society* (in press).
- Bolakar, K., Yüksel, O. (2021). Farklı oranlarda üre ve melas katkılarının filotu (*Miscanthus x giganteus*) silajlarının fiziksel ve bazı kalite özellikleri üzerine etkileri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 8 (2): 484-491
- Bolsen, K. K., Sonon, R. N., Dalke, B., R., Pope, Riley, J.G., Laytimi, A. (1992). Evaluation of inoculant and NPN silage additives: A Summary of 26 Trials and 65 Farm- Scale Silages. In: Kansas Agric. Exp. Sta. Rpt. of Prog. 651 *Kansas State University Manhattan* pp. 101-102
- Borreani, G., Tabacco, E., Schmidt, R. J., Holmes, B. J., Muck, R. E. (2018). Silage review: Factors affecting dry matter and quality losses in silages *Journal of Dairy Science* 101 (5): 3952-3979

- Can, L. (2010). *Tritikale-macar fiği hasıluna enzim ve laktik asit bakterileri inokulant ilavesinin silaj kalitesi üzerine etkileri* (Yüksek Lisans Tezi) Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ
- Can, A., Denek, N., Yazgan, K. (2003). Şeker pancarı yaprağına değişik katkı maddeleri ilavesinin silaj kalitesi ile *in vitro* kuru madde sindirilebilirlik düzeylerine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 14 (2): 26-29
- Can, A., Denek, N., Tüfenk, Ş. (2004). Yaş üzüm cibresine değişik katkı maddeleri ilavesinin silaj kalitesi ile *in vitro* kuru madde sindirilebilirlik düzeylerine etkisinin araştırılması. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 8 (2): 11-15
- Canbolat, Ö., Kalkan, H., Karaman, Ş., Filya, İ. (2010). Üzüm posasının yonca silajlarında karbonhidrat kaynağı olarak kullanılma olanakları. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 16 (2): 269-276
- Canbolat, Ö., Kalkan, H., Filya, İ. (2013). Yonca silajlarında katkı maddesi olarak gladiçya meyvelerinin (*Gleditsia Triacanthos*) kullanılma olanakları. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 19 (2): 291-297
- Canbolat, Ö., Kamalak, A., Kara, H. (2014). Nar posası silajına (*Punica granatum L.*) katılan ürenin silaj fermantasyonu, aerobik stabilite ve *in vitro* gaz üretimi üzerine etkisi. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 61 (3): 217-223
- Carletto, R., Neumann, M., Leão, G. F. M., Horst, E. H., Bueno, A. V. I., Ribas, T. M. B., Spada, C. A. (2017). Production and nutritional value of the wheat silage managed with different cutting systems. *Semina: Ciências Agrárias* 38 (1): 335-342
- Çeçen, S., Öten, M. ve Erdurmuş, C. (2005). Batı Akdeniz sahil kuşağında sorgum (*Sorghum bicolor L.*), sudanotu (*Sorghum sudanense Staph.*) ve mısırın (*Zea mays L.*) ikinci ürün olarak değerlendirilmesi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 18 (3): 337-341
- Çerçi, İ.H., Şahin, K., Güler, T. (1996). Farklı oranlarda silajlık mısır yonca kullanılarak yapılan silajların kalitesinin belirlenmesi. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi* 10 (2): 193-200



- Çeri, S., Acar, R. (2019). Serin iklim tahıllarının hayvan beslemede yeşil ve kuru ot olarak kullanımı. *Journal of Bahri Dagdas Crop Research* 8 (1): 178-194
- Çiftçi, M., Çerçi, İ.H., Dalkılıç, B., Güler, T., Ertaş, O.N. (2005). Elmanın karbonhidrat kaynağı olarak yonca silajına katılma olanağının araştırılması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi* 16 (2): 93-98
- Çotuk, G.M., Öneç, S.S. (2017). Yonca silajına kepek ve puding ilavesinin silaj fermantasyonu, aerobik stabilite ve *in vitro* sindirilebilirlik üzerine etkileri. *Hayvansal Üretim* 58 (1): 13-19
- Daş, D. (2019). *Lenox (Brassica rapa L.) bitkisine farklı düzeylerde buğday samanı ve melas ilavesinin silaj kalitesi, kuzularda canlı ağırlık artışı ve sindirilebilirlik değerlerine etkisi* (Doktora Tezi) Harran Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa
- Denek, N., Can, A. (2006). Feeding value of wet tomato pomace ensiled with wheat straw and wheat grain for awassi sheep. *Small Ruminant Research* 65 (3): 260-265
- Doğan, F. (2019). *Laktik asit bakterileri+enzim inokulantlarının tritikale silajlarında fermantasyon ve aerobik stabilite özellikleri üzerine etkileri* (Yüksek Lisans Tezi) Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ
- Dumlu, Z., Tan, M., (2009). Erzurum şartlarında yetişen bazı baklagil yem bitkileri ve karışımlarının silaj değerlerinin belirlenmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 40 (2): 15-21
- Duru, A.A. (2019). Lavanta (*Lavandula angustifolia*) katkısının yonca silajlarının kalitesi üzerine etkisi. *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi* 11 (2): 426-431.
- Ergün A., Tuncer Ş.D., Çolpan İ., Yalçın S., Yıldız G., Küçükersan M.K., Küçükersan S., Şehu A. (2002). Yemler Yem Hijyeni ve Teknolojisi Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı Ankara
- Eser, S. (2016). *İnokulant ve enzim ilavesinin farklı samanların besleme değeri üzerine etkileri* (Yüksek Lisan Tezi) Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ

- Fernandez-Figares, I., Marinetto, J., Royo, C., Ramos, J. M., Garcia del Moral, L. F. (2000). Amino-acid composition and protein and carbohydrate accumulation in the grain of triticale grown under terminal water stress simulated by a senescing agent. *Journal of Cereal Science* 32 (3): 249-258
- Filya, İ. (2000a). Silaj fermentasyonunda katkı maddeleri kullanımı. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 15 (3): 118-125
- Filya, İ. (2000b). Bazı silaj katkı maddelerinin ruminantların performansları üzerindeki etkileri *Hayvansal Üretim* 41: 76-83
- Filya, İ. (2000c). Silaj kalitesinin artırılmasında yeni gelişmeler. *International Animal Nutrition Congress* p. 243-250, Isparta.
- Filya, İ., Ashbell, G., Hen, Y., Weinberg, Z.G. (2000). The effect of bacterial inoculants on the fermentation and aerobic stability of whole crop wheat silage. *Animal Feed Science Technology* 88 (1-2): 39-46
- Filya, I., Dogan, R., Karabulut, A., Kalkan, H., Sucu, E. (2001). The effect of a cultivar and stage of maturity on yield, fermentation, aerobic stability, cell-wall content and *in situ* rumen degradability of whole-crop wheat silage. *In: Weinberg, Z.G. ad., Proc. Turkey-Israeli Workshop on Silage and ByProducts for High Lactating Cows* The Volcani Center, Bet Dagan, Israel, pp.18-21
- Filya, İ. (2002). Laktik asit bakteri ve laktik asit bakteri+enzim karışımı silaj inokulantlarının mısır silajı üzerine etkileri. *Turk Journal Veterinary Animal Science* 26 (3):679-687
- Filya, İ., Sucu, E. (2003). Silajlarda fermentasyon kalitesi ve aerobik stabilitenin geliştirilmesi üzerinde araştırmalar. *GAP III. Tarım Kongresi*, s. 45: 273-278. Şanlıurfa.
- Filya, İ., Sucu, E., Hanoğlu, H. (2004a). Biyolojik silaj katkı maddeleri kullanılarak yapılan küçük plastik balya mısır silajlarının kalite özellikleri, yem değeri ve kuzu besisinde kullanımı üzerine araştırma. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi* 10 (2): 158-162
- Filya, İ., Sucu, E., Hanoğlu, H. (2004b). Mısır silajına katılan ürenin silaj fermentasyonu, aerobik stabilite, rumen parçalanabilirliği ve kuzuların besi performansı üzerine etkileri. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi* 10 (3): 258-262

- Filya, İ., Sucu, E. (2005). Silaj fermantasyonunda organik asit kullanımını üzerinde araştırmalar. 1.formik asit temeline dayalı bir koruyucunun laboratuvar koşullarında yapılan mısır silajlarının fermantasyon, mikrobiyal flora, aerobik stabilite ve *in situ* rumen parçalanabilirlik özellikleri üzerine etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi* 11(1): 51-56
- Filya, İ., Sucu, E., Karabulut, A. (2006). The effect of *Lactobacillus buchneri* on the fermentation, aerobic stability and ruminal degradability of maize silage. *Journal of Applied Microbiol* 101 (6): 1216-1223
- Filya, İ. (2007). Silaj Yapımı Teknolojisi ve Kullanımı. Sütüş Süt Hayvancılığı Eğitim Merkezi Yayınları Hayvancılık Serisi 2, Bursa
- Geren, H., R. Ünsal. (2008). Triticale tarımı *Tarım Türk Ocak-Şubat* 9: 63-64
- Göçmen N, Parlak AÖ. (2017). Yem bezelyesi ile arpa, yulaf ve tritikale karışım oranlarının belirlenmesi. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 5 (1): 119-124
- Güney, M., Demirel, M., Çelik, S., Bakıcı, Y. ve Levendoğlu, T. (2007). Effects of urea, molasses and urea plus molasses supplementation to sorghum silage on the silage quality, *in vitro* organic matter digestibility and metabolic energy contents. *Journal of Biological Sciences* 7 (2): 401-404
- Gürsoy, E., Macit, M. (2019). Kaba yem kurutma, taşıma ve depolama yöntemleri ile bu aşamalarda meydana gelen besin madde kayıpları. *ISPEC, 3. Uluslararası Tarım, Hayvancılık ve Kırsal Kalkınma Kongresi, 20-22 Aralık 2019, P. 648-658. Van.*
- Hart, S.P., Horn, F.P. (1987). Ensiling characteristics and digestibility of combinations of turnips and wheat straw. *Journal of Animal Science* 64 (6): 1790-1800
- İke, F., (2019). *Laktik asit bakterisi ve enzim ilavesinin adi fiğ, buğday, yulaf karışımı silajlarda fermantasyon ile aerobik stabilite özellikleri üzerine etkileri* (Yüksek Lisan Tezi) Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekirdağ
- Kang, S., Wanapat, M. ve Nunoi, A. (2018). Effect of urea and molasses supplementation on quality of cassava top silage. *Journal of Animal and Feed Science* 27 (1): 74-80

- Kara, B., Polat, C., Koç F. (2016). Hasat öncesi ve hasat sonrası laktik asit bakterisi (lab) ilavesinin mısır silaj fermentasyonu üzerine etkileri. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty* 13 (4): 92-101
- Karakozak, E., Ayaşan, T. (2010). Değişik yem bitkileri ve karışımlarından hazırlanan silajlarda inokulant kullanımının flieg puanı ve ham besin maddeleri üzerine etkileri. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 16 (6): 987-994
- Karaman, O., Kocabağlı, N. (2010). Süt ineği rasyonuna formik asitle olgunlaştırılmış mısır silajı katılmasının döl verimi, buzağı sağlığı, süt verimi ve sütün kompozisyonuna etkisi. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 36 (1): 39-50
- Kaya, Ö. (2005). *Tekirdağ ili koşullarında yetiştirilen 1. ve 2. ürün mısır çeşitlerinin silaj kalitesi ve aerobik dayanıklılıkları üzerine etkileri* (Yüksek Lisans Tezi) Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Tekirdağ
- Keleş, G., Yazgan, O. (2005). Bakteriyel inokulantların silaj fermentasyonu ve hayvan performansına etkileri. *Hayvancılık Araştırma Dergisi*, 15 (1): 26-34
- Khorvash, M., Colombatto, D., Beauchemin, K. A., Ghorbani, G. R., Samei, A. (2006). Use of absorbants and inoculants to enhance the quality of corn silage. *Canadian Journal of Animal Science* 86 (1): 97-107
- Kilic, U. (2010). Nutritive values of whole-crop wheat hay and silage and effect of microbial inoculants on *in vitro* gas production. *Journal of Applied Animal Research* 37 (1): 67-71
- Kiraz, A.B., Kutlu, H.R. (2016). Farklı inokulantların arpa silajlarının yem değerine etkileri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* 20 (4): 330-337
- Kleinschmit, D.H., Kung, J.L. (2006). Ameta-analysis of the effects of *lactobacillus buchneri* on the fermentation and aerobic stability of corn and grass and small-grain silages. *Journal Dairy Science* 89 (10): 4005-4013
- Koç, F., Özdüven, M.L., Yurtman, İ.Y. (1999). Tuz ve mikrobiyal katkı maddesi ilavesinin mısır – soya karışımı silajlarda kalite ve aerobik dayanıklılık üzerindeki etkileri. *Hayvansal Üretim* 39-40: 64-71.
- Koç, F., Okur, A.A., Okur, E. (2020). Sodyum diasetat ve sodyum benzoat ilavesinin yüksek nemli dane mısır silajlarının aerobik stabilite özellikleri üzerine etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 57 (2): 289-301

- Kung, Jr. L., Taylor, C.C., Lynch, M.P., Neylon J.M. (2003). The effect of treating alfalfa with *Lactobacillus buchneri* 40788 on silage fermentation, aerobic stability, and nutritive value. *Journal Dairy Science* 86 (1): 336-343
- Kung L. (2010). Aerobic stability of silage. *2010 California Alfalfa & Forage Symposium and Corn/Cereal Silage Conference*, Visalia, CA, 1-2 December, 2010. UC Cooperative Extension, Plant Sciences Department, University of California, Davis, CA 95616.
- Kurşun, Z. (2009). *Bakteriyal inokulantların tritikale silajının fermantasyon, aerobik stabilite ve in vitro organik madde sindirilebilirliği üzerine etkileri* (Yüksek Lisans Tezi) Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ
- Kutlu, H.R. (2002). Tüm Yönleriyle Silaj Yapımı ve Silajla Besleme. Çukurova Üniversitesi, Balcalı-Adana.
- Küçükersan, K. (2018). Silaj yemleri. Açık Erişim Ders Notları, [https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/44617/mod\\_resource/content/0/Silaj-Yemler-Kemal-Kucukersan.pdf](https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/44617/mod_resource/content/0/Silaj-Yemler-Kemal-Kucukersan.pdf) (Erişim Tarihi: 06.06.2021)
- Levendoglu, T., Karşı, M.A. (2010). Yaş şeker pancarı posasının buğday kepeği ile birlikte silolanma olanakları ile silaj kalitesi ve sindirilebilirliğinin belirlenmesi (II. Sindirilebilirlik). *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 21(3): 179-183
- Lindsey, J.R., Kung, J.L. (2010). Effects of combining *Lactobacillus buchneri* 40788 with various lactic acid bacteria on the fermentation and aerobic stability of corn silage. *Animal Feed Science Technology* 159 (3-4): 105-109
- Li, S. S., Zhang, J. J., Bai, Y. F., Degen, A. A., Wang, T., Shang, Z. H., Long, R. J. (2020). Sorghum silage substituted for corn silage in diets for dairy cows: Effects on feed intake, milk yield and quality, and serum metabolites. *Applied Animal Science* 36 (2): 228-236
- Mcdonald, P., Henderson, A. R., Heron, S. J. E. (1991). *The Biochemistry of Silage*. 2.ed. Chalcomb Publications, Marlow, Bucks
- Mohammadzadeh, H., Khorvash, M. Ghorbani, G.R. Yang, W.Z. (2011). Effects of a dual-purpose bacterial inoculant on the fermentation characteristics of highmoisture maize silage and dairy cattle performance. *South Africa Journal Animal Science* 41 (4): 368-376

- Muck, R. E., Nadeau, E. M. G., McAllister, T. A., Contreras-Govea, F. E., Santos, M. C., Kung, L. (2018). Silage review: Recent advances and future uses of silage additives *Journal of Dairy Science* 101 (5): 3980-4000
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (NASEM). (2016). Nutrient requirements of beef cattle: Eighth Revised Edition. National Academies Press, Washington, D.C.
- Nadeau, E.M.G., Russell, J.R., Buxton, D.R. (2000). Intake, digestibility, and composition of orchardgrass and alfalfa silages treated with cellulase, inoculant, and formic acid fed to lambs. *Journal Animal Science* 78 (11): 2980-2989
- Ni, K., Wang, F., Zhu, B., Yang, J., Zhou, G., Pan, Y., Tao, Y., Zhong, J. (2017). Effects of lactic acid bacteria and molasses additives on the microbial community and fermentation quality of soybean silage. *Bioresource Technology* 238: 706-715
- Nursoy, H., Deniz, S., Karslı, M.A., Kaplan, O. (2002). Erken süt olum döneminde biçilen farklı sorgum hasıllarına üre ve melas katkılarının silaj kalitesi ile *in vitro* sindirilebilirlik üzerine etkisi. *Veteriner Bilimleri Dergisi* 18 (1-2): 77-81
- Okumuş, A. (2021). *İkinci ürün mısır silajına fındık zuruğu ilavesinin silaj fermantasyonu, aerobik stabilite ve in vitro gaz üretimi üzerine etkileri* (Yüksek Lisans Tezi) Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa
- Özkan, M., (2016). *Hücre duvarı parçalayıcı enzimlerin fiğ-yulaf karışımı silajların fermantasyon, aerobik stabilite ve in vitro organik madde sindirilebilirliği üzerine etkileri* (Yüksek Lisans Tezi) Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Pinter, L., Burucs, Z., Szieberth, D. (1993). The possibility of maize-soybean and maize-sunflower intercropping as a tool for improving protein content and feeding value of silage in Central Europe/Carpathian Basin. *Novenytermeles* (Hungary).
- Polat, C., Koç, F., Özdüven, M.L. (2005). Mısır silajında laktik asit bakteri ve laktik asit bakteri+enzim karışımı inokulantların fermantasyon ve toklularda ham

- besin maddelerinin sindirilme dereceleri üzerine etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 2(1): 13–22
- Pursiainen, P., Tuori, M. (2008). Effect of ensiling field bean, field pea and common vetch in different proportions with whole-crop wheat using formic acid or an inoculant on fermentation characteristics. *Grass Forage Science* 63 (1): 60-78.
- Razak, O. A., Masaaki, H., Yimamu, A., Meiji, O. (2012). Potential water retention capacity as a factor in silage effluent control: experiments with high moisture byproduct feedstuffs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 25 (4): 471-478
- Rodrigues, M.A.M., Fonseca, A.J.M., Sequeira, C.A., Dias da Silva, A.A. (2002). Digestion kinetic parameters from an *in vitro* gas production method as predictors of voluntary intake of forage by mature ewes. *Animal Feed Science Technology* 95 (3-4): 133–142
- Seydoşoğlu, S., Sevilmiş, U. (2019). Ayçiçeği silajı. *Ispen International Conference on Agriculture and Rural Development-II, Proceeding Book, 27-29 September 2019*, P. 116-122, Kiev.
- Şahin, İ.F., Zaman, M. (2010). Hayvancılıkta önemli bir yem kaynağı: Silaj *Doğu Coğrafya Dergisi* 15 (23): 1-18
- Tao, S., Shimojo, M., Wang, T., Masuda, Y. (2005). Effect of additives on the fermentation quality and residual mono- and disaccharides compositions of forage oats (*Avena sativa* L.) and Italian Ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) silages. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 18 (11): 1582-1587
- Uygur, A.M., (2018). Silajlık yem bitkileri ve silaj yapımı. T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü İzmir İl Müdürlüğü, İzmir
- Weinberg, Z.G., Ashbell, G., Hen, Y., Azrieli, A., Szakacs, G., Filya, I. (2002). Ensiling whole-crop wheat and corn in large containers with *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus buchneri*. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology* 28 (1): 7-11
- Weinberg, Z.G., Shatz, O., Chen, Y., Yosef, E., Nikbahat, M., Ben-Ghedalia, D., Miron, J. (2007). Effect of lactic acid bacteria inoculants on *in vitro* digestibility of wheat and corn silages. *Journal Dairy Science* 90 (10): 4754-4762

- Yaman, S., Sönmezler, C. (2011). Balya Silajı Üretim Tekniğinin Geliştirilmesi. TÜBİTAK Destekli Proje Sonuç Raporu, Proje No: 105G086
- Yayla, D. (2019). *Yonca silajlarına atık reçel karışımı ilavesinin silaj fermantasyonu, aerobik stabilite ve in vitro sindirilebilirlik üzerine etkileri* (Yüksek Lisans Tezi) Namık Kemal Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ
- Yavuz, T. (2017). Farklı biçim zamanlarının yem bezelyesi (*Pisum sativum* L.) ve yulaf (*Avena sativa* L.) karışımlarında ot verim ve kalitesi üzerine etkileri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 26 (1): 67-74
- Yüksel, Ş. (2011). *Anason posalarına melas ve/veya laktik asit bakteri inokulantları ilavesinin silaj fermantasyon özellikleri ve aerobik stabilite üzerine etkileri* (Yüksek Lisans Tezi) Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ





## BÖLÜM 10

### TARIMSAL AÇIDAN ÖNEMLİ OLAN BAL ARILARI TARAFINDAN ÜRETİLEN BAL, POLEN, PROPOLİS VE ARI SÜTÜ İÇERİSİNDE BULUNAN BİYOAKTİF BİLEŞİKLER VE YENİLİKÇİ YAKLAŞIMLARLA AYIRMA TEKNİKLERİ

Arş. Gör. Eray ÇALIŞKAN<sup>1</sup> & Doç. Dr. Ekrem DARENDELİOĞLU<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Bingöl Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Bingöl, Türkiye.  
ORCID: 0000-0003-2399-4100

<sup>2</sup> Bingöl Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik  
Bölümü, Bingöl, Türkiye. ORCID: 0000-0002-0630-4086



## Giriş

Antik çağlardan beri arı ürünleri ve balı, iyi bir biyoaktif madde ve enerji kaynağı olarak kabul edilmiştir. Sağlıklı ve doğal gıdalara olan mevcut talep göz önüne alındığında, arı ürünlerinin son yıllarda ticari olarak ilgi görmesi ve onu en çok tüketilen gıda ürünü ve takviyelerinden biri haline getirmesi şaşırtıcı değildir. Arı ürünleri ve balı, amino asitler, proteinler, lipitler, fenolik bileşikler, vitaminler veya mineraller gibi sağlık açısından gerekli bileşikleri içerdiği kapsamlı bir şekilde rapor edilmiştir. Bu nedenle, bu kitap bölümü, ağırlıklı olarak son on yılda yayınlanan yukarıda belirtilen bileşiklerin birçoğunun ekstraksiyon ve belirleme tekniklerine genel bir yenilikçi bakış yaklaşımı sunmayı amaçlamaktadır (Crane, 1975).

Apiterapide yaygın olarak kullanılan ekstraktların biyolojik aktivitelerinden sorumlu olan ham propolis polifenollerinin ve uçucu bileşiklerin tam bir kimyasal karakterizasyonu için yeni ve etkili kromatografik teknikler geliştirilmiştir. Propolis uçucu bileşiklerinin karakterizasyonu, MS tespiti ile birleştirilmiş GC'ye dayanmaktadır.

Bal arıları tarımsal açıdan oldukça büyük önem arz eden tarımsal bir takım gıda ürünlerinin ve bazı yabancı bitkilerin büyük çoğunluğunun varlıklarını devam ettirmelerinden sorumludur. Bal arıları olmadan pazarda yer alan ve besleyici değerleri yüksek olan badem, elma, kavun vb. mahsuller yok olmayla karşı karşıya kalırdı. Bal arıları tarımsal önemlerinin yanısıra ürettikleri bir takım ürünleri ile, pozitif sağlık etkileri nedeniyle uzun süredir fitoterapide ve diyetle kullanılmaktadır. Günümüzde arı ürünleri olarak sınıflandırılan bal,

arı sütü, propolis, balmumu veya arı poleninini sağlığa faydalı özellikleri ile ilişkili biyoaktif bileşiklerin varlığı nedeniyle önem kazanmaktadır (Ayna, 2020; Bogdanov, 1997). Özellikle arı poleni, esansiyel amino asitler, antioksidanlar, vitaminler ve lipidler gibi sağlığı geliştirici etkileri olan bileşiklerin yüksek içeriği nedeniyle insan tüketimi için fonksiyonel gıda olarak dikkat çekmektedir (Bengü ve ark., 2020; Conte ve ark., 2017).

Daha önce görüldüğü gibi, arı ürünlerinin birkaç ana bileşeninin biyolojik aktivitesini ve terapötik özelliklerini ortaya çıkarmak amacıyla yayınlanan birkaç incelemede farklı metodolojilerden bahsedilmiştir, ancak bildiğimiz kadarıyla bunlar hiçbir zaman analitik bir perspektiften ve yenilikçi bir yaklaşım ile tartışılmamıştır. Bu bölümde özellikle ileri analitik tekniklerin (kromatografi, spektroskopi, spektrometri, vb.) kullanıldığı alanlardan bahsedilecektir.

### **Bal İçerisinde Bulunan Biyoaktif Bileşikler ve Ayırma Teknikleri**

Bilindiği üzere lipitler besleyici rezerv ve enerji molekülleri olarak önemlidir ve bu nedenle polen tanesinin uygun bir performansı ve gelişimi için gereklidirler. Lipit konsantrasyonu, diğer biyoaktif bileşiklerde olduğu gibi, farklı polen bitki türlerinde büyük ölçüde değişir. Bal arısı tarafından toplanan polenin toplam lipid fraksiyonu, ana bileşenler olarak karotenoidler, steroller ve yağ asitleri içerir (Yang ve ark., 2016). Arı poleni lipidleri genellikle bir Soxhlet ekstraktörü ve petrol eteri (Bogdanov ve Gallmann, 2008); (Negrao ve ark., 2014) etil eter (Bogdanov, 1997), dietil eter (Melo ve ark.,

2016) ve heksan (Soares ve ark., 2015) gibi farklı çözücüler kullanılarak izole edilmiştir; ancak bazı yayınlarda Soxhlet cihazı kullanılmamıştır. Lipidler, kloroform ve metanol karışımları (Conte ve ark., 2017); (Karabagias ve ark., 2014), petrol eteri (Campone ve ark., 2014) veya bir kloroform, metanol ve su karışımı gibi basit bir çözücüler ile ekstrakte edilmiştir. Arı poleninden -karotenin ekstraksiyonu ile ilgili olarak, iki durumda daha karmaşık bir prosedür (açık kolon kromatografisi, OCC) kullanılmıştır (Nozal ve ark., 2005); (Bertelli ve ark., 2010). Bu özel kromatografiye (OCC) verilen isim, açık kurulumundan gelmektedir. Bu, nispeten yüksek konsantrasyonlarda karotenoidleri belirlemek için iyi bir tekniktir ve aynı zamanda, sıvı kromatografisi (LC) ile bu bileşikleri belirlerken standart olarak kullanılabilen karotenoidlerin ayrılması ve saflaştırılması için çok yararlıdır. Fitosteroller olarak bilinen bitkilerden elde edilen sterollerin, insan bağırsağında kolesterol emilim bölgelerini bloke ettiği ve düşük yoğunluklu lipoproteinlerle ilişkili plazma kolesterol seviyesini azalttığı ve böylece insanlarda kolesterolü düşürmeye yardımcı olduğu klinik deneylerde gösterilmiştir (Bernal ve ark., 2011). Bunlar bir kloroform ve metanol karışımı ile özütlenir, ardından nihai özüt soğuk sabunlaştırmaya tabi tutulur ve diğer on bir bileşik arasından kolesterol dahil olmak üzere steroller, bir alev iyonizasyon dedektörü (GC-FID) ile donatılmış gaz kromatografisiyle trimetilsilil türevleri olarak belirlenir.

Fenolik bileşikler ise son zamanlarda, antimikrobiyal, antidiyabetik veya anti-inflamatuar etkiler gibi çok çeşitli işlevleri nedeniyle dikkat

çekmeye başlamasına rağmen bu bileşikler için bildirilen ana aktivite olarak antioksidanlar üzerine yoğunlaşmıştır (Ayna, 2021). Fenolik bileşikler basit, düşük moleküler ağırlıklı, tek aromatik halkalı bileşiklerden büyük ve karmaşık tanenlere ve türetilmiş polifenollere kadar uzanır. Bu bileşik grubu karbon atomlarının sayısı ve düzenine bağlı olarak flavonoidler flavonoller, flavonlar, flavan-3-oller, antosiyanidinler, flavanonlar, izoflavonlar gibi sınıflara ayrılırken flavonoid olmayanlar (diğerlerinin yanı sıra fenolik asitler, hidroksisinnamatlar, stilbenler) olarak sınıflandırılır (Ares ve ark., 2013); (Ayna ve ark., 2020). Arı ürünleri kersetin, vanilik asit ve protokateşik asit gibi çok çeşitli fenolik bileşiklere sahiptir; yine de bileşimi, botanik ve coğrafi kökenlerinin yanı sıra toprak tipi, hava koşulları ve arıcı faaliyetleri gibi diğer faktörler nedeniyle değişir (Sun ve ark., 2017). Fenolikler esas olarak bir alkol (etil alkol veya metil alkol) ve su karışımı (Crane, 1975); (Canele ve ark., 2016); (Kaskonien ve ark., 2015) ile çözücü ekstraksiyonu yoluyla izole edilirler ancak metanol, su veya su ve aseton karışımı da ekstraksiyon işleminde (Areneda ve ark., 2015) kullanılmıştır. Toplam polifenol miktarı (TPC) analizi için bir klasik olan Folin Ciocalteu yöntemi (FCM) ağırlıklı olarak arı polenindeki toplam fenolik içeriği değerlendirmek için kullanılır. Bu prosedür ile ölçülen renk değişimi, yani spektrofotometrik olarak (UV-vis) izlenen, numunedeki fenoller tarafından indüklenen bir molibdat-tungstat reaktifinin azalmasıyla ilişkilidir (Ares ve ark., 2013). Bununla birlikte, bu reaktif sadece fenollerle değil, herhangi bir indirgeyici numune maddesiyle reaksiyona girdiğinden, bu spesifik bir tahlil değildir. Spesifik bazı

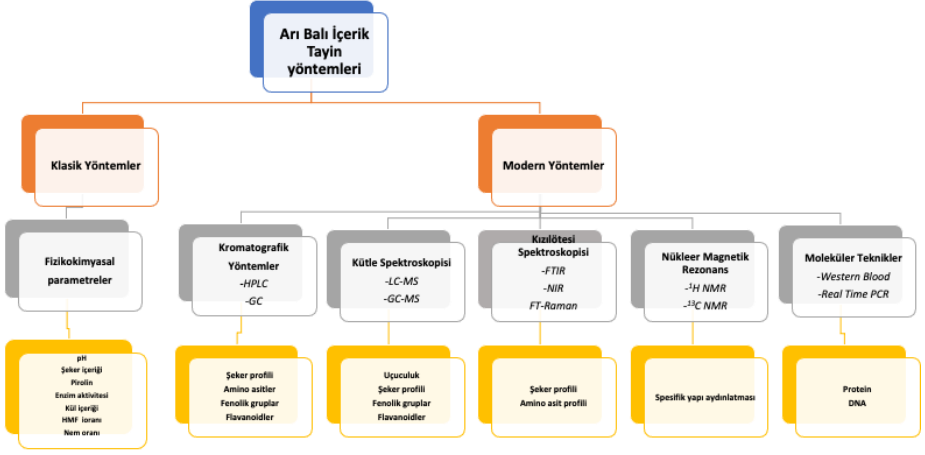
çalışmalarda elektrokimyasal ve MS dedektörleri seçilmiş olmasına rağmen, arı polenindeki toplam içeriği belirlemek için genellikle spektrofotometrik teknikler kullanılmıştır. Ancak bazen, tek fenolik bileşikler, esas olarak C18 analitik kolonları ile RPLC vasıtasıyla spesifik olarak analiz edilirken Ultra yüksek performanslı sıvı kromatografisi (UHPLC) ve CE kullanımı nadirdir.

Arı ürünlerinde bulunan biyoaktif bileşiklerin bir parçasını oluşturan proteinlerin ve Amino asitlerin tüketimi insan sağlığı için çeşitli faydalar sunar. Organizma üzerindeki diğer olumlu etkilerin yanı sıra antibakteriyel, antioksidan, immüno-uyarıcı, anti-trombotik ve anti-inflamatuar aktivitelerde yer alırlar (Ares ve ark., 2013). Toplam protein içeriği (TPROC) çoğu durumda Kjeldahl yöntemiyle nitrojen ölçümünün sonucu olarak belirlenmiştir (Crane, 1975); (Lilek ve ark., 2015); (Conti ve ark., 2016). Bu yöntem üç ana aşamaya ayrılmaktadır. Bunlar; sindirim, damıtma ve titrasyon. Kısaca, sıcak sindirim, bir numunenin potasyum sülfat ve bir katalizör ile birlikte sülfürik asit içinde kaynatılmasıyla gerçekleştirilir ve amonyum sülfat içeren sindirimle sonuçlanır. Daha sonra, amonyum sülfatı titrasyonla belirlenen uçucu amonyağa dönüştürmek için bir baz (NaOH) eklenir (Chromy ve ark., 2015). Bazı araştırmacılar, suyla (Montenegro ve ark., 2013); (Avni ve ark., 2014) veya tris(hidroksimetil)aminometan (Tris) ve etilendiamintetraasetik asitten (EDTA) oluşan bir tampon aracılığıyla elde edilen arı poleni ekstraktlarındaki protein seviyelerini ölçmek için Bradford tahlilini (BA) kullanmışlardır (Sá-Otero ve ark., 2009). Arı polenindeki protein, peptit ve amino asitlerin analizine



ilişkin bilimsel literatürün incelenmesinden sonra, hedef bileşiğe bağlı olarak farklı metodolojiler önerilebilir.

Arı ürünlerinin barındırdığı bir diğer önemli biyoaktif grup ise vitaminlerdir. Vitaminler mineral metabolizması veya hücre-doku büyümesi ve farklılaşmasının düzenleyicileri olarak değişen biyokimyasal rollere sahip çeşitli organik bileşikler grubunu içerir; antioksidan aktiviteye sahiptirler ve bazıları enzim kofaktörlerinin öncüleridir. Mevcut literatüre göre arı poleni, B kompleksi vitaminleri, C, D, E vitaminleri ve provitamin A olabilen -karoten gibi karotenoidleri içerir. Arı ürünlerinden C vitamini elde etmek ve izole etmek için titrimetrik (Bogdanov, 1997) veya florimetrik (FLM) (Kek ve ark., 2017) yöntemlere dayalı iki farklı numune muamelesi önerilmiştir. Her iki prosedür de belirli avantajlar ve dezavantajlar göstermektedir. Örneğin, titrimetrik ve florimetrik yöntemler basittir ve bu nedenle popülerdir; yine de örneğin LC yöntemlerinde olduğu gibi, askorbik asit için kimyasal olarak spesifik değildirler. Titrimetrik yöntem, mavi boya 2,6-dikloroindofenolün, daha önce bir metafosforik ve asetik asit karışımı ile özütlenen askorbik asit ile renksiz bir çözeltiye indirgenmesine dayanır.



**Şekil 1.** Bal Kimlik Doğrulamasında Kullanılan Geleneksel ve Modern Analitik Yöntemler.

Şekil 1’de görüldüğü üzere bal içeriklerinin tayininde iki ana yöntem kullanılmaktadır. Klasik ve Modern olarak iki ana başlıkta toplanan yöntemlerden klasik yöntemde fizikokimyasal parametreler araştırılmaktadır. Bunlar; pH, şeker, pirolin, enzim aktivitesi, kül miktarı, nem oranı ve HMF miktarı olarak görülmektedir. Modern yöntem kendi içinde beş farklı tekniğe ayrılmaktadır. Bunlar, Kromatografik yöntemler olan yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) ve gaz kromatografisi olarak iki başlıkta toplanır. Bir diğer teknik ise kütle spektroskopisidir ve kendi içinde Sıvı kromatografi-kütle spektrometresi ve Gaz kromatografisi-kütle spektrometresi olarak yer alır. Üçüncü teknik olarak kızılötesi spektroskopisi yer almaktadır ve bu teknik fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi (**FTIR**), yakın-kızılötesi spektroskopisi

(NIR) ve fourier dönüşümlü Raman spektroskopisi olarak üç başlıkta toplanmaktadır. Bir diğer teknik ise nükleer magnetik rezonans spektroskopisi olarak sınıflandırılmaktadır. Bu teknik kendi içinde farklı bölümlere ayrılmakla beraber arı ürünleri içinde yer alan spesifik organik bileşenlerin yapılarının aydınlatılmasında proton ve karbon NMR tekniklerinden yararlanılmaktadır. Son olarak bal ürünlerindeki protein ve DNA tayininde kullanılan moleküler tekniklerden western-blood ve real time PCR yöntemleri mevcuttur.

Arılar, kovanlarındaki boşlukları ve dar alanları doldurmak ve yumurta biriktirme yuvalarında ve solunum çıkışlarında mikrobiyal kontaminasyonu önlemek için propolis kullanırlar. propolis genellikle %50 reçine, %30 balmumu, %10 uçucu yağlar, %5 polen ve %5 diğer maddelerden oluşur, bunlara sinamik asit, fenolik asitler, ikame edilmiş benzoik asitler, amino asitler ve flavonoidlerin türevleri dahildir (Bankove ve ark., 2000); (Salatino ve ark., 2005) Propolisin biyolojik etkileri ve kimyasal bileşimi, bitkisel kaynakların türleri, coğrafi köken, yılın mevsimi ve toplama zamanı gibi çeşitli faktörlere bağlıdır (Pietta ve ark., 2002). Etanol, biyolojik olarak aktif bileşiklerden zengin düşük mumlu propolis özütleri elde etmek için en çok kullanılan çözücü olmuştur (Catchpole ve ark., 2004). En umut verici ekstraksiyon yöntemlerinden biri süper kritik akışkanlardır (Trusheva ve ark., 2007). Bu yöntemin kimyasal işlemlerde, petrokimyada, farmasötik ve gıda işlemede uygulama için etkili olduğu kanıtlanmıştır. Bu yöntem, temiz bir teknoloji olarak kabul edilir ve farmasötik ve gıda endüstrileri için önemli bir özellik olan

düşük sıcaklıkların kullanılması yoluyla elde edilen ekstraktların antioksidan özelliklerini koruma kapasitesine sahiptir.

## KAYNAKLAR

- Araneda, X., Caniullan, R., Catalán, C., Martínez, M., Morales, D., Rodríguez, M. (2015) Nutritional contribution of pollen from species pollinated by bees (*Apis mellifera* L.) in the Araucanía Region of Chile. *Rev. FAC UNCuyo*. 47:139–144.
- Ares, AM., Nozal, MJ., Bernal, J. (2013). Extraction, chemical characterization and biological activity determination of broccoli health promoting compounds. *Journal of Chromatography A*. 1313:78–95.
- Avni, D., Hendriksma, HP., Dag, A., Uni, Z., Shafir, S. (2014). Nutritional aspects of honey bee-collected pollen and constraints on colony development in the eastern Mediterranean. *Journal of Insect Physiology*. 69:65–73.
- Ayna, A. (2020). Apoptotic effects of beta-carotene, alpha-tocopherol and ascorbic acid on PC-3 prostate cancer cells. *Hacettepe Journal of Biology and Chemistry*. 48(3): 211-218.
- Ayna, A. (2021). Caffeic acid prevents hydrogen peroxide-induced oxidative damage in SH-SY5Y cell line through mitigation of oxidative stress and apoptosis. *Bratislavske Lekarske Listy*. 122(2):120-124.
- Ayna, A., Özbolat, SN., Darendelioglu, E. (2020). Quercetin, chrysin, caffeic acid and ferulic acid ameliorate cyclophosphamide-induced toxicities in SH-SY5Y cells. *Molecular Biology Reports*. 47(11):8535-8543.
- Bankova, V., Castro, SD., Marcucci, M. (2000). Propolis: recent advances in chemistry and plant origin Review article Propolis: recent advances in chemistry and plant origin. *Apidologie*. 31(1):3–15.
- Bengü, AŞ., Ayna, A., Özbolat, SN., Tunç, A., Aykutoğlu, G., Çiftci, M., Darendelioglu, E. (2020). Content and antimicrobial activities of bingol royal jelly. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*. 7(2):480-486.
- Bogdanov, S. (1997). Nature and origin of the antibacterial substances in honey. *LWT- Food Science and Technology* 30:748-753

- Bogdanov, S., Gallmann, P. (2008). Authenticity of honey and other bee products state of the art. *Animal Production and Dairy Products (ALP) Science* 520:1-12
- Bernal, J., Mendiola, JA., Ibáñez, E., Cifuentes, A. (2011). Advanced analysis of nutraceuticals, *Journal of Pharm. Biomed. Anal.* 55:758-774.
- Bertelli, D., Lolli, M., Papotti, G., Bortolotti, L., Serra, G., Plessi, M. (2010). Detection of honey adulteration by sugar syrups using one-dimensional and two-dimensional high-resolution nuclear magnetic resonance. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 58:8495-8501
- Campone, L., Piccinelli, AL., Pagano, I., Carabetta, S., Sanzo, RD., Russo, M., (2014). Determination of phenolic compounds in honey using dispersive liquid-liquid microextraction. *Journal of Chromatography A.* 1334:9-15
- Canale, A., Benelli, G., Castagna, A., Sgherri, C., Poli, P., Serra, A., Mele, M., Ranieri, A., Signorini, F., Bientinesi, M., Nicolella, C. (2016) Microwave-assisted drying for the conservation of honeybee pollen. *Materials* 9 (363):1-11.
- Catchpole, OJ., Grey, JB., Mitchell, KA., Lan, JS. (2004). Supercritical antisolvent fractionation of propolis tincture. *Supercritical Fluid Systems.* 29(1-2):97-106.4
- Chromy, V., Vinklárková, B., Sprongl, L., Bittová, M. (2015) The Kjeldahl method as a primary reference procedure for total protein in certified reference materials used in clinical chemistry. I. A review of Kjeldahl methods adopted by laboratory medicine. *Critical Reviews in Analytical Chemistry.* 45:106-111.
- Conte, G., Benelli, G., Serra, A., Signorini, F., Bientinesi, M., Nicolella, Mele, C.M., Canale, A. (2017). Lipid characterization of chestnut and willow honeybee-collected pollen: impact of freeze-drying and microwave-assisted drying. *Journal of Food Composition Anal.* 55:12-19.

- Conti, I., Medrzycki, P., Argenti, C., Meloni, M., Vecchione, V., Boi, M., Mariotti, MG. (2016). Sugar and protein content in different monofloral pollens – building a database. *Bulletin of Insectology*. 69:318–320.
- Crane, E. (1975). History of honey. In: Crane E, editor. Honey, A Comprehensive Survey. London: William Heinemann; pp. 439-488.
- de Sá-Otero, MP., Armesto-Baztan, S., Díaz-Losada, E. (2009). Analysis of protein content in pollen loads produced in north-west Spain. *Grana*. 48:290–296.
- Karabagias, IK., Vavoura, MV., Nikolaou, C., Badeka, A., Kontakos, S., Kontominas, MG. (2014). Floral authentication of Greek unifloral honeys based on the combination of phenolic compounds, physicochemical parameters and chemometrics. *Food Research International*. 62:753-760.
- Kaskonien, V., Kaskonas, P., Maruska, A. (2015). Volatile compounds composition and antioxidant activity of bee pollen collected in Lithuania. *Chem. Pap*. 69:291–299.
- Kek SP, Chin NL, Tan SW, Yusof YA, Chua LS. (2017). Classification of entomological origin of honey based on its physicochemical and antioxidant properties. *International Journal of Food Properties*. 20:S2723-S2738.
- Kek, SP., Chin, NL., Tan, SW., Yusof, YA., Chua, LS. (2018). Comparison of DNA extraction methods for entomological origin identification of honey using simple additive weighting method. *International Journal of Food Science and Technology*. 53:2490-2499.
- Lilek, N., Pereyra, A., Gonzales, J., Bozi, A. Kandolf Borovsak, Bertoncej, J. (2015). Chemical composition and content of free tryptophan in Slovenian bee pollen. *Journal of Food and Nutrition Research*. 4:323–333.
- Liolios, V., Tananaki, C., Dimou, M., Kanelis, D., Goras, G., Karazafiris, E., Thrasvoulou, A. (2015) Ranking pollen from bee plants according to their protein contribution to honey bees. *Journal of Apicultural Research*. 54:582–592.
- Melo, A.A.M., Fernandes Estevinho, M.L.M., Sattler, J.A.G., Rodrigues Souza, B., da Silva Freitas, A., Barth, O.M., Almeida-Muradian, L.B. (2016). Effect of processing conditions on characteristics of dehydrated bee-pollen and

- correlation between quality parameters. *LWT-Food Sci. Technol.* 65:808–815.
- Montenegro, G., Pizarro, R., Mejías, E., Rodríguez, S. (2013). Biological evaluation of bee pollen from native Chilean plants. *Phyton.* 82:7–14.
- Negrão, A.F., Barreto, L.M.R.C., Orsi, R.O. (2014). Influence of the collection season on production size, and chemical composition of bee pollen produced by *Apis mellifera* L. *J. Apic. Sci.* 58:5–10.
- Nozal Nalda, MJ., Bernal Yague, JL., Diego Calva, JC., Martin Gomez, MT. (2005). Classifying honeys from the Soria Province of Spain via multivariate analysis. *Analytical and Bioanalytical Chemistry.* 382:311-319.
- Özbolat, SN., Ayna, A. (2021). Chrysin suppresses HT-29 cell death induced by diclofenac through apoptosis and oxidative damage. *Nutrition and Cancer.* 73(8), 1419-1428.
- Pietta, PG., Gardana, C., Pietta, AM. (2002). Analytical methods for quality control of propolis. *Fitoterapia.* 73: 7–20.
- Salatino, A., Teixeira, ÉW., Negri, G., Message, D. (2005). Origin and chemical variation of Brazilian propolis. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine.* 2(1):33–8.
- Soares, S., Amaral, JS., Oliveira, MBPP., Mafra, I. (2015). Improving DNA isolation from honey for the botanical origin identification. *Food Control.* 48:130-136.
- Sun, FLL., Guo, Y., Zhang, Y., Zhuang, Y. (2017). Antioxidant and anti-tyrosinase activities of phenolic extracts from rape bee pollen and inhibitory melanogenesis by cAMP/MITF/TYR pathway in B16 mouse melanoma cells. *Frontier of Pharmacology.* 8 (104):1–9.
- Trusheva, B., Trunkova, D., Bankova, V. (2007). Different extraction methods of biologically active components from propolis; a preliminary study. *Chemistry Central Journal.* 1(1):1–4.
- Yang, K., Wu, D., X. Ye, D. Liu, J. Chen, P. Sun, (2016). Characterization of chemical composition of bee pollen in China. *J. Agric. Food Chem.* 61:708–718.





## BÖLÜM 11

### KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE TÜRKİYE BAĞCILIĞININ GELECEĞİNE MUHTEMEL ETKİLERİ

Dr. Öğr. Üyesi M. İlhan ODABAŞIOĞLU\*<sup>1</sup>  
Öğr. Gör. Fırat İŞLEK<sup>2</sup>, Doç. Dr. Atilla ÇAKIR<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> Adıyaman Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü/Adıyaman, Türkiye. modabasioglu@adiyaman.edu.tr, Orcid: 0000-0001-8060-3407

<sup>2</sup> Muş Alparslan Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü/Muş, Türkiye. firatislek12@gmail.com, Orcid: 0000-0003-3157-3680

<sup>3</sup> Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü/Bingöl, Türkiye acakir@bingol.edu.tr, Orcid: 0000-0001-9732-9272

\*Sorumlu yazar: milhanodabasioglu@gmail.com; modabasioglu@adiyaman.edu.tr



## 1. Giriş

Üzerinde yaşadığımız yer küre her ne kadar oluşumundan bu yana sürekli ısınmaya ve soğumaya maruz kalmışsa da insanoğlunun yakın geçmişteki artan faaliyetleri, küresel çaptaki bu iklim değişimini hızlandırmıştır (Türkeş, 2012). Bunun ötesinde ilk defa insan eliyle dünyada iklimsel bir değişiklik yaşanması durumuyla karşı karşıya kalınmıştır (Çevik ve Değer, 2018). 19. yüzyılın ikinci yarısında Avrupa'da yaşanan sanayi devrimi; sonuçları yer kürenin tamamını etkileyecek bir dönemin başlangıcını oluşturmuştur (Korkmaz, 2007). Artan fosil yakıtı kullanımı, orman alanlarının tahribi, tarımın makine desteğiyle endüstriyel bir boyutta yapılmaya başlanması; atmosfere salınan başta karbondioksit olmak üzere sera gazlarının artışına neden olmuştur (Şanlı ve Özekicioğlu, 2007). Atmosferde sera gazlarının konsantrasyonlarının artışı; güneşten dünyaya ulaşan radyasyonun normalde geri yansıtıldığından daha az geri yansıtılmasına yani sera gazlarınca soğurulmasına neden olmaktadır (King, 2005). Bu değişim, araştırmacılarca tıpkı bir seranın içinin ısınmasına benzetilmiş ve sera gazlarının tıpkı bir cam gibi güneşin yaydığı ısının dünyada daha fazla hissedilmesine neden olduğu belirtilmiştir. Günümüzde bu etkiye kısaca sera etkisi de denmektedir (Doğan, 2005). Aslında sera etkisi, yer kürenin canlı yaşamına ev sahipliği yapması açısından gereklidir. Nitekim sera etkisi dünyada hiç olmasaydı yer küre ortalama  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  sıcaklıkta olacak ve canlılığın sürdürülmesi için gerekli olan suyun tamamı katı formda yani buz halinde olacaktı. Buna karşın dünyanın günümüzde ortalama yüzey sıcaklığı  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'dir (Aksay ve ark., 2005).

Küresel boyutta iklim değişikliğine neden olması beklenen sorun ise bu sıcaklığın artan sera gazı salınımı ile artış göstermesidir. Nitekim atmosferdeki CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun son 150 yılda 280 ppmv den 400 ppmv seviyelerine gelmiş olması, değişimin büyüklüğünü gözler önüne sermektedir (Türkeş, 2012). Ayrıca yer kürenin geçmişte belirli aralıklarla soğuma ve ısınma değişimlerini inceleyen araştırmacılar; günümüzde soğuma eğilimine girilmesi gereken dönemde olduğunu ancak son 60 yılda sıcaklığın artmaya devam ettiğini bildirmişlerdir (Öztürk, 2002; Doğan ve ark., 2010).

Özellikle CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun artışı üzerinde durulmasının sebebi; bu gazın, yer kürenin ısınmasına olan etkisinin diğerlerine kıyasla çok daha fazla olmasıdır. Yıllık ortalama %0.5 artış hızına sahip olan CO<sub>2</sub> konsantrasyonu, sadece sera etkisini arttırmamakta aynı zamanda bitkisel üretim üzerinde de sorunların yaşanmasına neden olacak koşulların oluşmasına da neden olmaktadır (Demir, 2009). Normal şartlarda artan CO<sub>2</sub> konsantrasyonuyla bitkilerde fotosentez hızı artmakta ve gelişim tetiklenmektedir ancak bu artışa paralel olarak sıcaklığın da artması bitkilerde sıcaklık stresinin yaşanmasına neden olmaktadır. Bununla birlikte artan sıcaklık aynı zamanda karalarda mevcut suyun hızlı buharlaşmasına, yağışların da azalmasıyla tatlı su kaynaklarının azalmasına neden olmaktadır. Bu durum, dünyanın pek çok bölgesinin kuraklaşmasıyla sonuçlanacaktır (Karaman ve Gökalp, 2010). Kuraklık ise bitkisel üretim için en büyük sorunların başında gelmektedir. Nitekim kültürü yapılan bitkilerin kuraklığa toleransları çok da iyi değildir.

Her ne kadar küresel iklim değişikliğine bağlı olarak gerçekleşecek ısı, yağış değişimleri, dünyanın her yerinde aynı ölçekte olmayacaksa da Türkiye, kuraklığın ve ısı artışının yaşanacağı öngörülen bölgelerden biri içerisinde yer almaktadır (Soltekin ve ark., 2021). Türkiye, Akdeniz havzası içerisinde yer alan ve önemli bitkisel üretim alanına sahip olan ülkelerden biridir. Birçok bitki türünün anavatanı olan Türkiye coğrafyasında önemli bitkisel üretim kollarından biri de bağcılıktır. Önemli ihraç ürünlerinden biri olan kuru üzümün hem üretim miktarı hem de ihracatından elde edilen gelir miktarı incelendiğinde; bağcılığın üreticiler ve Türkiye ekonomisi için önemi daha net anlaşılmaktadır. Buna karşın küresel ölçekte gerçekleşeceği öngörülen iklim değişikliği etkilerinin, Türkiye’de bağ alanlarında da hissedileceği düşünülmektedir. İlerleyen bölümlerde, hem Türkiye’de yer alan bağ alanlarının iklim değişikliğinin etkisiyle muhtemel değişimlerine hem de yetiştiriciliği yapılan çeşitlerde görülmesi beklenen fizyolojik etkilere değinilmiş ve iklim değişikliğinin arifesinde bağcılığın geleceği için bazı öneriler sunulmuştur.

## **2. Türkiye Bağcılığı ve Türkiye’de Bağcılık Yapılabilecek Alanları Sınırlandıran Etkenler**

Türkiye, dünya üzüm üretiminde 4 milyon ton yıllık üretimi ile 6. sırada yer almaktadır. Bağ alanı varlığı bakımından ise dünyada 5. sırada yer almakta ve yaklaşık 4000 ha alan ile önemli bir üzüm üreticisi ülke olarak mevcut üretimini uzun yıllar devam ettireceğinin izlenimini vermektedir (FAO, 2021). Üretilen üzüm miktarı, ticari değerlendirme şekillerine göre oransal olarak dağıtıldığında; %50 sofralık, %39

kurutmalık, %9 şıralık ve %2 şaraplık üretimin yapıldığı görülmektedir (Aktaş, 2002; Odabaşıoğlu, 2020). Türkiye’de üretilen üzümler yalnızca iç piyasada tüketilmemekte aynı zamanda değişik ülkelere hem yaş üzüm olarak hem de kuru üzüm olarak ihraç edilmektedir. 2020 yılı itibariyle Türkiye’nin dünya üzüm piyasasındaki payı %6.4 olarak kayıtlara geçmiştir (ITC, 2020). Bu ihracatın önemli bir bölümünü oluşturan kuru üzümlerin üretiminde de Türkiye, dünyanın önde gelen ülkeleri arasındadır (Miran ve ark., 2015). Nitekim çekirdekli kuru üzüm üretiminde dünyada 1. sırada yer alırken, çekirdeksiz kuru üzüm üretiminde ABD’nin ardından 2. sırada yer almaktadır (Anonim, 2021).

Türkiye’nin bağcılık ve üzüm üretiminde dünya piyasasında önemli bir yere sahip olmasının nedeni yalnızca üretim yaptığı alanın genişliği değil aynı zamanda üzüm çeşitliliğinin verdiği bir avantajdır. Üzümün ilk olarak kültüre alınıp, insan eliyle yetiştirilmeye başlandığı coğrafyanın bir bölümü Anadolu’da yer almaktadır (Ağaoğlu, 1999). Üzümün anavatanı olarak adlandırılan bu coğrafyanın bir bölümünün, günümüz Türkiye sınırları içerisinde yer alması ve üzümün bu coğrafyadan dünyaya yayılırken izlediği göç yollarının da Anadolu’dan geçmesi sayesinde Türkiye’nin üzüm çeşitliliği birçok ülkeye göre daha fazladır. Candar ve ark. (2019)’na göre Türkiye’de koruma altına alınmış, 1539 farklı üzüm çeşidi ve tipi vardır. Bu üzümlerin tamamı Türkiye’nin bağcılık coğrafyalarına uyum sağlamış olup, büyük bölümünün halen yetiştiriciliği devam etmektedir. Bu çeşitlerin yetiştiriciliğini yapan işletmelerin tamamı ekonomik gelir elde etmek

amacıyla üretime devam etmemekte, bazı küçük aile işletmeleri kendi ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla da üretim yapmaktadırlar (Çakır ve ark., 2015; Çakır ve ark., 2017). Aile işletmelerinin kendi ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla sürdürdükleri bu üretim modeli, Türkiye bağıcılığı açısından avantaj oluşturmaktadır. Nitekim bu sayede henüz koruma altına alınmamış yerel çeşit ve tipler varlığını korumaktadır. Son yıllarda farklı araştırmacılar tarafından söz konusu, henüz koruma altına alınmamış yerel çeşitlerin ve tiplerin bir bölümü tespit edilmiştir (Güler ve ark., 2013; Kırs, 2019; Ünal ve Yıldırım, 2019).

Türkiye'nin üzüm çeşitleri yönünden geniş bir gen havuzuna sahip olması aynı zamanda üretim yapılan bölgelerin de çeşitliliği açısından önem arz etmektedir. Doğu Anadolu'nun yüksek kesimleri (Kuzeydoğu Anadolu) ve Doğu Karadeniz bölgeleri dışındaki tüm tarım bölgelerinde üzüm üretimi önemli ölçüde sürdürülmektedir (TÜİK, 2021). Bununla birlikte yıllık yağışın ve nispi nem düzeyinin yüksek olduğu Karadeniz Bölgesi'nde *Vitis vinifera* L. türüne ait üzüm çeşitlerinin yetiştiriciliği, fungal hastalık etmenlerince sınırlandırıldığı için bu bölgede *Vitis labrusca* türüne ait üzüm çeşitlerinin yetiştiriciliği yapılmaktadır (Çelik ve ark., 1998). Üzüm üretimi yapılan bölgeler, üretim alanı ve üzüm üretim miktarlarına göre sıralandığında ise; Ege Bölgesi üretim ve alan bakımından ilk sırada yer alırken, Güneydoğu Anadolu Bölgesi, bu bölgeden sonra en geniş bağ alanlarına sahip bölge olarak öne çıkmaktadır (Bekişli, 2014; Bashimov, 2017). Buna karşın yüksek sıcaklık ve kuraklığın etkili olduğu Güneydoğu Anadolu Bölgesi, geniş bağ alanlarına ve çok sayıda yerel üzüm çeşidine sahip



olmasına rağmen yeterli verimin elde edilemediği bir bölgedir (Çelik ve ark., 2000; Uyak ve ark., 2011; Bekişli ve ark., 2015; Değirmenci Karataş ve ark., 2015).

Bahar ve ark. (2012), dünyada bağcılık yapılan alanları, 12° C - 22° C izotermeleri arasında yer alan bölgeler olarak tanımlamıştır. Genel olarak ise 30°-50° Kuzey ve 30°-40° Güney enlemleri arasında yer alan bölgeler bağcılığın yapıldığı ve yapılabileceği yerler olarak belirtilmektedir (Winkler ve ark., 1974; Çelik ve ark., 1998; Ağaoğlu, 1999). Türkiye, söz konusu izotermeler ve enlem dereceleri arasında yer almaktadır. Alsancak Sırlı ve ark. (2015) 'na göre gerek asmaların soğuklanma sürelerinin gerekse etkili sıcaklık isteklerinin karşılanması bakımından, Türkiye'de ekonomik üretimin yapılabileceği alan yaklaşık 45 milyon ha olarak ifade edilmiştir. Buna karşın bağcılık yapılabilecek alanları, yalnızca asmaların dormansi döneminde kış gözlerinin soğuklanma sürelerinin ve ürünlerini olgunlaştırma süresince gereksinim duydukları sıcaklık toplamının sağlandığı bölgelerle belirtmek doğru değildir. Çünkü hem ekonomik bağcılık yapabilmek hem de asmaların canlılıklarını sürdürmeleri için belirli bir su istekleri vardır (Uzun, 2011). Ekonomik üzüm üretimi için asmaların vejetasyon periyotları boyunca gereksinim duydukları su miktarı, Türkiye'nin bütün bölgelerinde yağışla karşılanamamaktadır (Bekişli ve ark., 2014). Bu durum da Türkiye'de bağcılık yapılan alanları sınırlandırmaktadır. Ayrıca yeterli sulama alt yapısının oluşturulamamış olması ve sulanan alanlarda ise diğer tarımsal ürünlere kıyasla bağcılığın daha az tercih edilen bir bitkisel üretim metodu

olması; yeterli yağışın düştüğü yörelerde bağcılığın susuz olarak sürdürülmesine neden olmaktadır. Sulanabilen alanlarda bağ tesisi yerine diğer bitkisel ürünlerin yetiştirilmesinin nedeni; bağcılıktan elde edilen gelir düzeyinin rekabet gücünün diğer tarımsal ürünlere kıyasla düşük olmasıdır. Ancak söz konusu sebeplerin bir sonucu olarak susuz bağcılığın Türkiye’de yaygın yapıyor olması hem üzüm verimini hem de kalitesini düşürmektedir. Türkiye’de yürütülen birçok araştırmada, bağlarda yeterli sulamanın yapılması halinde üzüm veriminin %35-86 artabileceğini ortaya konmuştur (Topuz ve Dağdelen, 2017; Çolak ve ark., 2019; Pekmezci ve Dardeniz, 2020). Bu konuda genel bir değerlendirme yapılacak olursa; üzüm üretim potansiyeline kıyasla üretilen üzüm miktarı ancak %50 seviyelerindedir. Türkiye’de bağcılık yapılan alanları sınırlandıran bir diğer etken ise topoğrafyanın ve toprak yapısının uygun olduğu bazı yörelerde ekstrem sıcaklıkların görülmesidir. Vejetasyon periyodunda 35 °C’nin üzerindeki yüksek sıcaklıkların ve 10 °C’nin altındaki düşük sıcaklıkların, asmaların dormansi dönemlerinde ise -12 °C’nin altındaki donların gerçekleştiği yörelerde ekonomik olarak bağcılığın; ek önlemler alınmadan sürdürülmesi mümkün değildir (Çelik ve ark., 1998; Odabaşoğlu, 2017; Dikmetaş ve ark., 2018; Sharma ve Manjeet, 2020). Bu nedenle söz konusu ekstrem sıcaklıkların görüldüğü yörelerde bağcılık sınırlandırmakta ancak bazı kültürel işlemler ve uygulamalarla yürütülmektedir. Kış aylarında (dormansi döneminde), sık sık çok düşük sıcaklıkların görülmesi nedeniyle bağcılığın sınırlandırıldığı bölge olan Doğu Anadolu Bölgesi, aynı zamanda Türkiye’de en düşük üzüm üretiminin yapıldığı ve en az bağ alanına sahip 2. Bölgesidir (Bekişli,

2014). Bununla birlikte üretimin yoğun olarak yapıldığı Ege, Akdeniz ve İç Anadolu bölgelerinde yer alan bazı yörelerde ilkbahar geç donları sıklıkla görülmekte ve üretimi olumsuz etkilemektedir (Aktan, 2012). Vejetasyon periyodunda yüksek sıcaklıkların neden olduğu ürün kayıplarının yaşandığı ve üzümde kalite unsurlarının olumsuz etkilendiği en belirgin bölge Güneydoğu Anadolu Bölgesi'dir. Bu bölgede vejetasyon periyodunun uzun olması, geç olgunlaşan üzüm çeşitlerinin yetiştiriciliğine imkan sağlamakta ise de özellikle yerel çeşitler ve yüksek sıcaklığa iyi adaptasyon sağlamış çeşitler dışındaki üzüm çeşitlerinin yetiştiriciliğinde sorunlar yaşanmaktadır (Dikmetaş, 2017; Odabaşıoğlu, 2020). Tanelerde ben düşme döneminden itibaren görülen kurumalar, lekelenmeler bu sorunlardan en belirgin olanlarıdır.

Yukarıda bahsettiğimiz Türkiye'de bağcılığın yapıldığı bölgeleri sınırlandıran ve üzüm üretimini olumsuz etkileyen etkenlerin, yakın gelecekte iklim değişikliğine bağlı olarak Türkiye'nin birçok yöresinde görülmesi kuvvetle muhtemeldir. İlerleyen bölümlerde; bağcılık yapılan mevcut bölgelerle, günümüzde bağcılık yapılamayan bölgelerde iklim değişikliğine bağlı olarak gerçekleşmesini öngördüğümüz değişimler irdelenecek ve bunların bağcılığa etkileri üzerinde durulacaktır.

### **3. Türkiye Bağcılık Coğrafyasının Küresel İklim Değişikliğiyle Muhtemel Değişimi**

Türkiye'de bağcılığın sürdürüldüğü alanlar incelendiğinde; yukarıda da bahsettiğimiz üzere, Ege Bölgesi en geniş alana ve üretim miktarına sahip bölge olarak öne çıkmaktadır. Bununla birlikte Anadolu

coğrafyasının birbirinden farklı iklim özellikleri gösteren yapısı, Türkiye’de sürdürüle gelen bağcılığın bölgelere göre farklılaşmasına da neden olmaktadır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi ile Ege Bölgesi’nin karşılaştırılması bu açıdan çok belirgin bir örnek teşkil eder. Türkiye’nin ikinci büyük bağ alanına sahip olan Güneydoğu Anadolu Bölgesi, hem yarı-kurak, kurak iklim özelliği gösterirken hem de yüksek solar radyasyon ve sıcaklık etkisi altındadır. Ege Bölgesi ise bu bölgeye göre daha fazla yağış alan, daha düşük sıcaklık ve solar radyasyonun etkisi altındadır. Ege Bölgesi ayrıca nispi nemi daha yüksek bir bölge olma özelliğindedir. Bu nedenlerle söz konusu bölgelerde yetiştiriciliği yapılan çeşitler farklılık gösterirken, bağcılık teknikleri de farklılaşmaktadır. Üreticilerin gelir ve eğitim düzeyleri de muhakkak bağcılık tekniği üzerinde etkilidir ancak bu bölgelerde uygulanan bağcılık teknikleri arasındaki farklılığa neden olan esas faktör ekolojidir. İç Anadolu Bölgesi ise yağış rejimi ve nispi nem bakımından Güneydoğu Anadolu Bölgesine benzer özellikler gösterirken, kış aylarında her iki bölgeye kıyasla daha düşük sıcaklıkların yaşandığı bir bölgedir. Doğu Anadolu Bölgesi’ni ise tek başına değerlendirmek mümkün değildir. Zira bölgenin kuzeyinde yer alan yörelerde (Erzurum, Erzincan, Ağrı illeri ve kuzeyi) hem rakım yüksekliği hem de soğuk iklim nedeniyle bağcılık sınırlı olarak sürdürülmekteyken, güneyinde hem İç Anadolu’ya hem de Güneydoğu Anadolu’ya benzer iklimsel özellikler görülmekte ve bağcılık daha geniş ölçekte sürdürülmektedir. Marmara Bölgesi, özellikle Trakya yöresinin bağcılık yapılan alanları; iklimsel özellikleri açısından Ege Bölgesi’yle benzerlik göstermektedir. Hem nem düzeyi bakımından

hem de tipik ılıman iklim özelliklerinin görülmesi sayesinde, bağcılık yaygın olarak ve ekonomik olarak günümüzde sürdürülebilmektedir. Bununla birlikte bölgenin Anadolu'da kalan kesimi hem yağış rejimi bakımından hem de kış soğukları bakımından Ege Bölgesi'nden farklılaşmaktadır. Akdeniz Bölgesi'nin sahil kuşağı; hem Güneydoğu Anadolu Bölgesi gibi yüksek sıcaklıkların görüldüğü hem de Ege ve Trakya Bölgesi gibi deniz etkisi altında nispi nemin yüksek olduğu bir bölgedir. Sahil kuşağında örtü altında bağcılık ve erkenci çeşitlerin yetiştiriciliği ile turfanda üzüm üretimi yapılabilmektedir. Akdeniz Bölgesi'nin iç kesimlerinde ise gece gündüz sıcaklık farkı fazladır ve kışları sahil kuşağına nispetle çok daha sert geçmektedir. Buna karşın kış soğukları asmaların kışlık gözlerine zarar verecek sıcaklık değerlerine düşmemektedir. Karadeniz Bölgesinde ise vejetasyon periyodunda yoğun yağışlar görülmekte ve *Vitis vinifera* türüne ait çeşitler mantari hastalıkların verdiği zararlar nedeniyle yetiştirilememektedir. Bu bölgede, ilkbahar-yaz aylarında görülen yoğun yağışlara daha dayanıklı olan *Vitis labrusca* türüne ait çeşitlerin yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bununla birlikte Karadeniz Bölgesi'nde yürütülen bağcılık faaliyetleri sınırlıdır.

Görüldüğü üzere Türkiye'de bağcılık yapılan bölgeler birbirleriyle hem benzer hem de oldukça farklı iklimsel özelliklere sahiptirler. Bu nedenle iklim değişikliğinin bağ alanlarında ortaya çıkaracağı değişimleri tek çatı altında toplamak ve böyle bir değerlendirme yapmak uygun değildir. Bu nedenle; iklim değişimi ile söz konusu bağcılık yapılan bölgelerde ve hatta bağcılığın sınırlı, mikroklima

alanlarda yapıldığı bölgelerde ortaya çıkaracağı değişimler tek tek ele alınmalıdır. Bu bağlamda günümüzde önemli bir bağıcılık coğrafyası olan Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde bağların, sıcaklık artışı ve buna bağlı olarak kurak sezonların artmasıyla azalacağı söylenebilir. Az sayıdaki kuraklığa ve yüksek sıcaklığa toleranslı yerel çeşitlerin yetiştiriciliği daha sınırlı alanda ve aile tüketimlerini karşılamaya yönelik olarak sürdürülmeye devam edecektir. Benzeri bir durum İç Anadolu'nun az yağış alan yöreleri için de geçerli olacaktır. Doğu Anadolu Bölgesi'nde ise sıcaklık artışıyla paralel olarak, günümüzde bağıcılığın ancak erkenci çeşitlerin yetiştirilmesiyle sürdürüldüğü yörelerde vejetasyon periyodunun uzamasıyla yetiştiriciliği yapılan çeşit sayısı artış gösterecektir. Ayrıca bu bölgede kış donlarının etkisi azalacak ve yeni bağ alanları da oluşacaktır. Akdeniz Bölgesi'nin sahil kuşağında sıcaklık artışı ve nem artışı örtü altı bağıcılığı olumsuz etkileyecek ve üretim iç kesimlerde daha yoğun olarak sürdürülecektir. Ege Bölgesi'nde ise şaraplık çeşitlerde kalite düşüşünü takiben üretim kısa vadede kurutmalık üzüm çeşitleri üzerinde daha da yoğunlaşacaktır. Marmara Bölgesi'nde sıcaklık artışı ve kuraklık vejetasyon periyodunu olumlu etkileyecek ancak verim ve kalite kayıpları nedeniyle yaygın olan çeşitlerin alternatifleri bağlarda yetiştirilmeye başlanacaktır. Karadeniz Bölgesi'nde ise kuraklığın artış derecesine bağlı olarak *Vitis vinifera* türüne ait çeşitlerin yetiştiriciliğine yer yer başlanacaktır. Genel olarak sıcaklık artışı ve kuraklığın yaygın olarak görülmesi; mevcut bağ alanlarında, o bölgeye daha önce getirilmemiş kuraklığa toleransı yüksek yeni çeşitlerin yetiştirilmesine sebep olacaktır. Bu durum yalnızca çeşitlerin

değişmesine neden olmayacak aynı zamanda bağıcılık yörelerinde kullanılan anaçların ve tercih edilen terbiye sistemlerinin de değişmesine neden olacaktır. Bunların ötesinde bazı yörelerde, üzümün ticari değerlendirme amaçları dahi değişim gösterecektir. Günümüzde susuz olarak bağıcılığın yapılabildiği, yıllık 600 mm/da düzeyinde yağış alan yörelerde kuraklık etkisi ile sulama zorunlu hale gelecek ancak yeterli sulama imkanı olmayan bağların bir kısmı sökülecek ve alternatif tarımsal ürünlere yönelim olacaktır. Her ne kadar kuraklığın etkisi altında bir miktar bağ alanı sökülecekse de vejetasyon periyodunda düşük sıcaklık değerleri görülmesi nedeniyle bağıcılığa elverişli olmayan yüksek rakımlı yörelerde (Doğu Anadolu Bölgesi'nin bazı yöreleri ve Torosların bazı yöreleri vb.) sıcaklık artışına paralel olarak bağıcılığa elverişli alanlar ortaya çıkacak ve söz konusu alanlarda bağlar (özellikle kısa vejetasyon isteyen çeşitlerle) tesis edilecektir.

#### **4. Asmalar Üzerinde İklim Değişimi Kaynaklı Olası Stres Etkileri ve Muhtemel Değişimler**

Küresel iklim değişikliği teorilerine göre; dünyada gerçekleşmesi öngörülen iklimsel değişimler tek bir bölgeyle sınırlı kalmayacak birden çok bölgeyi farklı düzeylerde etkileyecek ölçekte olacaktır. Özellikle Akdeniz havzasında sıcaklık artışı ve buna bağlı olarak kuraklık, kutuplara yakın bölgelerde ve bazı mikro klima özelliği gösteren alanlarda ise hem sıcaklık hem de yağış artışının olması öngörülmektedir (IPCC, 2021). İklim değişikliği sebebiyle, kültürü yapılan bitkilerde görülmesi beklenen stres faktörleri arasında en çok

dikkat çekenleri şüphesiz ki kuraklığın ve yüksek sıcaklığın neden olacağı streslerdir (Şahin ve ark., 2015). Bu iki stres faktörünün diğerlerine kıyasla daha çok incelenmelerinin nedeni; günümüzde önemli bitkisel üretim alanları olan Akdeniz Havzası, Orta Amerika ve Güney Afrika bölgelerinde, iklim değişikliği nedeniyle söz konusu stres faktörlerinin daha yoğun olarak görüleceğinin düşünülmesidir. Ayrıca bu iki stres faktörü, abiyotik stres faktörleri arasında verimliliği ve ürün kalitesini olumsuz etkileyen en temel faktörler olarak gösterilmektedir (Jha ve ark., 2014; Chai ve ark., 2016). Nitekim son yıllarda, bitkilerin kuraklık ve yüksek sıcaklık koşullarında metabolizmalarında gerçekleşen fizyolojik değişimleri ve bunların moleküler düzeyde saptanan ifadeleri sıklıkla araştırılan konular arasındadır (Farooq ve ark., 2009; Liu ve ark., 2012; Gashu ve ark., 2020; Seleiman ve ark., 2021). Bunların haricinde, iklim değişikliği nedeniyle kültürü yapılan türlerde görülmesi muhtemel diğer stres faktörleri; yüksek yağış ve nispi nemin neden olacağı koşullardır.

Günümüzde gerek dünyada gerekse Türkiye’de kuraklığın neden olduğu verim kayıplarını azaltmak için kuraklığa dayanıklı genotiplerin belirlenmesi ve bunların söz konusu üstün özelliklerinin yeni ıslah edilecek çeşitlere aktarılmasına yönelik çalışmalar sürdürülmektedir. Sharma ve Manjeet (2020) ‘e göre dünyada kuraklığın neden olduğu tarımsal ürün kayıpları yetiştiriciliği yapılan türe göre değişmekle birlikte %50’nin üzerindedir. Çuhadar ve Atış (2021) ise dünyada bitkisel üretim kayıplarına neden olan afetler arasında ilk sırada (%30) kuraklığın yer aldığını bildirmiştir. Kurak koşullar nedeniyle potansiyel



verimliliğine ulaşamayan pek çok bitki türünün arasında asmalar da yer almaktadır. İklim değişikliği senaryolarında yaklaşık 100 yıl içerisinde günümüzde bağcılık yapılan alanların çoğunda kuraklığın etkili olacağı öngörüldüğünden, üzüm çeşitlerinin tolerans düzeylerinin belirlenmesinin ve mevcut çeşitlere kıyasla daha toleranslı olan yeni çeşitlerin ıslah edilmesinin oldukça önemli ve öncelikli olduğu daha net anlaşılmaktadır.

Asma türlerinin ve bu türlere ait kültürü yapılan çeşitlerin üretim sezonunda gereksinim duydukları su miktarı 600-800 mm/da olarak ifade edilmektedir (Çelik ve ark., 1998; Uzun, 2011; Goldammer, 2013). Ancak vejetasyon periyodu dışındaki dönemde de asmaların az miktarda dahi olsa suya gereksinimi vardır. Söz konusu su miktarı da eklendiğinde; asmaların yıllık su ihtiyacını 800-1000 mm/da olarak ifade etmek daha doğru olacaktır (Winkler ve ark., 1974). Kış ve erken ilkbahar yağışlarının yeterli olduğu bölgelerde dahi çiçeklenme sonrasındaki dönemde topraktaki nem düzeyi, sulama yapılmadığı takdirde yüksek verimlilik ve kalite elde edilmesi açısından yeterli olmamaktadır. Asmaların kuraklık koşullarında gösterdikleri ve en çok dikkat çeken özellikleri; verimliliğin azalması ve tanelerin fiziksel özelliklerinin olumsuz etkilenmesidir (Ozden ve ark., 2010). Bağcılık yapılan alanlarda halen kuraklığın neden olduğu bu olumsuz etkiler tam olarak giderilememişken, iklim değişikliğinin neden olması beklenen daha sert kuraklıkların ortaya çıkaracağı sorunların ölçeği de daha büyük olacaktır. Bununla birlikte asmalar, kuraklık karşısında tamamen savunmasız değildirler.

*Vitis vinifera* L. türüne ait çeşitlerin kendi kökleri üzerinde kuraklığa toleransları oldukça yüksek olarak ifade edilmektedir (Gürsöz, 2005). Şüphesiz ki bu tür içerisinde yer alan çeşitlerin tamamı, kuraklık stresine karşı aynı tolerans düzeyine sahip değildir (Kamiloğlu ve ark., 2014). Kuraklığa toleransı yüksek olan üzüm çeşitlerinin köklerinde geotropizm açısının dar olduğu ve köklerinin toprakta daha derinlere ulaştığı varsayılmaktadır (Çelik, 2011). Ayrıca, kuraklığa toleransı yüksek olan üzüm çeşitleri; yüksek transpirasyon hızını dengelemek ve bu sayede topraktaki nemi daha ekonomik kullanmak için anatomik yapılarında bazı düzenlemeler yaparlar. Bunlardan ilki, doğrudan su kaybını engellemek ya da sınırlandırmak için geçici olarak stomalarını kapatmak ya da por açıklığını azaltmaktır (Odabasioglu ve Gursoz, 2019). Bitkilerin yeşil aksamlarında su ve gaz alışverişinde rol alan, adeta bitkilerin ağzı olarak ifade edebileceğimiz bu yapılar kuraklık stresine maruz kalınması durumunda kökten iletilen sinyallerle kapanmakta ve su kaybını sınırlandırmaktadırlar (Gomez del Campo ve ark., 2003). Kuraklığa karşı gösterilen bu ilk tepki aslında primer strese karşı geliştirilen elastik streyn (gerilim) durumudur (Blum, 2016). Kuraklık stresi arttıkça turgor kaybına bağlı olarak daha büyük ve kapsamlı düzenlemelerin yapılması, canlılığın sürdürülebilmesi için zorunluluk arz eder. Bunlardan en belirginini yapraklarda yer alan stomaların sayılarının artışı, boyutlarının küçülmesi ve bu yapıların kutikula tabakasının içerisine gömülü hale gelmesidir (Gindel, 1969; Palliotti ve ark., 2008). Kuraklığın etkisiyle asmalarda gerçekleşen bu değişimi çıplak gözle mümkün olmasa da buna benzer bazı değişimleri gözlemek daha kolaydır. Yaprak alanının azalması, yaprakların

kalınlaşması, yapraklarda çeşit özelliği haricinde de tüy oluşumunun görülmesi, yapraklarda kıvrılma bunlardan bazılarıdır. Kurak koşullarda asmalarda görülen değişimler bunlarla sınırlı kalmaz. Özellikle osmotik regülasyonun sağlanması için hücre içi eriyiklerin artırılması ve bu sayede hem turgorun stabil tutulması hem de kökler vasıtasıyla toprakta az miktarda bulunan ve küçük gözeneklerde sıkıca tutulan suyun bitkiye taşınması sağlanır (Wang ve ark., 2021). Bu düzenleme esnasında hücreler içerisinde şekerler, organik asitler, aminoasitler ve bazı iyonların miktarı artış gösterir (González-Chavira ve ark., 2018). Ayrıca kurumaya karşı geliştirilen bir başka düzenleme ise; stomaların kapanması nedeniyle yeterince gaz alışverişi olmadığından dolayı hücre içinde ortaya çıkaran serbest oksijen radikallerinin (ROS) indirgenmesi amacıyla bazı enzimlerin ve antioksidanların miktarının artırılmasıdır (Salazar-Parra ve ark., 2012; Min ve ark., 2019). İşte burada bahsedilen değişimlerin ve düzenlemelerin tamamının, küresel iklim değişikliği nedeniyle bağlarda kuraklığın artması nedeniyle üzüm çeşitlerinde görülmesini beklemek yanlış olmayacaktır. Nispeten toleranslı çeşitlerde bu düzenlemeler daha hızlı yapılacak ve özellikle üzüm tanelerinde fiziksel olarak küçülme görülürken, fitokimyasal içeriklerinde bu değişimlerin bazı olumlu sonuçları da olacaktır. Üzüm tanelerinde bulunan antioksidanların insan sağlığına olan yararları bilinen bir gerçektir (Çetin, 2010; Polat, 2016). Bununla birlikte daha kurak koşullarda, tanelerde sentezlenen bu bileşiklerin miktarlarının artması beklenmektedir (Lei ve ark., 2007; González-Chavira ve ark., 2018; Tangolar ve ark., 2020). Bu durumun sofralık ve kurutmalık üzümlerin

tüketici gözündeki değerini ne derece etkileyeceğini şimdiden tahmin etmek güç olsa da şarapçılık sektörünü derinden sarsacağını öngörmek zor değildir. Her ne kadar soğuk yörelerde ısı artışı sayesinde tanelerde yer alan söz konusu bileşiklerin artışı şarap kalitesini arttıracaksa da sıcak yörelerde sıcaklığın daha da artması şarap kalitesini olumsuz etkileyecektir (Jones, 2007; Bahar ve ark., 2012; Soltekin ve ark., 2021). Sıcak-kurak yörelerde havanın daha da sıcak ve iklimin daha da kurak olmasına karşın bu çeşitlerin yetiştiricilikleri; fizyolojik düzenlemeleri yapabilme yetenekleriyle ilişkili olarak devam edecektir. Ancak toleransı düşük olan çeşitlerin, eğer koruma altına alınmazlarsa; iklim değişikliğinin neden olacağı kuraklık nedeniyle doğal seleksiyona yenik düşecekleri bir gerçektir. Nitekim kuraklık stresi altında asma yapraklarında gözle görülebilen değişimler yukarıda sunulmuş olmasına karşın yapraklar haricinde de bitki morfolojisinde görülen değişimler vardır. Sürgün uçlarında kuruma, boğum aralarında kısalma, sürgünlerde erken odunlaşma, salkımlarda tane seyrekleşmesi, tane kabuklarında kalınlaşma bunlardan en belirginleridir (Bekişli ve ark., 2014). İklim değişikliğine bağlı kuraklığın artışıyla, toleransı düşük olan üzüm çeşitlerinde söz konusu zararların ve morfolojik değişimlerin görülme sıklığı da artacaktır.

İklim değişikliğine ilişkin senaryolarda; gezegenimizde son yüzyılda gerçekleşen ortama 1.0 °C'lik sıcaklık artışının, bu sınırdan kalmayacağı ve sıcaklığın daha da artacağı öngörülmektedir (Türkeş, 2008). Bu durum bağcılık yapılan yöreleri de doğal olarak etkileyecektir. Bağcılık açısından yeterli sıcaklık toplamının sağlanamadığı ya da ancak düşük

sıcaklık toplamına gereksinim duyan çok erkenci ve erkenci çeşitlerin yetiştirildiği alanlar için bu durum bir avantaj sağlayacaktır. Bu bölgelerde vejetasyon periyodu uzayacak ve yetiştiriciliği yapılan çeşit sayısı da doğru orantılı olarak artacaktır. Ancak bu bölümde irdelediğimiz konu, sıcaklık artışının neden olacağı stres koşulları ve asmaların bu duruma karşı gösterecekleri tepkilerdir. Bu açıdan, mevcut bağıcılık yörelerinden uzun vejetasyona ve yüksek sıcaklığa sahip yörelerin daha da sıcak olması, asmaların sıcaklık stresiyile karşı karşıya kalmasına neden olacaktır. Asmalarda, sıcaklık ve kuraklığın neden olduğu stres etkilerini birbirinden ayırmak oldukça güçtür. Çünkü sıcaklık artışı evapotranspirasyonu arttırmakta ve kuraklık stresinin de görülmesine neden olmaktadır (Rind ve ark., 1990). Buna karşın kuraklıktan bağımsız olarak, doğrudan sıcaklık stresinin asmaların metabolizmalarında gerçekleşmesine neden oldukları değişimler diğer bitki türlerinde görülenlerle benzerdir. Yüksek sıcaklığa maruz kalan bitkilerde öncelikle solunum ve fotosentez olumsuz etkilenir (Allahverdiev ve ark., 2008). Membran akışkanlığının olumsuz etkilenmesini takiben hücrelerde ROS üretimi ve protein yapılarında denatürasyon başlar. Sitoplazma içerisindeki bu değişimler,  $Ca^{+2}$  akışı ve sitoskeletal düzenlemeyle paralel olarak gerçekleşir. Akabinde  $Ca^{+2}$  bağımlı protein kinaz (CPDK) sentezi başlar. Ayrıca ışık şok proteinleri (HSP) sentezlenir (Efeoğlu, 2009). Canlılığın henüz sonlanmadığı eşik noktaya kadar, ki bu eşik nokta çeşide, ısıya maruz kalınan süreye, ısının yüksekliğine göre değişim gösterir, bitki metabolizmasında bu değişimler sürdürülür. Özellikle kuraklık stresinde de görüldüğü üzere; ROS üretimini takiben, bunları

indirgeyecek antioksidanların ve enzimlerin sentezi başlar (Qu ve ark., 2013). Buradan yola çıkarak; iklim değişikiminin neden olacağı sıcaklık artışının, kuraklıktan bağımsız olarak da üzüm tanelerinin fitokimyasal içeriklerini etkileyeceği söylenebilir. Ayrıca sulanabilen bağlarda, sıcaklık artışının neden olacağı stres etkisinin daha sert olacağını ifade etmekte yarar vardır. Bu durumun nedeni; nemli ve örtü bitkisiyle yüzeyi kaplı olmayan toprağın, kuru toprağa nazaran koyu renginden dolayı ışığı daha fazla absorbe etmesidir. İklim değişikliğinin neden olduğu sıcaklık artışının kademeli gerçekleşmesi, olumsuz etkilerinin yanı sıra bir avantajı da beraberinde getirmektedir. Bu avantaj; bitkilerin, kısa süreli öldürücü olmayan ısı artışlarına maruz kalmaları sayesinde, öldürücü olan yüksek sıcaklıklara toleranslarının artmasıdır (Gür ve ark., 2010). Sıcak yörelerde yetiştiriciliği devam eden üzüm çeşitlerinin de bu sayede, gelecekte olası 0.8-1.0 °C sıcaklık artışına karşı hazırlıklı oldukları varsayılabilir. Ancak sıcak-ılıman, ılıman ve serin ekolojilerde yetiştirilen ve bu iklim koşullarına adaptasyon sağlamış çeşitlerde aynı tolerans esnekliğini beklemek mümkün değildir. Yüksek sıcaklığın neden olduğu stres koşullarında asmalarda görülen; tanelerde yanıklar ve lekelenmeler, gövdede nekrotik berelenmeler, yapraklarda sarı lekelenmeler, sürgünlerde koyu kahve-siyah yanıklık lekeleri, sürgün uçlarında yanıklıklar, tanelerde buruşmalar vb. zararlar toleransı düşük olan çeşitlerde iklim değişikliğinin etkisiyle daha sık görülecektir. Bunlara ek olarak solar radyasyonun artışının da ısı artışıyla birlikte gerçekleşmesi; yüksek rakımlarda doğal olarak yetişen bitkilerde görülen bitki boyunun kısalması, yaprak alanının azalması vb. değişimlerin benzerlerinin de

asmalarda görülmesine neden olacağı söylenebilir. Sıcaklık artışının, kültürü yapılan üzüm çeşitlerinde meydana getirmesi beklenen en belirgin ve dikkat çekici etkisi; farklı fenolojik gelişme dönemlerine ulaşmada geçirilen sürenin kısılması olacaktır (Bahar ve ark., 2012). Üzüm çeşitlerinin, kış gözlerinin uyanmasını takiben; çiçeklenme, tane tutumu, ben düşme ve olgunluk dönemlerine erişmelerinde ana etken olan sıcaklık toplamının, iklim değişikliği nedeniyle daha kısa sürede tamamlanması bu sürelerin kısılmasını sağlayacaktır. Dahası, kışlık gözlerin, 10 °C'nin üzerindeki hava sıcaklığının oluşmasıyla sürdüğü dikkate alındığında; bağcılık yapılan yörelerde bu eşik sıcaklık değerine daha erken tarihlerde ulaşılması sayesinde, asmalar daha erken uyanacak ve vejetasyon periyodu daha erken başlayacaktır. Kış gözlerinin, ilkbaharda erken uyanmasını takiben üzüm çeşitlerinin çiçeklenme, tane tutumu ve hasat tarihleri de daha erken tarihlerde gerçekleşecek ve bu durum bazı sorunları ve özellikle üzüm ticaretinde yeni bir dönemi de beraberinde getirecektir. Asmaların döllenme biyolojisi dikkate alınarak, fenolojik gelişme dönemlerine ulaşma tarihlerinin daha erken dönemlere kaymasının etkileri incelenecek olursa; üzüm çeşitlerinin çiçeklenmelerinin daha erken gerçekleşmesi, bu dönemin yağışlı periyoda denk gelmesi ve tozlanmanın olumsuz etkilenmesine neden olabilir. Çiçeklenme döneminde görülen yoğun yağışların, tozlanmayı olumsuz etkilemesi nedeniyle partenokarpik üzüm teşekkülünü arttırdığı bilinmektedir. İşte bu nedenle, özellikle çiçeklenme tarihlerinin iklim değişikliği kaynaklı artan sıcaklığa bağlı olarak daha erken görülmesi büyük bir risk oluşturmaktadır. Ancak iklimde görülecek söz konusu değişimler, yeni çiçeklenme tarihinde

daha az yağış görülmesine neden olursa bu risk kısmen ortadan kalkacaktır. Fenolojik gelişme dönemlerinin erken tarihlere çekilmesinin, üzüm ticaretine olan etkisi incelendiğinde ise; hasat tarihlerinin normale göre en az 10-15 gün erken gerçekleşmesi (ki Fraga ve ark. (2016)'na göre 40 gün erkencilik beklenmekte), piyasaya daha erken üzüm arzına ve erken ilkbaharda daha düşük fiyatlı üzümün tüketilmesine sebep olacaktır. Buna karşın aynı durumun depolanmış üzümlerin fiyatına ve depolama maliyetlerine etkisi daha çarpıcı olacaktır. Günümüzde kuzey yarım kürede, geç olgunlaşan ve çok geç olgunlaşan üzüm çeşitlerinin üretim sezonu dışında da tüketilebilmesi için soğuk hava depolarında muhafazası yapılmakta ve genellikle bu ürünlerin depolanmaya başladığı tarihler Eylül ayı içerisinde gerçekleşmektedir. Son ürünlerin bu yarı kürede muhafazaya alındığı tarihler ise Ekim ayının sonu, nadiren de Kasım ayının başında gerçekleşmektedir. İklim değişimine bağlı sıcaklık artışı nedeniyle hasat tarihlerinin özellikle geç olgunlaşan ve muhafazaya alınan çeşitlerde 1 ay kadar erkene çekilmesi hem muhafaza maliyetini arttıracak hem de üzümün muhafaza edilebildiği sürenin sınırlı olmasından dolayı depolanmış üzümlerin piyasada yüksek fiyatlardan alıcı bulunduğu tarihlerde de bir değişim yaşanacaktır. Söz konusu tarihlerin değişimi, ürün sezonu dışında kuzey yarım küreye üzüm ihracatı yapan Şili gibi güney yarım küre ülkelerinin, yaş üzüm ihracatından elde ettikleri gelirlerin azalmasına ve hatta bu ticari faaliyetten vazgeçmelerine de neden olabilir. Ancak bu değişimlerin olumlu etkilerinin olacağı (bağcılık için elverişli hale gelecek yeni yöreler) ekolojik bölgeler için bu durum ticari bir avantaja



dönüşecektir. Örneğin günümüzde üzüm üretiminin sınırlı olduğu kuzey Avrupa ve kuzey Asya ülkelerinde yeni bağların kurulması, bu ülkelerin yakın gelecekte üzüm pazarındaki etkinliklerini ve güçlerini arttıracaktır.

İklim değişikliğine bağlı olarak dünyadaki bazı bölgelerde kuraklık yaşanacakken bazı bölgelerde ise düzensiz ve yoğun yağışların yaşanması beklenmektedir (IPCC, 2021). Türkiye bağları büyük ölçüde, Akdeniz Havzasında görülmesi beklenen kuraklığın etkisi altında olacaktır. Bu sebeple günümüzde *Vitis labrusca* türüne ait çeşitlerin yetiştirildiği Karadeniz bölgesinde, yakın gelecekte *Vitis vinifera* türüne ait çeşitlerin yetiştiriciliği de başlayacaktır. Bununla birlikte bu bölgede *Vitis labrusca* türüne ait çeşitlerin yetiştiriciliği tamamen sonlanmayacak ancak yetiştiricilik yapılan alan sınırlanacaktır. Her ne kadar Türkiye'nin büyük bölümü için iklim değişikliği nedeniyle gerçekleşmesi beklenen yoğun düzensiz yağışlar büyük sorun teşkil etmeyecekse de Doğu Anadolu'nun kuzeyi ve Kuzey Doğu Karadeniz'de bu değişimlerin yaşanması muhtemeldir. Söz konusu coğrafyalarda yağışların ve yüksek nispi nemin asmalar üzerindeki olumsuz etkilerinin görülmesi öngörülmektedir.

## **5. Küresel İklim Değişikliği Kaynaklı Stres Faktörlerine Karşı Bağcılıkta Alınması Gereken Tedbirler**

Her ne kadar günümüzde de kurak koşullarda susuz bağcılık yapılabilmesi için; kuraklığa toleransı yüksek asma anaçlarının kullanılması önerilmekteyse de söz konusu anaçların kuraklığa tolerans düzeylerinin *Vitis vinifera* L. türünün kendi kökleri üzerinde

yetiştirilmesine kıyasla daha düşük olduğu unutulmamalıdır (Gürsöz, 2005). Ayrıca, yaygın görüşün aksine; asma anacı kullanımı, üzüm verimliliğini ve kalitesini arttırmamakta aksine ya korumakta ya da azaltmaktadır (Morris ve ark., 2005; Kaplan ve ark., 2018). Buna karşın filoksera zararlısının bağlarda yaygın olarak görülmesi, yaygın olmadığı yörelere ise yayılımının oluşturacağı riskler nedeniyle anaç kullanımı zorunlu hale gelmektedir (Çelik, 1996; Gökbayrak, 2006). Küresel iklim değişikliği nedeniyle yakın gelecekte bağcılık yapılan yörelerde sıcaklığın ve kuraklığın artacağı öngörüldüğünden; bu bölgelerde kuraklığa dayanıklı anaçların (1103 P, 110 R, 99 R, 140 Ru, M4 vb.) yaygınlaştırılması ve hatta kuraklığa toleransı mevcut anaçlara göre daha yüksek olan anaçların ıslahı için ıslah programlarının başlatılması gerekmektedir.

Kuraklığa dayanıklı yeni anaçların ıslahının yapılması gerektiği gibi, kuraklığa toleransı yüksek yerli çeşitlerin belirlenmesi ve mevcutların toleranslarının artırılması için de ıslah programlarının başlatılması elzemdir. Bu kapsamda hızlı sonuç vermesi açısından; in vitro koşullarda, muhtemel kuraklığa toleranslı çeşitlerin farklı PEG (polietilen glikol) dozlarına verdikleri tepkiler ilk etapta incelenebilir. Ayrıca üzüm üretimi yapılan mevcut yörelerde ekolojinin değişeceği de dikkate alındığında; bu yörelerde daha önce yetiştiriciliği denenmemiş çeşitlerin adaptasyon çalışmalarına hızla başlanmalıdır. Örneğin Güneydoğu Anadolu Bölgesi yerel üzüm çeşitlerinin, Doğu Anadolu Bölgesi'nde veya İç Anadolu Bölgesi'nde adaptasyon çalışmalarına başlanmalıdır.

Önceki bölümlerde de değinildiği üzere; iklim değışikliği, bağcılık tekniğinin değışmesini de gerektirecektir. Nitekim daha az transpirasyona ve hatta evaporasyona neden olacak terbiye Őekillerinin asmalara uygulanması amacıyla toprağı ve salkımları daha az güneş ışığına maruz bırakan sistemlere geçiş yapılması gerekecektir. Türkiye bağlarında halen geleneksel terbiye sistemleri ve Őekillerinin kullanıldığı dikkate alındığında; üreticilere, su kaybını azaltan ve asmalar üzerindeki stres etkilerinin daha az görölmesini sağlayan terbiye sistemleri hakkında bilgiler ve eğitimler verilmelidir. Özellikle pergola gibi salkımları güneşe daha az maruz bırakan ve taç iz düşümünde gölgeleme oranını arttıran sistemlerin yaygınlaştırılması amacıyla tarımsal desteklemeler yapılmalıdır. Bunların ötesinde net örtü gibi gölgeleme düzeyini arttıran materyallerin bağlarda kullanımı teşvik edilmeli, mümkünse bu materyallerin yerli üretim miktarı arttırılarak hem maliyeti azaltılmalı hem de üreticilerin bunlara erişimi arttırılmalıdır.

Bağcılıkta etkin ve yeterli sulama yapılması amacıyla bağların suya erişimi sağlanmalıdır. Gelecekte iklim değışikliği nedeniyle kuraklığın artışı, pek çok yörede sulamayı zorunlu hale getirecektir. Bu nedenle sulama alt yapıları yetersiz olan yörelerde bu eksikliklerin hızla giderilmesi gerekmektedir. Ayrıca su kullanım etkinliğinin arttırılması amacıyla hem çeşitlerin su ihtiyacını hem de üretim yapılan yörelerde bağların optimum sulama süresini belirlemeye yönelik yeni araştırmalar yürütölmelidir. Bağlarda verimliliğin korunmasını ve hatta arttırılmasını sağlayan aynı zamanda önemli miktarlarda su tasarrufu

yapılmasına imkan veren PRD (kısmi kök kuruluğu) ve benzeri sulama tekniklerinin farklı bağcılık yörelerinde saha denemeleri yapılmalı, ayrıca üreticilere bu tekniklerin uygulanması konusunda eğitimler verilmelidir.

Günümüzde kültürü yapılan bazı ince kabuklu, iri taneli ve düşük şeker içerikli çeşitlerin; gelecekte sıcaklık ve kuraklık artışına bağlı olarak stres etkisiyle daha kalın kabuklu, küçük taneli ve yüksek kuru madde içerikli olarak hasat olgunluğuna erişmeleri muhtemeldir. Üretimi yapılan bu çeşitlerde görülecek bu ve benzeri değişimler, üreticilerin söz konusu çeşitlerin yetiştiriciliğinden vazgeçmelerine ve bağlarına yeni çeşitleri aşılamlarına neden olabilir. Ancak özellikle yerel çeşitlerde söz konusu sorunların görülmesine bağlı olarak hızlı ve kontrolsüz bir değişime gidilmesi; bu genetik kaynakların tamamen kaybolmasına neden olabilir. Telifisi mümkün olmayacak bu kayıpların önüne geçilmesi için yerel üzüm çeşitlerinin ve tiplerin hızlı bir şekilde koruma altına alınması gerekmektedir. Ayrıca mevcut çeşitlerin, alternatif ticari değerlendirme olanaklarına uygunluk düzeyleri de araştırılmalıdır. Örneğin şıralık olarak değerlendirilen yerel bir çeşidin, yoğun olarak yetiştirildiği yörede kurutmalık veya sofralık tüketime uygunluğu da incelenmeli ve hatta farklı bölgelerde yetiştirilmesi durumunda hangi ticari değerlendirme şekillerine uygun olacağı saptanmalıdır. Elde edilen bulgular üreticiler ile paylaşılmalı ve bu konuda eğitimler düzenlenmelidir.

## 6. Sonuç ve Öneriler

Günümüzde üretimini yaptığımız asmaların, çevresel stres etkenlerine karşı oldukça dayanıklı olmasına karşın; küresel ölçekte gerçekleşeceği öngörülen iklim değişikliği sebebiyle verimliliklerinin ve kalitelerinin azalacağı bir gerçektir. Türkiye’de bu değişimden etkilenecek ve bağıcılık yapılan yörelerde gerçekleşecek ekolojik farklılaşmadan dolayı üzüm üretimi azalacaktır. Bunun ötesinde bağıcılık yapılan mevcut yörelerde alternatif üzüm çeşitlerine ve tarımsal ürünlere yönelim de artacaktır. Şüphesiz ki iklim değişikliğinden etkilenecek yegâne bitki asma değildir. Buna karşın sezonluk üretimi yapılan bitki türlerine ve daha ılıman iklim koşullarına iyi uyum sağlamış meyve türlerine kıyasla asmaların sıcaklık ve kuraklık streslerinin yarattığı koşullardan etkilenme düzeyi daha azdır. Bu nedenlerle iklim değişiminin etkisiyle kuraklaşan bölgelerde, üreticilerin yöneleceği nadir bitkiler arasında asma yine yer alacaktır. Ancak bu durum; kuraklığa toleranslı çeşitlerin, anaçların ıslah edilmesi ve mevcut çeşitlerden hangilerinin sıcak-kurak ekolojilerde daha üstün kalitede, bol miktarda ürün teşekkülüne devam ettiğinin saptanması ve bunların üreticilere tanıtılması ile mümkündür. Ayrıca bağıcılık yapılan yörelerin tamamında bilgisayar destekli iklim değişikliği modellemelerinin yapılması, değişimin ne şekilde ve hangi sınır aralıklarında olacağını saptanması gerekmektedir. Benzeri modellemelerin, günümüzde bağıcılığın yapılamadığı yöreler için de yapılması ve yakın gelecekte bağ tesis edilmeye sıcaklık açısından uygun olacak alanların önceden saptanması sayesinde bu bölgelerde alt yapı eksikliklerinin

giderilmesine yönelik master planlarının oluşturulması önemlidir. İklim değişikliği nedeniyle gerek insan eliyle gerekse doğal seleksiyona maruz kalmadan dolayı yok olmayla karşı karşıya kalması muhtemel çeşitlerin, tiplerin şimdiden koruma altına alınmaları ve çoğaltılmaları gerekmektedir.

İklim değişikliği ya da bir başka adıyla iklim kriziyle karşı karşıya olan dünyamızın yakın gelecekte daha net görülecek sorunlara gebe olduğu bir gerçektir. Her ne kadar iklim anlaşmaları, çevre ve iklim konferansları uluslararası düzeyde yapılmaktaysa da bu sorunla mücadelede yeterince etkili ve hızlı çözümler üretilmemektedir. Biyolojik çeşitliliğin ve yeterli-sağlıklı gıdaya erişimin, bu sorun nedeniyle risk altında olduğu dikkate alındığında gerek bitkisel üretim gerekse hayvansal üretim yöntemlerinde modernizasyon ve yeni iklim koşullarına adaptasyon çalışmalarının artması gerekmektedir. Bu bakımdan ülkemiz bağıcılığının da yeni döneme hazırlıklı olması adına gereken önemlerin alınması, üzüm ve bağ ürünlerini hammadde olarak kullanan sektörlerin alternatif üzüm çeşitlerine ilişkin araştırmalar yapmak üzere ar-ge faaliyetlerine ağırlık vermesi ve en önemlisi üreticilerin iklim değişikliği konusunda uzmanlar tarafından bilgilendirilmesi gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

- Ağaoğlu, Y.S. (1999). Bilimsel ve Uygulamalı Bağcılık Cilt:1 Asma Biyolojisi. Kavaklıdere Eğitim Yayınları No:1, Ankara, 205
- Aksay, C.S., Ketenoğlu, O., Kurt, L. (2005). Küresel Isınma ve İklim Değişikliği. *Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi*, 1(25): 29-42
- Aktan, E. (2012). Bazı Sofralık Üzüm Çeşitlerinin Dona Dayanım Özelliklerinin Belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi) Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın
- Aktaş, E. (2002). Bağcılığın Türkiye Ekonomisindeki Yeri. Munich Personal Repec Archive ([https://Mpra.Ub.Uni-Muenchen.De/8652/1/Mpra\\_Paper\\_8652.Pdf](https://Mpra.Ub.Uni-Muenchen.De/8652/1/Mpra_Paper_8652.Pdf)), 1-12
- Allakhverdiev, S.I., Kreslavski, V.D., Klimov, V.V., Los, D.A., Carpentier, R., Mohanty, P. (2008). Heat Stress: An Overview of Molecular Responses in Photosynthesis. *Photosynthesis Research*, 98(1): 541-550
- Alsancak Sırlı, B., Peşkirioğlu, M., Torunlar, H., Özeydin, K.A., Mermer, A., Kader, S., Tuğaç, M.G., Aydoğmuş, O., Emeklier, Y., Yıldırım, Y.E., Kodal, S. (2015). Türkiye’de Üzüm (*Vitis ssp.*) Yetiştirmeye Uygun Potansiyel Alanların Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Teknikleri Kullanılarak İklim ve Topoğrafya Faktörlerine Göre Belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 24(1): 56-64
- Anonim, 2021. Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğü, 2020 Yılı Çekirdeksiz Kuru Üzüm Sektör Raporu. Ankara, 9
- Bahar, E., Korkutal, İ., Tekin, D. (2012). Küresel Isınmanın Bağcılık Üzerine Etkileri. *Trakya Univ J Eng Sci.*, 13(1): 1-15
- Bashimov, G. (2017). Türkiye’de Üzüm Üretimi ve İhracat Performansı. *U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 31(2): 57-68
- Bekişli, M.İ. (2014). *Harran Ovası Koşullarında Yetiştirilen Bazı Asma Çeşitleri ile Amerikan Asma Anaçlarının Yaprak ve Stoma Özelliklerinin Belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi) Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa

- Bekişli M.İ., Bilgiç, C., Gürsöz, S. (2014). Bağcılıkta Sulamanın Önemi. *12. Ulusal Kültür Teknik Sempozyumu*. 21-23 Mayıs, Cilt:2, S.543-546. Tekirdağ, Türkiye
- Bekişli, M.İ., Bilgiç, C., Gürsöz, S. (2015). Şanlıurfa İli Bağ Alanlarının Mevcut Durumu ve Sulama Sistemlerinin Değerlendirilmesi. *Seçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi-A*, 27: 562-565
- Blum, A. (2016). Stress, Strain, Signaling, And Adaptation–Not Just A Matter Of Definition. *Journal Of Experimental Botany*, 67(3): 562-565
- Candar, S., Alço, T., Uysal, T., Ekiz, M., Yayla, F. (2019). Karamenüş ve Yayla (Vitis vinifera L.) Şaraplık Üzüm Çeşitlerinde Biyoklimatik İsteklerin ve Olgunluk Göstergelerinin Belirlenmesi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 5(2): 231-239
- Chai, Q., Gan, Y., Zhao, C., Xu, H.L., Waskom, R.M., Niu, Y., Siddique, K.H. (2016). Regulated Deficit Irrigation for Crop Production under Drought Stress. A Review. *Agronomy For Sustainable Development*, 36(1): 3
- Çakır, A., Karakaya, E., Uçar, H.K. (2015). Mardin İli Savur İlçesi Bağ İşletmelerinin Mevcut Durumu ve Potansiyeli. *Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der.*, 5(1): 9-19
- Çakır, A., Odabaşoğlu, M.İ., İşlek, F., Alanko, M. (2017). Diyarbakır İli Dicle İlçesi Bağcılığının Mevcut Durumu, Başlıca Sorunları ve Çözüm Önerileri. *Alatırım*, 16(2): 37-46
- Çelik, H. (1996). Bağcılıkta Anaç Kullanımı ve Yetiştiricilikteki Önemi. *Anadolu Journal of Aarı*, 6(2): 127-148
- Çelik, S. (2011). Bağcılık (Ampeloloji) Cilt 1 (3. Baskı). Anadolu Matbaa San. ve Tic. Ltd. Şti., Tekirdağ, 428s.
- Çelik, H., Ağaoğlu, Y.S., Fidan, Y., Marasalı, B., Söylemezoğlu, G. (1998). Genel Bağcılık. Sunfidan A.Ş. Mesleki Kitaplar Serisi, No:1, Ankara, 253
- Çelik, H., Marasalı, B., Söylemezoğlu, G., Tangolar, S., Gündüz, M. (2000). Bağcılıkta Üretim Hedefleri. *Türkiye Ziraat Mühendisliği V. Teknik Kongresi*. 17-21 Ocak, Cilt:1, S.645-678. Ankara, Türkiye
- Çetin, A. (2010). *İyileştirir, Güzelleştirir Üzüm*. Hayykitap, Genel Yayın No:117. Tabiattan Gelen Şifa Serisi No:2, İstanbul, 192



- Çevik, S., Değer, A.G. (2018). Akdeniz Bölgesi İçin Küresel Isınma Senaryoları ve Bitkiler Üzerindeki Olası Etkileri. *Dünya Multidisipliner Araştırmalar Dergisi*, 2018(1), 60-68
- Çolak, Y.B., Yazar, A., Tangolar, S., Duraktekin, G., Gönen, E. (2019). Çukurova Koşullarında Kısıntılı Sulama Uygulamalarının Royal Sofralık Üzüm Çeşidinin Su-Verim İlişkileri Üzerine Etkileri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 24: 163-171
- Çuhadar, M., Atış, E. (2021). Üreticilerin Kuraklığa Yönelik Tutumlarını Etkileyen Temel Faktörlerin Analizi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 8(1): 1-7
- Değirmenci Karataş, D., Karataş, H., Özdemir, G. (2015). Diyarbakır İli Bağcılığının Sektörel Durum Analizi. Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Diyarbakır, 109
- Demir, A. (2009). Küresel İklim Değişikliğinin Biyolojik Çeşitlilik ve Ekosistem Kaynakları Üzerine Etkisi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 1(2): 37-54
- Dikmetas, B., Odabaşoğlu, M.I., Cevheri, A.C., Gursoz, S. (2018). Effects of Different Shading Levels on Yield and Quality of Some Table Grape Varieties. *1st International GAP Agriculture and Livestock Congress (UGAP2018)*. 25-27 April, P.18-30. Şanlıurfa, Turkey
- Dikmetaş, B. (2017). *Bazı Sofralık Üzüm Çeşitlerinde Farklı Gölgeleme Düzeylerinin Verim, Kalite Ve Stoma Özelliklerine Etkisi* (Yüksek Lisans Tezi) Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa
- Doğan, S. (2005). Türkiye'nin Küresel İklim Değişikliğinde Rolü ve Önleyici Küresel Çabaya Katılım Girişimleri. *C.Ü. İktisadi Ve İdari Bilimler Dergisi*, 6 (2): 57-73
- Doğan, S., Özçelik, S., Dolu, Ö., Erman, O. (2010). Küresel Isınma ve Biyolojik Çeşitlilik. *İklim Değişikliği ve Çevre*, 3: 63-88
- Efeoğlu, B. (2009). Heat Shock Proteins And Heat Shock Response İn Plants. *Gazi University Journal Of Science*, 22(2): 67-75
- FAO, 2021. Food And Agriculture Organization Of The United Nations Official Website. Production Quantities Of Grapes By Country.

[Http://Www.Fao.Org/Faostat/En/#Data/Qc/Visualize](http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize) (Erişim Tarihi: 21.04.2021)

- Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi N., Fujita, D., Basra, S.M.A. (2009). Plant Drought Stress: Effects, Mechanisms And Management. *Agron. Sustain. Dev.*, 29(1): 185–212
- Fraga, H., García De Cortázar Aauri, I., Malheiro, A.C., Santos, J.A. (2016). Modelling Climate Change Impacts on Viticultural Yield, Phenology and Stress Conditions in Europe. *Global Change Biology*, 22(11): 3774-3788
- Gashu, K., Sikron Persi, N., Drori, E., Harcavi, E., Agam, N., Bustan, A., Fait, A. (2020). Temperature Shift Between Vineyards Modulates Berry Phenology and Primary Metabolism in A Varietal Collection of Wine Grapevine. *Frontiers in Plant Science*, 11: 1739
- Gindel, I. (1969) Stomatal Number And Size As Related To Soil Moisture in Tree Xerophytes in Israel. *Ecology*, 50(2): 263-267
- Goldammer, T. (2013). *Grape Grower's Handbook, A Complete Guide To Viticulture For Wine Production* (1st Edition). Apex Publishers, Virginia, 555
- Gomez Del Campo, M., Ruiz, C., Baeza, P. Lissarrague, J.R. (2003) Drought Adaptation Strategies Of Four Grapevine Cultivars (*Vitis Vinifera* L.): Modification Of The Properties Of The Leaf Area. *J. Int. Sci. Vigne Vin.*, 37: 131-143
- González-Chavira, M.M., Herrera-Hernández, M.G., Guzmán-Maldonado, H., Pons-Hernández, J.L. (2018). Controlled Water Deficit as Abiotic Stress Factor for Enhancing The Phytochemical Content and Adding-Value of Crops. *Scientia Horticulturae*, 234: 354-360
- Gökbayrak, Z. (2006). Bağcılığın Belalı Zararlısı Filoksera. *Alatarım*, 5(1): 37-43.
- Güler, I., Kunter, B., Cantürk, S., Keskin, N. (2013). Mardin-Elmabahçe Köyü (Tizyan) Üzüm Çeşitlerinin Tanıtılması ve Ampelografik Özelliklerinin Belirlenmesi. *Türkiye 8. Bağcılık ve Teknolojileri Sempozyumu*. 25-28 Eylül, Cilt 27, S.608-617. Konya, Türkiye
- Gür, A., Demirel, U., Özden, M., Kahraman, A., Çopur, O. (2010). Diurnal Gradual Heat Stress Affects Antioxidant Enzymes, Proline Accumulation and Some

- Physiological Components in Cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *African Journal of Biotechnology*, 9(7): 1008-1015
- Gürsöz, S. (2005). Özel Bağcılık ve Ampelografi. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Şanlıurfa, 213
- IPCC, (2021). Summary For Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution Of Working Group I To The Sixth Assessment Report Of The Intergovernmental Panel On Climate Change (Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu And B. Zhou (Eds.)). Cambridge University Press
- ITC (2020). International Trade Centre Official Web Site. [Http://Www.İntracen.Org/İtc/Market-İnfo-Tools/Trade-Statistics/](http://www.intracen.org/itc/market-info-tools/trade-statistics/) (Erişim Tarihi: 12.09.2020)
- Jha, U. C., Bohra, A., & Singh, N. P. (2014). Heat Stress in Crop Plants: İts Nature, İmpacts And İntegrated Breeding Strategies To İmprove Heat Tolerance. *Plant Breeding*, 133(6), 679-701
- Jones, G.V. (2007). Climate Change: Observations, Projections, and General Implications for Viticulture and Wine Production. *Economics Department-Working Paper*, 7: 14
- Kamiloğlu, Ö., Sivritepe, N., Önder, S., Dağhan, H. (2014). Effects of Water Stress on Plant Growth and Physiological Characteristics of Some Grape Varieties. *Fresenius Environmental Bulletin*, 23(9): 2155-2163
- Kaplan, M., Klimek, K, Borowy, A., Najda, A. (2018). Effect of Rootstock on Yield Quantity and Quality of Grapevine ‘Regent’ in South-Eastern Poland. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*, 17(4): 117-127
- Karaman, S., Gökalp, Z. (2010). Küresel Isınma ve İklim Değişikliğinin Su Kaynakları Üzerine Etkileri. *International Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 3(1): 59-66
- King, D. (2005). Climate Change: The Science and The Policy. *Journal of Applied Ecology*, 42(5): 779-783

- Kırs, T. (2019). *Gercüş (Batman) Yöresinde Yetiştirilen Üzüm Çeşitlerinin Ampelografik Özelliklerinin Belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi) Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van
- Korkmaz, K. (2007). Küresel Isınma ve Tarımsal Uygulamalara Etkisi. *Alatarım*, 6(2): 43-49
- Lei, W. Q., Khanizadeh, S., Vigneault, C. (2007). Preharvest Ways of Enhancing the Phytochemical Content of Fruits and Vegetables. *Stewart Postharvest Review*, 3(3): 1-8
- Liu, G.T., Wang, J.F., Cramer, G., Dai, Z.W., Duan, W., Xu, H.G., Wu, B.H., Fan, P.G., Wang, L.J., Li, S.H. (2012). Transcriptomic Analysis of Grape (*Vitis vinifera* L.) Leaves During and After Recovery From Heat Stress. *Bmc Plant Biology*, 12(1): 1-10
- Min, Z., Li, R., Chen, L., Zhang, Y., Li, Z., Liu, M., Ju, Y., Fang, Y. (2019). Alleviation of Drought Stress in Grapevine by Foliar-Applied Strigolactones. *Plant Physiology and Biochemistry*, 135: 99-110
- Miran, B., Atış., E., Bektaş, Z.K., Cankurt, M., Bayaner, A., Karabat, S. (2015). Uluslararası Kuru Üzüm Piyasasında Rekabet Edebilirlik Üzerine Bir Araştırma. *Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi*, 1(1): 40-47
- Morris, J.R., Main, G.L., Keith Striegler, R. (2005). Rootstock Effects on Sulbelt Productivity and Fruit Composition. *Proc. 2005 Symposium on Grape Rootstocks: Current Use, Research, and Application*, 5 February, P.77-83. Missouri, USA
- Odabaşoğlu, M.İ. (2017). Bağcılıkta Don Zararları ve Alınabilecek Önlemler. *Tarım Türk Dergisi (Fidancılık Eki)*, 68: 41-47
- Odabaşoğlu, M.İ. (2020). *Semi-Arid Koşullarda Farklı Anaçlar Üzerinde Yetiştirilen Sofralık Üzüm Çeşitlerinin Verim, Kalite Ve Çekirdek Özellikleri İle Stoma Morfolojilerinin İncelenmesi* (Doktora Tezi) Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa
- Odabasioglu, M.İ., Gursoz, S. (2019). Leaf and Stomatal Characteristics of Grape Varieties (*Vitis vinifera* L.) Cultivated under Semi-Arid Climate Conditions. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28(11A): 8501-8510

- Ozden, M., Vardin, H., Simsek, M., Karaaslan, M. (2010) Effects of Rootstocks and Irrigation Levels on Grape Quality of *Vitis vinifera* L. cv. Shiraz. *African Journal Of Biotechnology*. 9(25): 3801-3807
- Öztürk, K. (2002). Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(1): 47-65
- Palliotti, A., Cartechini, A., Ferranti, F. (2000). Morho-Anatomical And Physiological Characteristics Of Main And Lateral Shoot Leaves Of Cabernet Franc And Trebbiano Toscano Grapevines Under Two Irradiance Regimes. *Am. J. Enol. Vitic.*, 51(2): 122-130
- Pekmezci, A.F., Dardeniz, A. (2020). Yalova Çekirdeksizi Üzüm Çeşidinde Ben Düşme Döneminden İtibaren Yapılan Farklı Düzeylerdeki Sulama Uygulamalarının Üzüm Verim ve Kalitesi Üzerine Etkileri. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8(2): 409-417
- Polat, A., 2016. *Şanlıurfa İlinde Yetiştiriciliği Yapılan Üzüm Çeşitlerinin Bazı Fitokimyasal Profillerinin Belirlenmesi* (Doktora Tezi) Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa
- Rind, D., Goldberg, R., Hansen, J., Rosenzweig, C., Ruedy, R. (1990). Potential Evapotranspiration And The Likelihood Of Future Drought. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 95(D7): 9983-10004
- Salazar-Parra, C., Aguirreolea, J., Sánchez-Díaz, M., Irigoyen, J.J., Morales, F. (2012). Climate Change (Elevated Co2, Elevated Temperature And Moderate Drought) Triggers The Antioxidant Enzymes' Response Of Grapevine Cv. Tempranillo, Avoiding Oxidative Damage. *Physiologia Plantarum*, 144(2): 99-110
- Seleiman, M.F., Al-Suhaibani, N., Ali, N., Akmal, M., Alotaibi, M., Refay, Y., Dindaroglu, T., Abdul-Wajid, H.H., Battaglia, M.L. (2021). Drought Stress Impacts On Plants And Different Approaches to Alleviate Its Adverse Effects. *Plants*, 10(2): 259
- Sharma, S., Manjeet. (2020). Heat Stress Effects İn Fruit Crops: A Review. *Agricultural Reviews*, 41(1): 73-78

- Soltekin, O., Altındışli, A., İşçi, B. (2021). İklim Değişikliğinin Türkiye’de Bağcılık Üzerine Etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 58(3): 457-467
- Şahin, M., Topal, E., Özsoy, N., Altunoğlu, E. (2015). İklim Değişikliğinin Meyvecilik ve Arıcılık Üzerine Etkileri. *Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi*, 6: 147-154
- Şanlı, B., Özekicioğlu, H. (2007). Küresel Isınmayı Önlemeye Yönelik Çabalar ve Türkiye. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 2007(2): 456-482
- Tangolar, S., Tangolar, S., Turan, M., Ateş, F. (2020). Determination of Phytochemical and Mineral Contents of Seeds From ‘Semillon’and ‘Carignane’wine Grape Cultivars Grown under Different Irrigation Conditions. *Erwerbs-Obstbau*, 62(1): 115-123
- Topuz, T., Dağdelen, N. (2017). Damla Sulama İle Sulanan Bağda Farklı Sulama Uygulamalarının Verim Ve Bazı Kalite Özelliklerine Etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(1): 23-28
- TÜİK, 2021. Türkiye İstatistik Kurumu Resmi Websitesi. Bitkisel Ürün Denge Tabloları. <https://Biruni.Tuik.Gov.Tr/Medas/?Kn=104&Locale=Tr> (Erişim Tarihi: 10.10.2021)
- Türkes, M. (2012). Türkiye’de Gözlenen ve Öngörülen İklim Değişikliği, Kuraklık ve Çölleşme. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 4(2): 1-32
- Türkeş, M. (2008). Küresel İklim Değişikliği Nedir? Temel Kavramlar, Nedenleri, Gözlenen ve Öngörülen Değişiklikler. *İklim Değişikliği ve Çevre*, 1(1): 26-37
- Uyak, C., Doğan, A., Kazankaya, A. (2011). Siirt İli Bağcılığının Mevcut Durumu, Sorunları ve Çözüm Önerileri. *Y.Y.Ü. Tar. Bil. Derg.*, 21(3): 225-234
- Uzun, İ. (2011). Bağcılık El Kitabı. Hasad Yayıncılık, İstanbul, 155
- Ünal, M.S. Yıldırım, M. (2019). Şırnak İli İdil İlçesinde Yetiştirilen Üzüm Çeşitlerinin Bazı Ampelografik Özelliklerinin Tespiti. *BŞEÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 6: 190-203
- Qu, A. L., Ding, Y. F., Jiang, Q., Zhu, C. (2013). Molecular Mechanisms of The Plant Heat Stress Response. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 432(2): 203-207

- Wang, M., Liang, W., Fan, L., Lu, H., Lv, Y., Zhou, S., Zhang, L. Ma, X. (2021). Physiological Response Of *Vitis Amurensis* Rupr. Seedlings To Drought Stress And Re-Watering. *In Iop Conference Series: Earth And Environmental Science*, 697(1): 012032
- Winkler, A.J., Cook, J.A., Kliwer, W.M., Lider, L.A. (1974). *General Viticulture* (2nd Edition). Univ. Of Calif. Press, Berkeley, 710

## BÖLÜM 12

### METEOROLOJİK FAKTÖRLERİN VE TEMİZ SU KAYNAKLARININ ARI VE ARI ÜRÜNLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Arş. Gör. Hasan ER<sup>1</sup>, Öğr. Gör. Serhat KOÇYİĞİT<sup>2</sup>  
Prof. Dr. Yasemin KUŞLU<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Orcid: 0000-0002-7880-86979, hasaner@bingol.edu.tr

<sup>2</sup> Bingöl Üniversitesi, Pilot Üniversite Koordinasyon Merkez Birimi, Orcid: 0000-0003-0172-6180, skocyigit@bingol.edu.tr

<sup>3</sup> Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Erzurum, Türkiye, Orcid: 0000-0003-4008-1004, ykuslu@atauni.edu.tr





## GİRİŞ

Tarımsal üretim faaliyetlerinde iklim değerlerinin alan ve zamansal olarak izlenmesi büyük önem taşımaktadır. Özellikle arıcılık alanında arı sağlığı, bal verim ve kalitesi açısından iklim koşulları dikkate alınmalıdır. İklimsel faktörler özellikle kompleks topografyaya sahip alanlarda çok kısa mesafelerde değişiklik göstermekte ve birçok harici faktörden (bitki örtüsü, su kaynakları, bakı, yükseklik, enlem, boylam vb.) etkilenmektedir.

İklim, bitkisel ve hayvansal üretimi etkileyen en önemli faktörlerin başında gelmektedir. İklim doğal bitki örtüsünün tür, miktar ve biçim yönünden dağılışını doğrudan etkisi altında bulundurur. Sıcaklık, yağış, nem, rüzgar, buharlaşma ve don gibi iklim bileşenleri o bölgede yetiştirilecek ürün tipi, vejetasyon süresi, ekim ve hasat zamanlarını belirleyen başlıca faktörlerdir.

Karmaşık iklim yapısı nedeniyle Türkiye, küresel ısınmaya bağlı iklim değişikliğinden yüksek oranda etkilenebilecek ülkelerin arasında yer almaktadır (Şahin ve ark., 2015). Küresel iklimdeki ani değişiklikler, böcekler dahil birçok hayvanın davranışını ve yaşam tarzını etkileyecektir. Böcekler için sıcaklık ve nem artışı; büyüme ve yer değiştirme hızında ve üreme kapasitesinde artış anlamına gelmektedir. Bu değişiklikler doğada meydana gelen ekolojik süreçleri de etkileyebilir. İklimdeki değişiklikler canlıların yaşadığı ortamın karakter yapısını da değiştirebilecek ve bu değişiklikler dolaylı olarak o ekolojik ortamda yaşayan böcek topluluklarının davranışlarını da etkileyecektir (Pope ve ark., 2014).

İklim faktörü ile doğrudan ilişkili olan arıcılık faaliyetlerinde arı sağlığı ve bal üretimi verim alabilmek için arıların ihtiyaç duyduğu optimum çevre koşullarını sağlamak gerekmektedir (Köseoğlu, 2009).

İklimsel değişiklikler sonucu meydana gelebilecek olaylarda bal arılarını olumsuz olarak etkileyebilecek tespitler; su kaynaklarının iklimsel etkilerle azalması, ani hava değişimleri sonucunda oluşan koloni kayıpları, bitki örtüsünde yer alan nektarlarda azalmalar, geç gelen sonbahar mevsimi ve ilkbahar mevsiminde meydana gelen sıcaklık değişimleri şeklinde sıralanabilir (Akbulut, 2000; Yörük ve Şahinler 2013). Ayrıca meteorolojik faktörler bal arısı kolonilerin yiyecek arama faaliyeti ve gelişimi ile doğrudan bağlantılı olan çiçek gelişimini, nektar ve polen üretimini etkilemektedir (Le Conte ve Navajas 2008).

Özellikle sıcaklık ve nem gibi iklim faktörlerindeki değişiklikler, arı metabolizmasının üreme kapasitesini, beslenme alışkanlıklarını, işlevini ve bu özelliklere bağlı olarak arının yayılmasını etkileyen durumlar oluşturmaktadır (Akbulut, 2000).

Koç ve Karacaoğlu, (2012)'nin Ege Bölgesi koşullarında farklı arı ırkları üzerine yaptığı çalışmada, deneme süresince iklimin uzun yıllar ortalamasından önemli sapmalar göstermesi, kolonilerin performanslarını büyük ölçüde etkilediğini belirtmiştir.

Tanzanya'nın merkezindeki Manyoni Bölgesi'nin Njirii, Angondi ve Sanjaranda köylerinde yapılan çalışmada meteorolojik faktörlerin bal üretimi üzerine etkisi incelenmiştir. Araştırmada elde edilen verilere

göre yağış ve sıcaklığın bal verimi üzerine önemli derecede ilişkisinin olduğu saptanmış olup, özellikle yağış oranı azaldığında bal veriminin de doğru orantılı olarak azaldığı ve yüksek sıcaklık verilerinin ise yine bal veriminin azalmasına yol açtığı tespit edilmiştir (Nyunza, 2018). Benzer bir çalışmada yüksek sıcaklık, düşük yağış bulunan bölgelerde kullanılan kovan tipi ve kovanların gölgede bulunma sürelerinin eksikliğinin bal arısı koloni oranını azalttığı ve kovandan kaçan bal arısı koloni sayısını artırdığı saptanmıştır (Kugonza ve ark., 2009).

Kiraz ağaçlarının tozlaşmasında bal arılarının davranışlarını inceleyen bir araştırmada en iyi tozlayıcıların bal arıları olduğunu ve iklimsel değişimler göz önüne alındığında bal arılarının ani iklim değişimlerinde tozlayıcı görevlerinin de olumsuz bir şekilde etkilendiği belirtilmiştir (Topal ve ark., 2017).

Günümüzde meydana gelen iklim değişiklikleri ve iklim faktörleri arı hastalıklarından olan Varroa, Nösema, yavru çürüklüğüne neden olan bakteriler ve bal arılarını etkileyen sayısız virüsü bal arısı popülasyonlarına transferini teşvik ederek olumsuz sonuçlar doğurmaktadır. İklim ve arı ırkının Brezilya'da Varroa istilasına etkilerini inceleyen bir çalışmada iklimsel faktörlerin Varroa'ya karşı önemli bir ilişkisinin olduğunu gözlemlemiştir. Ayrıca benzer bir çalışmada Varroa kontrolü, temizlik ve kovan içi düzenlemelerin ısı, yağış ve nem gibi çevresel faktörlerle bağlantısı olan bal arısını zararlılarına karşı önceden alınacak yöntemlerin önemini ön plana çıkarmıştır. (Moretto ve ark., 1991; Le Conte ve Navajas, 2008; Kekeçoğlu ve ark., 2013).

Bal arılarının vücut ısıları ortam sıcaklığına bağlı olarak artmakta veya azalmaktadır. Bal arıları çevresel bir faktör olan sıcaklıktan büyük oranda etkilenirler. Bu sebeple yuvadaki sıcaklık ve benzeri çevre koşullarını düzenleme yeteneğini geliştirerek bu değerleri optimize edebilirler. Ancak bu optimizasyonu sağlayabilmesi için ortamın sıcaklığının kovan içi sıcaklığı arasındaki farkının aşırı yüksek değerlerde bulunması durumunda bunu düzenlemek için ekstra enerji üretimine ihtiyaç duymaktadır. Sıcaklık faktörü açısından arılar için konfor bölgesi 26 °C'dir. Bazı araştırmacılar, arıların kovan içi en uygun sıcaklığın 24 °C ile 31 °C arasında ve nemin %50 ile %65 arasında olması gerektiğini önermektedir. (Jie ve ark., 2005; Gürel ve Gosterit, 2008) 10 °C'nin altındaki ve 36 °C'nin üzerindeki sıcaklıklar, arıların bal toplama faaliyetlerini sonlandırmaktadır. Bal arıları 10 °C civarında uçma yeteneklerini kaybetmeye başlamaktadır ve 7 °C'de ise tamamen hareketsiz kalmaktadır (Çetin, 2004; Alattal ve Alghamdi, 2015).

Arıların bulunduğu ortam sıcaklığı yükselirse arının vücut sıcaklığı da aynı oranda yükselmektedir. Arılar vücut sıcaklığını sürekli ortam sıcaklığı ile aynı oranda tutamaz. Ortam sıcaklığı 50 °C'lere kadar yükseldiği zaman hızlı koloni kayıpları görülmektedir. Eğer ortam sıcaklığı yaklaşık olarak 28 °C'nin altına düşerse, bal arıları göğüs kaslarını harekete geçirerek ısınmaya çalışırlar. Bu süreç, kanat kaslarının kanatlardan bağlantısının kesilmesi ile ısı üretimi için hızla kasılması ve gevşemesi biçiminde gerçekleşmektedir (Goodman, 2003; Kaya, 2007).

Bal arılarının sıcaklığı hassas bir şekilde algılayabildikleri, kovan içi termal düzenleme için ısıtma veya soğutma gibi uygun davranışı belirleyebildikleri ve kuluçka sıcaklığını kontrol edebildikleri bilinmektedir. Bal arıları, antenlerinin 5. segmentindeki sensörler ile 0.25 °C kadar küçük sıcaklık farklarını hissedebilmektedir (Seeley, 1985). Günlük sıcaklıklardaki ani değişimlerin arıların ortak yaptığı işlerin verimsiz hale gelmesine ve koloni kayıplarının görülmesine neden olduğu belirtilmiştir (Muz ve ark., 2012; Koç, 2014). Sıcaklığın yüksek olduğu dönemlerde kovanlar kesinlikle tamamen kapatılmamalı, bir çatı veya sundurma altında bulundurulmalı ve güneş altında kalan kovanlar ise yeşil ot veya bitki örtüsü ile gölgelik yapılmalıdır.

Seeley (1985) çalışmasında, volkanik bir bölgeye arı kovanları yerleştirerek arı kolonisinin yüksek sıcaklık ortamında nasıl davranış sergilediğini araştırmıştır. Yüksek sıcaklığı azaltmak için arılar kademeli olarak çeşitli yöntemler denemişlerdir. İlk olarak ergin arılar kovan içerisinde belirli bölgeler dağılarak kanatlarıyla yelpazelemeye başlamışlar, ardından suyu buharlaştırarak kovayı soğutmaya çalışmışlardır. Enerjilerinin büyük kısmını bu işlemler sırasında harcayan bal arılarının, bal veriminin önemli ölçüde düştüğü ve nihayetinde kovayı kısmen boşalttıkları gözlemlenmiştir.

Arı ürünü olan propolis üzerine yapılan bir araştırmada, iklim faktörlerinden yağış ve sıcaklığın propolisin kalitesi ve verimi üzerine etkisi olduğu bildirilmiştir. Ayrıca orta dereceli yağış ve sıcaklık propolisin kalitesini desteklemektedir. Topoğrafik bir özellik olan

rakımın da propolis kalitesi ve verimi üzerine etkisi olup, yüksek rakımlı bölgelerin propolis kalitesine olumsuz etkisi bulunmaktadır (Pereira ve ark., 2009).

*Bombus terrestris* L. arısının koloni gelişim özellikleri üzerine yapılan bir çalışmada farklı sıcaklıklarda yumurtlama, koloni oluşturma, satılabilir koloni oluşturma ve ana arı üretim oranları, ilk yumurtlama zamanı, ilk kuluçkadaki yumurta hücresi sayısı ve ilk işçi arı çıkış zamanı bakımından önemlilik derecelerine bakılmıştır. En yüksek yumurtlama, koloni oluşturma ve satılabilir koloni oluşturma oranları 30 °C de tutulan grupta gözlemlenerek *Bombus terrestris* L. Arısının koloni gelişimi için en uygun sıcaklığın 30 °C olduğu saptanmıştır. Düşük sıcaklıklarda arıların olumsuz durumlar oluşturduğu gözlemlenmiştir (Gurel, ve Gosterit, 2008).

Bal üretiminde arının tercih ettiği bitkilerin çiçek açma döneminde meydana gelecek yağışlar ve kuvvetli rüzgarlar, bitkiler üzerindeki nektar oranının azalmasına yol açarak bal arılarının nektar toplama potansiyelini azaltacaktır. Arılık içindeki ve etrafındaki rüzgarın yönü ve şiddeti arıların düzenini olumsuz etkilemektedir. Nektar akış döneminde yağın şiddetli yağışlar, yetersiz yağış veya nektar döneminden önce bir sam yeli, çiçek açma döneminde veya öncesinde geceleri görülen düşük sıcaklıklar gibi durumlar nektar-polen kaynağını olumsuz etkileyecektir (Köseoğlu, 2009). Saatte 17.7 km hızla esen rüzgar arıların faaliyetlerini yavaşlatır. Saatte 33,8 km hızla esen rüzgar ise arıların uçuş faaliyetlerini tamamen durdurur (Taskiran ve ark., 2017).

Yağışın arılar üzerinde oldukça önemli bir etkisi bulunmaktadır. Bal üretimi, arıların nektar ve polen topladığı çiçekli bitkilerin gelişmesini hızlandırdığından, yağmura bağlıdır. Nektar döneminde de yağın yoğun yağmur, çiçek döneminde veya öncesinde geceleri görülen sıcaklık düşüklüğü, yeterince yağışın yağmaması veya nektar döneminden önce görülecek bir sam yeli nektar-polen kaynağını olumsuz etkileyecektir. Yağışın az olduğu kuru iklim bölgelerinde bal verimi olumsuz etkilenmektedir (Le Conte ve Navajas, 2008; Nyunza, 2018). Yağış ayrıca bal arıları için içme suyu sağlar. Bu kaynağın azalması, nektar ve su miktarları azaltacağından bal veriminin düşük olmasına yol açmaktadır.

Yağış ve sıcaklık değişiminin arılar üzerine etkisine yönelik yapılan bir çalışmada 1990'larda normalden daha fazla yağmur yağması sonucu kraliçe arının beslenme zamanında azalma ve sonucunda da küçük vücutlu işçi arıların oluştuğu, 1991 yılında ise sıcaklık artışı ile büyük vücutlu işçi arılar oluştuğu ve böylece sıcaklık değişimleri sonucu popülasyonun varyasyon gösterdiği belirtilmektedir (Richards ve ark., 2015).

Berhe ve ark. (2013), yağış sıkıntısının bal üretimini, su kaynaklarını ve nektarı azalttığı ve dolayısıyla bal arısı kolonilerini zayıflattığı için bal üretimini etkilediğini belirtmişlerdir.

Arıcılık faaliyeti üzerinde etkili olan diğer bir faktör de su kaynaklarıdır. Su kaynakları ülkelerin ulusal doğal kaynaklarıdır. Ülkemizin toplam yüzölçümü 783.577 km<sup>2</sup>'dir. Türkiye üç tarafı denizlerle çevrili olmasına rağmen kişi başı kullanılabilir su miktarına



göre su potansiyeli bakımından zengin bir ülke olarak görülmemektedir. Ülkemizde ortalama yıllık yağış miktarı 643 mm olup, bu yağış miktarı ortalama 501 milyar m<sup>3</sup> suya karşılık gelmektedir. Bu suyun 274 milyar m<sup>3</sup>'ü buharlaşma yoluyla atmosfere geri dönmektedir. Suyun 69 milyar m<sup>3</sup>'lük kısmı yüzey altı ve yeraltı sularını beslemektedir. 158 milyar m<sup>3</sup>'lük kısmı ise akışa geçerek çeşitli büyüklükteki akarsular vasıtasıyla denizlere ve kapalı havzalardaki göllere boşalmaktadır. 28 milyar m<sup>3</sup>'lük su pınarlar vasıtasıyla yerüstü suyuna tekrar katılmaktadır. Yeraltı suyunu besleyen 41 milyar m<sup>3</sup> ve komşu ülkelerden 7 milyar m<sup>3</sup> sular dikkate alındığında ülkemizin yıllık su potansiyeli 234 milyar m<sup>3</sup> olarak belirlenmektedir. Ancak günümüz teknik ve ekonomik şartları çerçevesinde ülkemizin tüketilebilir yerüstü ve yeraltı su potansiyeli yılda ortalama toplam 112 milyar m<sup>3</sup> olup, 44 milyar m<sup>3</sup>'ü kullanılmaktadır (DSİ 2019). Sahadaki su kaynakları arıcılık faaliyetlerini doğrudan ve dolaylı olarak etkilediği için önemli bir kaynak durumundadırlar. (Shenkute ve ark., 2012).

Bal arıları diğer hayvanlar gibi suyu içer, ama başka amaçlar için de kullanırlar. Arılar suyu kovan içerisini serinletmede, kovadaki nemin kontrol edilmesinde, larvaların beslenmesinde, kristalize ve çok kalın balların seyreltilmesinde ve çoğu organizmada olduğu gibi besinlerin sindirilmesi gibi birçok farklı görevde kullanılmaktadır. Ayrıca suyun özellikle sıcak ve kuru havalarda işçi arılar tarafından kovan içerisinde polen, nektar ve propolis gibi depolandığı gözlemlenmiştir. Arılar, peteğin üst kısmında, balmumu ile yapılmış küçük bölmelerde suyu depolar (KOP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, 2017).

Su kaynağının yakın olması ihtiyacın zamanında ve verimli bir şekilde sağlanması için gereklidir (Korkut, 2010). Arıcılık yapılan yerin yakınında arıların doğrudan su ihtiyacını karşılayabileceği temiz bir su kaynağının olması arıların hayatlarını devam ettirme ve çalışma performanslarını olumlu yönde etkilemektedir. Kaynakların yetersiz olması durumunda bir arı ihtiyacı olan suyu elde etmek için 5 km kadar mesafe gidebilmektedir. Bu durumda arılar temiz su kaynaklarına ulaşabilmeleri için gereğinden fazla enerji harcamış olmaktadır. Ayrıca uzak mesafeler, rüzgârlı veya soğuk havalarda, arıların sudan yararlanmasını azaltmaktadır. Arılar su kaynağını seçerken, kullanacakları suyun ısısına dikkat ettikleri bilinmektedir. Arılar genellikle 18 °C'nin üzerinde ve 32 °C'nin altında olan suları tercih ederler. 38 °C'nin üzerindeki suları toplamazlar. Arılar, açık yüzeylerden su almak yerine daha çok çakıl, yaş toprak, kum gibi üzerinde su birikintisi olan yüzeyleri tercih etmektedirler. Bal Arıları için suni olarak su sağlamanın birçok yolu vardır. Arı kovanlarının yakın bölgelerine küçük içerisine çakıl taşı koyulmuş temiz su kapları, kuş banyoları, evcil hayvan sulukları gibi malzemeler yerleştirildiği zaman, arılar çok yüksek ortam sıcaklıklarında bile su kaynağı arama ihtiyacı göstermezler ve kendileri için yerleştirilen su kaplarından su temin edebilmektedirler. Araştırmacıların çoğunluğu arıların su kaynaklarını koku ile bulduğunu düşünmektedirler. Bundan dolayı arılar saf suya göre tuz içeriği olan suları tercih etmektedirler (Çetin 2004; Öztekin, 2011).

Butler (1940) yaptığı çalışmada bal arısının, seyreltik sodyum klorür ve amonyum klorür çözeltilerini damıtılmış suya tercih ettiğini, bu tuzların daha yüksek konsantrasyonlarını içeren suyu tercih etmediğini belirtmiştir. Çürüyen organik maddelerle tıkanmış oluklardan gelen yağmur suyu, kanalizasyon atıkları, vb. gibi içme suyu kaynaklarına büyük ölçüde ilgi duyduğunu ve bunun sebebinin bu kaynaklarda bulunan çeşitli uçucu maddelerin arının kendi koku alma duyusu ile suyu algılayabileceğinden dolayı olduğu düşünülmektedir.

Johansson (2015) tarafından yapılan çalışmada arılar için bir su besleyici sistem yapılabileceği ve bu besleyicinin su seviyesinin kabın tepe noktasına yakın olacak şekilde suyu arıların kolayca kullanabileceği şekilde yapılması gerektiğinden bahsetmektedir. Bu sistemde kullanılacak olan suyun yaklaşık 21°C ila 27 °C arasında tutabilen bir düzenek oluşturulması ile düşük sıcaklıklardakine göre arının ortalama 5-6 kat daha fazla su toplayabileceği belirtilmiştir. Ayrıca bu çalışmada su kaynağının bal arılarına ve arıcılık faaliyetlerine doğrudan etkisi olduğuna vurgu yapılmaktadır. Şekil 1’de arılar için hazırlanmış su besleme sistemi örneği yer almaktadır.



Şekil 1. Bal arıları için hazırlanmış su besleme sistemi örneği

## SONUÇLAR

İklim koşulları ve temiz su kaynaklarının arı ve arı ürünleri üzerine etkili araştırmalar değerlendirildiğinde iklim koşullarının, ani iklimsel değişmelerin ve su kaynaklarının arı kolonileri, verim ve ürün kalitesi üzerine önemli derecede etkilerinin olduğu görülmektedir. Bu etkenlerin toplumların kalkınması için olumsuz durumlar oluşturabileceği belirlenmiştir.

Yağış, sıcaklık, rüzgar, nem ve mevsimsel ani değişmelerin arıcılar tarafından izlenimi yapılarak, uygulanacak faaliyetlerin buna göre planlanması gerekmektedir. Olumsuz iklim koşullarına önlem alınmadığı takdirde kolonilerin zayıflaması, bal kalitesi ve veriminde düşüşler ve sonunda kolonilerin sönmeye kadar giden sonuçların ortaya çıkabileceği anlaşılmıştır. Bal arılarının sağlığını, verimini veya tükenmesine neden olan faktörleri anlamak için çevresel değişimin

etkisini belirlemeye yönelik temel araştırmaların yapılması gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

- Akbulut, S. 2000. Küresel Isınmanın Böcek Populasyonları Üzerine Muhtemel Etkileri. *Ekoloji*. 9(36): 25-27.
- Alattal Y, Alghamdi A (2015). Impact of temperature extremes on survival of indigenous and exotic honey bee subspecies, *Apis mellifera*, under desert and semiarid climates. *B. Insectol.* 68(2):219-222.
- Beekman, M. and Stratum, P.V., 2000. Does the diapause experience of bumblebee queens *Bombus terrestris* affect colony characteristics? *Ecol. Entomol.*, 25: 1-6.
- Berhe M Mirutse G Gebremedhin B (2013). Identifying beekeepers' adaptation strategies in response to climate change in Tigray, Ethiopia; *Wudpecker. J. Agric. Res.* 2(5):155-159
- Butler, C. G. (1940). The choice of drinking water by the honeybee. *Journal of Experimental Biology*, 17(3), 253-261.
- Cetin, U. (2004). The Effects Of Temperature Changes To Bee Losses. *Uludag Bee Journal*, 171 175.
- DSİ 2019. <http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari>
- Goodman, L. (2003). Form and Function in the Honey Bee. Cardiff: IBRA – International Bee Research Association, p.: 154–155
- Gurel, F., Gosterit, A. (2008). Effects of temperature treatments on the bumblebee (*Bombus terrestris* L.) colony development. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(1), 75-78.
- Jie, W., Wenjun, P., Jiandong, A., Zhanbao, G., Yueming, T. and Jilian, L., 2005. Techniques for year-round rearing of *Bombus terrestris* L. (Hymenoptera, Apoidea) in China. *J. Apic. Sci.*, 49(1):65-69.
- Johansson, T. S. K., & Johansson, M. P. (1978). Providing honeybees with water. *Bee World*, 59(2), 54-64.
- Kaya, N., 2007. “Arıcılıkta Üstte Boş Ballıkla Kışlatmanın Kovan İçi Bağıl Nem, Sıcaklık Ve Koloninin Yaşama Gücü Üzerine Etkileri”. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisan Tezi.

- Kekeçoğlu, M., Rasgele, P. G., Filiz, A. C. A. R., & Kaya, S. T. (2013). Düzce İlinde Bulunan Arıcılık İşletmelerinde Görülen Koloni Kayıplarının, Bal Arısı Hastalık ve Zararlılarının ve Mücadele Yöntemlerinin Araştırılması. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 3(3), 99-108.
- Koc AU (2014) Effects of altitude and beehive bottom board type on wintering losses of honeybee colonies under subtropical conditions. *Spanish Journal of Agricultural Research* 12(1): 151-158.
- Koç, A. U., Karacaoğlu, M. 2012. Kafkas (*A. m. caucasica*), İtalyan (*A. m. ligustica*) Irkları ve Anadolu Arısı Ege Ekotipi (*A. m. anatoliaca*) ile Bazı Melezlerinin Ege Bölgesi Koşullarında Koloni Gelişimleri. *TRALLEIS*. 1(1):28-35.
- KOP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı. (2017). Üretici Rehberi-Arıcılık. Erişim Adresi <http://www.kop.gov.tr/upload/dokumanlar/218.pdf>
- Kugonza DR, Kamatara KB, Nabakabya D, Kikonyogo S (2009). Effects of hive type and tree shade on colonization rate and pest prevalence of honeybee (*Apis Mellifera*) colonies in Central Uganda. *Afr. J. Anim. Biomed. Sci.* 4(2):1-5
- Korkut., M. 2010. Arıcılıkta Verimlilik Etkenleri. *Uludağ Ancılık Dergisi*. Bursa.
- Köseoğlu, M., 2009. Teknik Arıcılık Koşulları ve İlkbahar Bakımı, *Hasad Hayvancılık Dergisi*,287, 42-49
- Le Conte, Y., Navajas, M. (2008). Climate change: impact on honey bee populations and diseases. *Revue Scientifique et Technique-Office International des Epizooties*, 27(2), 499-510.
- Moretto, G., Gonçalves, L. S., De Jong, D., & Bichuette, M. Z. (1991). The effects of climate and bee race on *Varroa jacobsoni* Oud infestations in Brazil. *Apidologie*, 22(3), 197-203.
- Muz MN, Solmaz H, Yaman M, Karakavuk M (2012) Parasitic and bacterial pathogens in colonies of early broken up winter cluster. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 23(3): 147-150.
- Nyunza, G. (2018). Anthropogenic and climatic factors affecting honey production: The case of selected villages in Manyoni District, Tanzania.

- Öztekin, E. (2011). Dağ kavağı (*Populus Tremula L.*) ile imal edilen arı kovanlarının ısı iletiminin incelenmesi ve simülasyonu (Master's thesis, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Pope, K.S., Dose, V., Da Silva, D., Brown, P.H., DeJong, T.M. 2014. Nut Crop Yield Records Show That Budbreak-Based Chilling Requirements May Not Reflect Yield Decline Chill Thresholds. *International journal of biometeorology*. 59(6):707-715.
- Ribeiro Pereira, G. C. O., Barchuk, A. R., & do Valle Teixeira, I. R. (2009). Environmental factors influencing propolis production by the honey bee *Apis mellifera* in Minas Gerais State, Brazil. *Journal of apicultural research*, 48(3), 176-180.
- Richards MH, Onuferko TM, Rehan SM (2015) Phenological, but not social, variation associated with climate differences in a eusocial sweat bee, *Halictus ligatus*, nesting in southern Ontario. *Journal of Hymenoptera Research* 43: 19-44.
- Seeley, T.D. (1985). *Honeybee Ecology, A Study of Adaptation in Social Life*. New Jersey: Princeton University Press, p.: 107–118.
- Shenkute AG, Getachew Y, Assefa D, Adgaba N, Ganga G, Abebe W (2012). Honey production systems (*Apis mellifera*L.) in Kaffa, Sheka and Bench-Maji zones of Ethiopia. *J. Agric. Ext. Rural Dev.* 4(19):528-541.
- Şahin, M., Topal, E., Özsoy, N., & Altunoğlu, E. (2015). İklim Değişikliğinin Meyvecilik ve Arıcılık Üzerine Etkileri. *Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi*, 6, 147-154.
- Taşkıran, N. Ö., Dayıoğlu, M., & Kabakçı, D. (2017). Bal arılarının (*Apis mellifera L.*) sınıflandırılması ve ekolojik koşulların morfolojisi üzerine etkisi. *Arıcılık Araştırma Dergisi*, 9(2), 68-77.
- Topal, E., Yücel, B., Yıldızdal, İ., Takma, Ç., Aydın, M., & Karaca, Ü. (2017). Kiraz Tozlaşmasında Bal Arısı (*Apis mellifera L.*) ve *Bombus terrestris* Kimi Davranış Özelliklerinin ve Çevresel Sıcaklık Değişiminin Bitki Fenolojisi ile Verim Üzerine Etkileri. *Hayvansal Üretim*, 58(2), 24-33.
- Yörük, A., Şahinler N., (2013). Küresel Isınmanın Balarıları Üzerine Olası Etkileri. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 13(2), 79-87.





## BÖLÜM 13

### BAL ARISI SAĞLIĞINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER: PESTİSİT ÖRNEĞİ

Öğr. Gör. Sedat YELKOVAN\*

---

\* Bingöl Üniversitesi, Pilot Üniversite Koordinasyon Merkez Birimi, Bingöl, Türkiye,  
syelkovan@bingol.edu.tr, ORCID: 0000-0002-7209-6350



## GİRİŞ

Tozlaşma (polinasyon), polende bulunan erkek gametinin bir çiçeğin stigmasına aktarılmasında önemli bir adımdır (Raghavan, 2000). Tozlaşmamış çiçeklere sahip bitkiler daha az sağlıklıdır ve tozlaşanlara göre daha az tohuma sahiptirler. Bu tohumlar doğal olarak kalitesiz meyveler üretirler (Calderone, 2012). Son yıllarda böceklerin ve doğal olarak tozlaşmayı sağlayan böcek türlerinin azaldığı birçok çalışmayla ortaya konmuştur. Bu yararlı türlerin günden güne yok olması ise küresel bir tozlaştırıcı krizine yol açması endişesini yaratmaktadır.

Küresel tozlaştırıcı (polinatör) krizi olgusu en önemli ekolojik sorunlardan biri olarak kabul edilmektedir (Marshman ve ark., 2019; Vasiliev ve Greenwood, 2020). Hükümetlerarası Biyolojik Çeşitlilik ve Ekosistem Hizmetlerine İlişkin Bilim-Politika Platformu (IPBES, 2016) tarafından yakın zamanda gerçekleştirilen tozlaştırıcılarla ilgi durum değerlendirmesinde, özellikle Kuzey Ilıman Bölgede kayıt altına alınan çarpıcı kayıplarla yabancı tozlaştırıcı popülasyonlarının düşüşte olduğu ortaya konulmuştur (Vasiliev ve Greenwood, 2020). Batı Avrupa'da yakın zamanda yapılan birkaç araştırmada, birden fazla taksonomik grupta yabancı tozlaştırıcıların hem biyolojik çeşitliliğinde hem de biyokütlesinde benzeri görülmemiş bir azalma olduğu tespit edilmiştir (Powney ve ark., 2019; Seibold ve ark., 2019; Vasiliev ve Greenwood, 2020). Yabancı böcek tozlaştırıcıların Dünya mahsullerinin %70'inden fazlasının tozlaşmasını sağladığı iyi bilinmektedir (Ollerton ve ark., 2011; Vasiliev ve Greenwood, 2020) Bu nedenle, tozlaştırıcıların azalması, küresel gıda güvenliği için önemli bir tehdit oluşturmaktadır (Klein ve ark., 2007;

Vasiliev ve Greenwood, 2020). Bunlara ilaveten, biyoçeşitliliğin azalmasına neden olan yabancı bitki tozlaşmasındaki aksaklıklar, ekosistem bütünlüğünün bozulmasına neden olabilmektedir (Vasiliev ve Greenwood, 2020).

Bal arıları (*Apis mellifera*), özellikle ekinlerin, çiçeklerin ve meyve ağaçlarının tozlaşmasındaki kritik rolleri nedeniyle çevre için önemli organizmalardır (Kennedy ve ark., 2013; Noi ve ark., 2021). Bal arılarının, hayvanlarla tozlaşan mahsullerin %96'sının tozlaşmasından sorumlu olduğu tahmin edilmektedir (Meixner, 2010). Arılar ayrıca yabancı bitki topluluklarının ve biyolojik çeşitliliğin artmasından ve korunmasından dolayı olarak sorumludur (Aguilar ve ark., 2006). Küresel gıda mahsulleri baz alındığında bal arılarının değerinin yılda 153 milyar Euro olduğu tahmin ediliyor (Gallai ve ark., 2009). Son yıllarda, küresel olarak arılarda ve diğer tozlaştırıcıların sayısında düşüşler olduğu gözlemlenmiştir (Ollerton ve ark., 2014). Bu düşüş, sürdürülebilir bir gıda arzı ve doğal ekosistemlerin sağlığı konusunda endişelere yol açmıştır (Potts ve ark., 2016; Noi ve ark., 2021). Arı kolonilerinin zayıflamasının veya ölümünün temel olarak biyolojik faktörler, çevresel faktörler, kimyasal ve beslenme stresleri gibi birçok faktörün birleşik etkilerinden kaynaklandığı gözlemlenmiştir. Arılar, bitki koruma ürünleri veya veteriner ilaçları gibi antropojenik bileşikler ve mikotoksinler, flavonoidler ve bitki toksinleri gibi doğal kaynaklı olanlar da dahil olmak üzere çok çeşitli kimyasal karışımlara maruz kalabileceğinden, özellikle bu tür stres etkenleri büyük bir endişe kaynağıdır. Pestisitler, akarisitler, herbisitler ve fungusitler gibi bitki koruma ürünlerinin tarım için birçok

faydası olmasına rağmen, bunların kullanımıyla ilişkili haşere direnci ve ikincil haşere salgınları gibi çeşitli potansiyel risklerin yanı sıra daha geniş çevresel kontaminasyon ve insan sağlığı sorunları ortaya çıkmaktadır (Silva ve ark., 2019).

Pestisitler, böcek zararlılarını hedef almak için uygulansa da tarımda kullanımları, tarıma faydalı olan hedef olmayan böcekleri de etkileyebilir. Özellikle bu yararlı böcekler içerisinde tozlaşmada önemli bir yeri olan bal arıları yine bir pestisit olan neonikotinoit insektisitler tarafından önemli bir zarara uğramıştır. Bununla birlikte, modern tarımda kullanılan fungusitler ve herbisitler gibi diğer modern tarım ürünlerinin de bal arılarının sağlık durumunu etkilediği gösterilmiştir (Caliani ve ark., 2021; Noi ve ark., 2021) Bu bölümde canlılara zarar veren kimyasallar olan pestisitlerin bal arısı sağlığı üzerine olan etkileri ele alınmıştır.

### **Böcek Güdümlü Pestisitler: İsektisitler**

Pestisitler birçok farklı kimyasal yapı içerirler. Zararlı bitki ve hayvanları kontrol etmek için kullanılırlar. Genel olarak hedeflerine göre böcekler (insektisitler), nematodlar (nematosisitler), yumuşakçalar (mollussisitler), yabancı otlar (herbisitler), bakteriler (bakterisitler), mantarlar (fungusitler) vb. canlılar pestisitler aracılığıyla kontrol edilirler (Devillers ve Pham-Delègue, 2002).

İsektisitler (böcek öldürücüler), doğal olarak meydana gelebilecek veya sentezlenmiş (piretroidler), örneğin hidrokarbon yağı ve piretrinler, uçan böcekler dahil olmak üzere herhangi bir böceğin etkisini önlemeye, yok

etmeye, kovmaya veya hafifletmeye yönelik organik veya inorganik kimyasal maddeA veya maddelerin karışımıdır. Çeşitli insektisit türleri vardır. Sentezlenen insektisitlerin çoğu, yapıları gereği kullanıldığı koşullarda sağlığa zararlıdır. Örneğin insektisit türlerinden olan piretroidlerin çoğu Dünya Sağlık Örgütü (WHO, 2009) tarafından orta derecede tehlikeli (Sınıf II) olarak tanımlanmaktadır (Miao ve ark 2017; Jensen ve ark., 2011). Piretroid kalıntıları meyve, sebze, çay, pastörize süt ve bazı hayvan türlerinin kas dokularında tespit edilmiştir (Nakamura ve ark., 2011; Miao ve ark 2017). Bu nedenle böcek öldürücü kimyasallar, son derece tehlikeli olanlardan herhangi bir akut tehlike oluşturma olasılığı düşük olanlara kadar çeşitlilik gösterir. Çoğu, tarımda, halk sağlığında, bahçecilikte, gıda depolamada veya benzer amaçlarla kullanılan diğer kimyasal maddelerde kullanılan kovucular ve/veya böcek büyüme düzenleyicileri olarak kullanılmaktadırlar (Perveen, 2012).

Gıda üretimini önemli ölçüde arttırmak ve hastalık vektörlerini kontrol etmek için insektisitler yoğun olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte, ekonomide büyük faydalar sağlayan bu avantajlar, kritik çevre ve insan sağlığı hususlarına tabi tutulduğunda bazen dezavantajları da beraberlerinde getirirler. Sağlığa ve çevreye etkileri bilinmeyen birçok insektisit de üretilip kullanılmaktadır (Miao ve ark 2017; Perveen, 2012).

İnsektisitler; hidrokarbon yağlarından (katran yağları), arsenik bileşikleri, organoklorin, organofosfat karbonatlar, dinitrofenoller, organik tiyosinatlar, kükürt, sodyum florür, piretroidler, rotenondan nikotine kadar çeşitli şekillerde katı veya sıvı preparasyonda kullanılmıştır. İlginçtir ki, bunların çoğu, maddelerin zararlı etkisi nedeniyle geri

çekilmiştir (Perveen, 2012). Bu kimyasalların gıda, su, hava ve topraktaki toksik kalıntılar, haşerelerin direnci, hedef olmayan organizmalar üzerindeki etkisi gibi olumsuz etkileri de vardır. İnsektisitlerin insan sağlığı üzerindeki etkileri, doğrudan veya dolaylı olarak maruz kaldıkları için daha risklidir; yılda yaklaşık 220.000 ölümle 26 milyondan fazla insan pestisit zehirlenmesinden muzdariptir (Ansari ve ark., 2014).

### **Pestisitlerin Bal Arısı Sağlığı Üzerine Etkileri**

Dünyanın pek çok yerinde, özellikle Kuzey Amerika ve Batı Avrupa'da, İkinci Dünya Savaşı'ndan kısa bir süre sonra, 1950'lerde traktörlerin atların yerini aldığı, organik gübrenin yerini kimyasal gübrelerin aldığı ve havadan pestisit uygulamalarının yaygınlaştığı çiftçilik uygulamalarında büyük değişiklikler meydana gelmiştir. Birçok çiftçi, ürün rotasyonunu durdurmaya ve çiftliklerinin büyük alanlarını, artan miktarlarda sentetik gübre ve böcek ilacı kullanımını gerektiren tek bir ürünün ekimine ayırmaya teşvik edildi. (Devillers ve Pham-Delègue, 2002; Hassall ve ark., 1990). Yoğun tarımın başarısı bir bedel karşılığında satın alınmıştır. Pestisitlerin yoğun kullanımı, hedef organizmalarda dirençlere, ekosistemlerin kirlenmesine ve hedef dışı türler üzerinde olumsuz etkilere neden olmuştur. Bu organizma kategorisi içinde bal arıları ekonomik ve ekolojik önemleri nedeniyle kayda değer bir yer tutmaktadır. Pestisitler, bal arısı kolonilerine birçok şekilde zarar verebilmektedirler (Devillers ve Pham-Delègue, 2002).

Arılar, belirli pestisitlere maruz kalmış nektar veya polenle beslendiklerinde doğrudan zehirlenebilirler. Ayrıca bir pestisit tozu veya



sprey bulutu içinde uçtuklarında veya bir bitkinin işlem görmüş kısımlarına temas ettiklerinde zehirlenebilirler (Thompson, 2010). Koloninin diğer üyeleri de doğrudan veya dolaylı olarak pestisitlerle kontamine olabilirler. Böylece, pestisit tarlacı arılar (foragers) tarafından kovana geri getirilirse, kontamine bal veya polenle beslendiklerinde bakıcı (nurse) arılar ölür ve kuluçkadaki yavru arılar zehirlenme belirtileri gösterirler. Ayrıca kovan içinde bulunan kraliçe arılar da aynı şekilde kontaminasyona maruz kalabilirler. Pestisitlerin toksikolojik etkilerinin doğasının, kalıcılığının ve daha genel olarak çevresel davranışının fizikokimyasal özelliklerine bağlı olduğu açıktır (Devillers ve Pham-Delègue, 2002).

Bal arıları, kovanlarını besledikleri veya korudukları alanlarda tarla bitkileri ve diğer bitki türlerine uygulanan çok sayıda farklı türde pestisitlere maruz kalabilirler. Buna ilaveten, arıcular ayrıca bakteri, mantar, akar ve diğer arı zararlılarının kontrolü için tescilli pestisitleri de kullanabilirler (Johnson ve Corn, 2015). Aktif bileşenlerin yanı sıra, pestisit ürünleri, aktif bileşenin hedef zararlıya verilmesini iyileştirmesi amaçlanan "inertler" veya "adjuvanlar" gibi diğer bileşenleri de içerir (Ciarlo ve ark., 2012). Bir diğer örnek ise bu ürünler, pestisit "insetler" tarafından parçalanmasını engelleyerek toksisitesini arttırmak için kullanılmasıdır (Johnson ve Corn, 2015).

Araştırmalar, arıların yiyecek arama dönemi boyunca birçok yönden pestisitlerden etkilendiğini göstermiştir: işlenmiş tohumun ekimi sırasında üretilen egzoz gazından, hem ekilmiş hem de ekilmemiş tarlaların toprağından, bu tarlaların yakınında büyüyen bitkiler üzerinden,

bunların yanı sıra arı kovanları içindeki veya yakınındaki uygulamalardan (Krupke ve ark., 2012). Arılar bazen, ya pestisitlerin yanlış kullanılması veya yanlış uygulanması ya da arıların uğrak yeri olan alanlarda zararlıları kontrol etmek için kullanılması durumunda, kazara pestisitlere maruz kalırlar (Johnson ve Corn, 2015).

Pestisitlerin bal arıları ve bazı yerli arılar üzerinde olumsuz etkileri olduğu bildirilmektedir. Herbisitlerin yaygın kullanımı, arılar için mevcut olan habitatı azaltır (Cane ve ark., 2001). Yeterli düzeyde maruziyet göz önüne alındığında, birçok pestisit arılar için öldürücü olduğu bilinmektedir. Pestisitlerin arılar üzerindeki etkileri, doza ve diğer maruz kalma koşullarına bağlı olarak letal veya subletal olabilir. Pestisitlere maruz kalan arılarda bildirilen ölümcül olmayan etki türlerinin bir özeti şunları içerir:

- Azalan navigasyon, yönlendirme ve iletişim yetenekleri;
- Değişen yiyecek arama davranışı ve motor aktivite;
- Kısa ve uzun süreli hafıza kaybı;
- Bozulmuş öğrenme davranışı ve duyuşsal algılama;
- Zayıf bağışıklık fonksiyonu;
- Hastalıklara ve zararlılara karşı artan duyarlılık;
- Azalan doğurganlık ve üreme; ve
- Zarar gören üreme ve gelişme (Johnson and Corn, 2015).

## **Bal Arılarında Pestisitlerin Biyolojik Aktivitesi**

Bal arısı zehirlenmesinin ana nedeni bazı belirlenmiş madde gruplarıyla sınırlı da olsa, insektisitlerin etki biçimlerine ilişkin verilerin de buna dahil edilmesi gerekmektedir. İsektisitlerin bal arılarının bilişsel, davranışsal ve fizyolojik işlevleri üzerindeki ölümcül olmayan etkileri halihazırda incelenmiştir (Desneux ve ark., 2007; Belzunces ve ark., 2012; Kiljanek ve ark., 2016).

Neonikotinoidler, böceklerin merkezi sinir sisteminde bulunan nikotini asetilkolin reseptörlerinin (nAChR'ler) farklı alt tipleri üzerine etki eder. Neonikotinoidler başlangıçta spontan deşarj sıklığını artırır, ancak sinirsel iletimi tamamen bloke eder (Kiljanek ve ark., 2016). Bu bileşikler, doğal nörotransmitter asetilkolini taklit eder ve esas olarak post sinaptik nAChR'ler üzerinde agonistik olarak hareket eder (Van der Sluijs ve ark., 2013). Böceğin ölümlü, nöronal hiper-uyarılmanın bir sonucu olarak ortaya çıkar. Arılar için imidakloprid, klotianidin ve thiamethoxam gibi nitro ikameli neonikotinoidler, siyano ikameli olanlardan daha zehirlidirler. Neonikotinoid metabolitlerin bazıları aynı zamanda nörotoksindir ve bal arısı ölümlerine neden olurlar (Kiljanek ve ark., 2016).

Fenilpirazol fipronil, gama-aminobütirik asit (GABA) reseptörlerini bloke eder ve ayrıca glutamatla aktive olan klorür kanallarını (GluCl) bloke eder. Böceklerin merkezi sinir sistemi böylece zarar görür (Narahashi ve ark., 2010). Fipronil, organofosforlu insektisitler gibi, böceklerin sinirlerinin ve kaslarının aşırı uyarılmasına neden olur. Yeterli

konsantrasyonlarda ise felce (paralysis) ve ölüme neden olur (Kiljanek ve ark., 2016; Simon-Delso ve ark., 2015).

Organofosforlu insektisitler, nörotransmitter asetilkolinin hidrolizini katalize eden enzim olan asetilkolinesterazı (AChE) inhibe eder. Asetil kolinesteraz, bir insektisit ile kimyasal olarak reaksiyona girer ve sonuç olarak AChE, sinir sinapsında veya nöro-kas bağlantı noktasında kademeli olarak nörotransmitter birikmesine ve sinir lifi veya kasının sürekli uyarılmasıyla işlevsel bozukluğa neden olur. Hayvanın savunma sisteminin bir parçası olarak metabolik oksidasyon reaksiyonu sırasında P=S grubu içeren klorpirifos, çok daha toksik bir P=O yapısı oluşturur. Organofosforlu insektisitler tüm sistemlerde genel olarak bir bozulmaya neden olabilir (Kiljanek ve ark., 2016; Desneux, ve ark., 2007).

Piretroidler, böcek nöronal zarlarındaki hücrelerin sodyum kanalı işlevini değiştirebilir, böylece sinir sistemindeki sinyal iletimini bozabilir (Soderlund, 2010). Ancak piretroidlerin klorür ve kalsiyum gibi çeşitli voltaj ve ligand kapılı iyon kanallarını etkilediği konusunda geniş bir fikir birliği vardır. Hücrelerin inhibisyonu (ancak öldürücü bir etkisi olmadan), böceklerde bir yere serme fenomenine (knockdown phenomenon) neden olur. Farklı piretroidlerden etkilenen çeşitli iyon kanalları, birden fazla piretroid türü insektisite kümülatif maruz kalma risklerini basit aditivite modelleriyle değerlendirmenin uygun olmadığını düşündürmektedir (Kiljanek ve ark., 2016; Soderlund ve ark., 2002).

## **Pestisitler Bal Arısı Hastalıklarını Tetikliyor mu?**

*N. ceranae* ilk olarak 1995'te Amerika Birleşik Devletleri'ndeki ve 1998'de Avrupa'daki bal arısı kolonilerinde bulunduğundan, neonikotinoidlerin bu ülkelerde ortaya çıktığı sıralarda, yeni insektisitler ile patojenler arasındaki olası ilişkiler hakkında bazı düşüncelere yol açmıştır (Sánchez-Bayo ve ark., 2016; Chen ve ark., 2008; Paxton et al., 2007). *N. ceranae* ile enfekte olmuş bal arılarının öldürücü olmayan dozlarda fipronil veya neonikotinoid thiacloprid'e maruz kalması, maruz kalmayan arılara göre daha yüksek arı ölümü ile sonuçlanmıştır, ancak şaşırtıcı bir şekilde bu sinerjik etki, böcek detoksifikasyon sisteminin inhibisyonundan kaynaklanmamıştır. (Aufauvre ve ark., 2012; Sánchez-Bayo ve ark., 2016; Vidau ve ark., 2011). Çünkü öldürücü olmayan dozlarda imidakloprid'e maruz kalan kolonilerdeki arılarda patojen yayılmasındaki artış doza bağlıdır (Pettis et al., 2012) ve insektisitinin Nosema enfeksiyonunu destekleyebileceği açıkça görülebilmektedir (Sánchez-Bayo ve ark., 2016).

Bir çalışmada fipronil ve imidakloprid'in bal arılarında bağışıklıkla ilgili genleri baskıladığı ve böylece Nosema ile enfekte olmuş kovanlarda daha yüksek ölüm oranlarına yol açtığı ortaya konmuştur (Aufauvre ve ark., 2014). Yürütülen başka bir çalışma da, belirli fungusit kalıntılarının öldürücü dozlarına maruz kalan arılarda Nosema enfeksiyonlarının, maruz kalmayan arılara göre iki kattan daha fazla olduğunu göstermiştir. Patojen, sağlıklı kolonilerde bulunsa bile bal arıları genellikle doğal bağışıklık sistemleri aracılığıyla onunla baş edebilirler. Arılar ancak peteklerde bulunan Varroa tedavisi için kullanılan ürünlerin kalıntıları da

dahil olmak üzere pestisit gibi stres faktörlerine maruz kaldıklarında enfeksiyonu kontrol edemezler ve yenik düşebilirler (Pettis ve ark., 2013; Wu ve ark., 2012). Ayrıca, bir diğer çalışmada da, kovanlarda fungusit kalıntılarının varlığı ile bal arısı koloni virüsleri arasında da önemli bir ilişki bulunmuştur (Simon-Delso ve ark., 2014; Sánchez-Bayo ve ark., 2016).

### **Bal Arılarını Pestisitlerden Korumak İçin Ne Yapmalı?**

Çoğu büyük arı zehirlenmesi olayı, bitkiler çiçek açtığında meydana gelir. Ancak arılar başka durumlardan da etkilenebilirler. Pestisitleri uygularken aşağıdaki önerileri dikkate almak gerekmektedir:

1. Pestisitleri yalnızca gerektiğinde kullanın,
2. Bitkiler çiçek açarken pestisit uygulamayın,
3. Arılar uçuş halinde değilken pestisit uygulayın,
4. Pestisitlerin, su kaynaklarına bulaşmasına neden olacak uygulamalardan kaçının,
5. Daha az toksik bileşikler kullanın,
6. Daha az toksik formülasyonlar kullanın,
7. Başka arıcıları bilgilendirin,
8. Rüzgarlı havalarda püskürtme yapmayın ve mümkünse hava yerine yer uygulamalarını kullanın,
9. Pestisit kullanımının olabildiğince az olduğu bölgelere arılıklarınızı yerleştirin,
10. Arıcılar olarak çiftçilerle iletişim halinde olun (Sanford, 1983; Krupke ve ark., 2012; Johnson ve Corn, 2015).

Sonuç olarak; Dünya’da artış gösteren insan nüfusu ile bağlantılı olarak gıda arzının giderek çoğalması tarımın önemini gözler önüne sermektedir. Üreticiler artan gıda arzına pestisitler sayesinde ancak cevap verebilmektedir. Bu yüzden canlılar için zararlı olan bu kimyasal grubu hayatımızın önemli bir parçası haline gelmiştir. Ancak insanların tükettiği gıda ürünlerinin 1/3’ü bal arılarının gerçekleştirdiği tozlaşma sayesinde soflarımıza kadar gelmektedir. Yoğun pestisit kullanımı bal arısı ve diğer tozlaştırıcı gruplarının varlığını tehlikeye sokmaktadır. Pestisitleri belki tarım uygulamalarından tamamıyla kaldırmak şimdilik mümkün görünmese de yukarıda bahsedildiği gibi uygun koşullardaki pestisit kullanımı arı ve diğer tozlaştırıcıların ölümlerinin önüne geçebilecektir.

**KAYNAKLAR**

- Aguilar, R., Ashworth, L., Galetto, L., & Aizen, M. A. (2006). Plant reproductive susceptibility to habitat fragmentation: review and synthesis through a meta-analysis. *Ecology letters*, 9(8), 968-980.
- Ansari, M. S., Moraiet, M. A., & Ahmad, S. (2014). Insecticides: impact on the environment and human health. In *Environmental deterioration and human health* (pp. 99-123). Springer, Dordrecht.
- Aufauvre, J., Misme-Aucouturier, B., Viguès, B., Texier, C., Delbac, F., & Blot, N. (2014). Transcriptome analyses of the honeybee response to *Nosema ceranae* and insecticides. *PLoS One*, 9(3), e91686.
- Belzunces, L. P., Tchamitchian, S., & Brunet, J. L. (2012). Neural effects of insecticides in the honey bee. *Apidologie*, 43(3), 348-370.
- Calderone, N. W. (2012). Insect pollinated crops, insect pollinators and US agriculture: trend analysis of aggregate data for the period 1992–2009. *PloS one*, 7(5), e37235.
- Caliani, I., Campani, T., Conti, B., Cosci, F., Bedini, S., D'Agostino, A., ... & Casini, S. (2021). Multi-biomarker approach and IBR index to evaluate the effects of different contaminants on the ecotoxicological status of *Apis mellifera*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 208, 111486.
- Cane, J. H., & Tepedino, V. J. (2001). Causes and extent of declines among native North American invertebrate pollinators: detection, evidence, and consequences. *Conservation Ecology*, 5(1).
- Chen, Y., Evans, J. D., Smith, I. B., & Pettis, J. S. (2008). *Nosema ceranae* is a long-present and wide-spread microsporidian infection of the European honey bee (*Apis mellifera*) in the United States. *Journal of invertebrate pathology*, 97(2), 186-188.
- Ciarlo, T. J., Mullin, C. A., Frazier, J. L., & Schmehl, D. R. (2012). Learning impairment in honey bees caused by agricultural spray adjuvants. *PLoS One*, 7(7), e40848.
- Desneux, N., Decourtye, A., & Delpuech, J. M. (2007). The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. *Annu. Rev. Entomol.*, 52, 81-106.



- Devillers, J., & Pham-Delègue, M. H. (Eds.). (2002). Honey bees: estimating the environmental impact of chemicals. CRC Press.
- Gallai, N., Salles, J. M., Settele, J., & Vaissière, B. E. (2009). Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological economics*, 68(3), 810-821.
- Hassall, K. A. (1990). *Biochemistry and uses of pesticides*. Macmillan Press Ltd.
- IPBES, 2016. Thematic Assessment on Pollinators, Pollination and Food Production (Deliverable 3(a)): Individual Chapters and Their Executive Summaries (Annex to document IPBES/4/INF/1/Rev.1).
- Jensen, H. K., Konradsen, F., Jørs, E., Petersen, J. H., & Dalsgaard, A. (2011). Pesticide use and self-reported symptoms of acute pesticide poisoning among aquatic farmers in Phnom Penh, Cambodia. *Journal of toxicology*, 2011.
- Johnson, R., & Corn, M. L. (2015). Bee health: the role of pesticides.
- Kennedy, C. M., Lonsdorf, E., Neel, M. C., Williams, N. M., Ricketts, T. H., Winfree, R., ... & Kremen, C. (2013). A global quantitative synthesis of local and landscape effects on wild bee pollinators in agroecosystems. *Ecology letters*, 16(5), 584-599.
- Kiljanek, T., Niewiadowska, A., & Posyniak, A. (2016). Pesticide poisoning of honeybees: a review of symptoms, incident classification, and causes of poisoning. *Journal of Apicultural Science*, 60(2), 5.
- Klein, A. M., Vaissiere, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C., & Tscharntke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the royal society B: biological sciences*, 274(1608), 303-313.
- Krupke, C. H., Hunt, G., & Foster, R. E. (2012). *Beekeeping—Protecting honey bees from pesticides*. Purdue Extension.
- Krupke, C. H., Hunt, G. J., Eitzer, B. D., Andino, G., & Given, K. (2012). Multiple routes of pesticide exposure for honey bees living near agricultural fields. *PLoS one*, 7(1), e29268.

- Meixner, M. D. (2010). A historical review of managed honey bee populations in Europe and the United States and the factors that may affect them. *Journal of invertebrate pathology*, 103, S80-S95.
- Miao, J., Wang, D., Yan, J., Wang, Y., Teng, M., Zhou, Z., & Zhu, W. (2017). Comparison of subacute effects of two types of pyrethroid insecticides using metabolomics methods. *Pesticide biochemistry and physiology*, 143, 161-167.
- Nakamura, Y., Tonogai, Y., Tsumura, Y., & Ito, Y. (1993). Determination of pyrethroid residues in vegetables, fruits, grains, beans, and green tea leaves: applications to pyrethroid residue monitoring studies. *Journal of AOAC International*, 76(6), 1348-1361.
- Narahashi, T., Zhao, X., Ikeda, T., Salgado, V. L., & Yeh, J. Z. (2010). Glutamate-activated chloride channels: unique fipronil targets present in insects but not in mammals. *Pesticide biochemistry and physiology*, 97(2), 149-152.
- Noi, A. D., Casini, S., Campani, T., Cai, G., & Caliani, I. (2021). Review on sublethal effects of environmental contaminants in honey bees (*Apis mellifera*), knowledge gaps and future perspectives. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(4), 1863.
- Ollerton, J., Winfree, R., & Tarrant, S. (2011). How many flowering plants are pollinated by animals?. *Oikos*, 120(3), 321-326.
- Ollerton, J., Erenler, H., Edwards, M., & Crockett, R. (2014). Extinctions of aculeate pollinators in Britain and the role of large-scale agricultural changes. *Science*, 346(6215), 1360-1362.
- Perveen, F. K. (Ed.). (2012). *Insecticides: pest engineering*. BoD—Books on Demand.
- Pettis, J. S., Vanengelsdorp, D., Johnson, J., & Dively, G. (2012). Pesticide exposure in honey bees results in increased levels of the gut pathogen *Nosema*. *Naturwissenschaften*, 99(2), 153-158.
- Pettis, J. S., Lichtenberg, E. M., Andree, M., Stitzinger, J., Rose, R., & Vanengelsdorp, D. (2013). Crop pollination exposes honey bees to pesticides which alters their susceptibility to the gut pathogen *Nosema ceranae*. *PloS one*, 8(7), e70182.
- Potts, S. G., Imperatriz-Fonseca, V., Ngo, H. T., Biesmeijer, J. C., Breeze, T. D., Dicks, L. V., ... & Vanbergen, A. J. (2016). The assessment report on pollinators,

pollination and food production: summary for policymakers. Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.

- Powney, G. D., Carvell, C., Edwards, M., Morris, R. K., Roy, H. E., Woodcock, B. A., & Isaac, N. J. (2019). Widespread losses of pollinating insects in Britain. *Nature communications*, 10(1), 1-6.
- Raghavan, V. (2000). Megasporogenesis and Formation of the Embryo Sac. In *Developmental Biology of Flowering Plants* (pp. 216-227). Springer, New York, NY.
- Sánchez-Bayo, F., Goulson, D., Pennacchio, F., Nazzi, F., Goka, K., & Desneux, N. (2016). Are bee diseases linked to pesticides?—A brief review. *Environment international*, 89, 7-11.
- Sanford, M. T. (1983). Protecting honey bees from pesticides. Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida.
- Seibold, S., Gossner, M. M., Simons, N. K., Blüthgen, N., Müller, J., Ambarlı, D., ... & Weisser, W. W. (2019). Arthropod decline in grasslands and forests is associated with landscape-level drivers. *Nature*, 574(7780), 671-674.
- Silva, V., Mol, H. G., Zomer, P., Tienstra, M., Ritsema, C. J., & Geissen, V. (2019). Pesticide residues in European agricultural soils—A hidden reality unfolded. *Science of the Total Environment*, 653, 1532-1545.
- Simon-Delso, N., San Martin, G., Bruneau, E., Minsart, L. A., Mouret, C., & Hautier, L. (2014). Honeybee colony disorder in crop areas: the role of pesticides and viruses. *PloS one*, 9(7), e103073.
- Soderlund, D. M., Clark, J. M., Sheets, L. P., Mullin, L. S., Piccirillo, V. J., Sargent, D., ... & Weiner, M. L. (2002). Mechanisms of pyrethroid neurotoxicity: implications for cumulative risk assessment. *Toxicology*, 171(1), 3-59.
- Soderlund, D. M. (2010). Toxicology and mode of action of pyrethroid insecticides. In *Hayes' handbook of pesticide toxicology* (pp. 1665-1686). Academic Press.
- Thompson, H. M. (2010). Risk assessment for honey bees and pesticides—recent developments and ‘new issues’. *Pest Management Science*, 66(11), 1157-1162.

- Van der Sluijs, J. P., Simon-Delso, N., Goulson, D., Maxim, L., Bonmatin, J. M., & Belzunces, L. P. (2013). Neonicotinoids, bee disorders and the sustainability of pollinator services. *Current opinion in environmental sustainability*, 5(3-4), 293-305.
- Vasiliev, D., & Greenwood, S. (2020). Pollinator biodiversity and crop pollination in temperate ecosystems, implications for national pollinator conservation strategies: Mini review. *Science of The Total Environment*, 140880.
- Vidau, C., Diogon, M., Aufauvre, J., Fontbonne, R., Viguès, B., Brunet, J. L., ... & Delbac, F. (2011). Exposure to sublethal doses of fipronil and thiacloprid highly increases mortality of honeybees previously infected by *Nosema ceranae*. *PloS one*, 6(6), e21550.
- Wu, J. Y., Smart, M. D., Anelli, C. M., & Sheppard, W. S. (2012). Honey bees (*Apis mellifera*) reared in brood combs containing high levels of pesticide residues exhibit increased susceptibility to *Nosema* (Microsporidia) infection. *Journal of invertebrate pathology*, 109(3), 326-329.



## BÖLÜM 14

### BİNGÖL İLİ BALIK FAUNASI TANI ANAHTARI

Dr. Mehmet ULUPINAR <sup>1</sup>, Müh. Tacettin YILDIRIM <sup>2</sup>

Prof. Dr. Mustafa KOYUN <sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Su Ürünleri Bölümü, Bingöl, Türkiye.  
mehmetulupinar67@hotmail.com

<sup>2</sup> Tarım ve Orman Bakanlığı, Elazığ İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Hayvan Sağlığı ve Su Ürünleri Şube Müd., Elazığ, Türkiye. t.yildirim@hotmail.com

<sup>3</sup> Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Bilecik, Türkiye. mustafa.koyun@bilecik.edu.tr



## 1. GİRİŞ

Ülkemizin biyolojik zenginliklerinden olan tatlısu faunası, usulsüz yöntemlerle (dinamit, elektrik şoku, sönmemiş kireç, zehirleme) zamansız, aşırı ve üreme periyoduna dayalı avcılık, tatlısu kaynaklarına predatör balıkların aşılması, çevre kirliliği ve barajların mevzuata uygun yapılmaması gibi faktörlerden dolayı yıllar itibariyle sürekli değişime uğramaktadır. Bunun sonucunda, bir yandan endemik türlerimiz yok olurken, bir yandan da işgalci türler belirmiştir. Özellikle göç yolları bırakılmayan barajlar, balık göçlerini engellemekte ve egzotik türlerin azalmasına ya da tamamen kaybolmasına sebep olarak önceden var olup, sonraki yıllarda aynı habitat ta görülmemesine neden olmaktadır. Dolayısıyla, özellikle sürdürülebilir balıkçılık faaliyetleri için su kaynaklarımızın biyolojik çeşitliliğinin bilinmesi ve elimizdeki bilgilerin sürekli güncellenmesi oldukça büyük önem taşımaktadır. Türkiye tatlı su balık faunası üzerinde şimdiye kadar gerek yerli ve gerekse yabancı araştırmacılar tarafından yapılmış birçok çalışmalar bulunmakla beraber, bu çalışmaların pek azı Doğu ve Güneydoğu Anadolu Tatlısu balıklarını kapsamaktadır. Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde yapılan önemli çalışmalar 1940'lı yıllardan sonra başlamış olup; Sözer (1941), Hazar Gölü'nden toplanan Cyprinodontidae familyasına dâhil yeni bir cins ve tür (*Kosswigichthys asquamatus*) tayin etmiş; Battalgil (1944), Hazar Gölü'nden (Elazığ) toplanılmış Cyprinidae familyasına ait üç yeni tür ile bir yeni alttür tespit etmiş; Kuru (1971 ve 1975) Dicle ve Fırat havzasında 32 tür ve alttür belirlemişler; Kelle (1978), "Dicle



Nehri ve Kollarında Yaşayan Balıklar Üzerinde Sistemik ve Ekolojik Araştırmalar” yapmış; Kuru (1971), Hazar Gölü’nde 5 tür tespit etmiş; Ekingen ve Sarıeyyüpoğlu (1981), Çolak (1982), Bogutskaya (2003) ile Yıldırım ve ark. (2011) Keban Baraj Gölü’nde bulunan balık türleri”ni araştırmış olup, son çalışmada Yıldırım ve ark. (2011) 7 familyaya ait 28 tür tespit etmişler; Ekingen ve Erbuca (1993), Elazığ yöresi balıkları tanı anahtarını hazırlamışlar; Geldiay ve Balık (1988) sınırlı sayıda balık üzerinde Murat Nehri balık faunası çalışmışlar; Ünlü (1999), *Cyprinion macrostomus* ve *C. kais*’in taksonomisi ve dağılışı üzerinde çalışmışlar; Ulupınar ve ark. (2014), Murat Nehri’nin Bingöl ili sınırları içerisinde kapsamlı bir çalışma yaparak 6 familyaya ait 26 takson tespit etmişler; Çiçek ve ark. (2015) ise, Türkiye Tatlısu balıkları listesini revize etmişlerdir. Yapılan çalışmalara rağmen, bazı familyaların genus ve türleri üzerindeki tartışmalar hala devam etmekte olup, bir çok tür daha önce bilinenden farklı bir genusa dahil edilmektedir. Örneğin, *Nemacheilus angorae* türünün Aras Irmağındaki lokal tipi Banarescu ve ark. (1978) tarafından *Orthrias angorae araxensis* olarak adlandırılmıştır. Bănărescu ve Nalbant (1966), Orumiyeh Gölü’nden temin ettikleri örnekleri *Nemacheilus* (= *Oxyneomacheilus*) *persa* (*qv*) olarak tanımlar. Fakat Abdurakhmanov (1962) ve Saadati (1977) onları *B. angorae*’ye yakın bulur. Aynı araştırmacılar, *B. angorae araxensis* türünün *B. angorae angorae*’den daha koyu renkli olup herhangi bir şerite sahip olmadığını belirtmişlerdir. Fırat nehri balık türlerinden olmasına rağmen, zaten IUCN verilerine göre de nesli kritik derecesinde tehlike altındaki türler arasında olan *Luciobarbus*

*subquincunciatus* (Coad, 2009) (Şekil 1) türüne Bingöl ili sınırları içerisinde kalan Murat Nehri ve kollarında yapılan son çalışmalarda tespit edilememiştir (Ulupınar ve ark. 2014).



**Şekil 1.** *Luciobarbus subquincunciatus* (Coad, 2009) (komando balığı).

Görüleceği gibi, bu bölgedeki balıkların morfolojik karakterlerine bakılarak yapılan sistematik çalışmalarda tartışmalı hususlar bulunmaktadır. Dolayısıyla, bu tip çalışmaların yapılmasında ve sürekliliğinde büyük zaruret bulunmakta, hatta bu çalışmaların moleküler teknikler ve karyotip çalışmalarıyla desteklenmesi gerekmektedir. Bununla beraber. Bu çalışma Bingöl balıkları üzerine yapılmış en son ve en kapsamlı çalışmadır.

## 2. BİNGÖL İLİ BALIK TÜRLERİ

### 2.1.. Bingöl İli Balıklarının Sistematığı

**Regnum** : ANİMALİA

**Phylum** : CHORDATA

**Subphylum** : VERTEBRATA

**Superclassis:** GNATHOSTOMATA

**Gradus** : PISCES

**Sbgradus** : TELEOSTOMİ

**Classis** : OSTEİCHTHYES

**Subclassis** : ACTİNOPTERYGİİ

**Superordo** : TELEOSTEİ

**Order** : SYNBRANİİFORMES

**Familya** : Mastacembelidae

**Genus:** Mastacembelus

**Species:** *M. mastacembelus* (Bank and Solander,1794) (Dikenli yılan b.)

**Order** : SİLURIFORMES

**Familya** : Bagridae

**Species:** *Mystus pelusius* (Solander, 1794) (Kedi balığı, Tigris mystus)

Syn. *Bagrus halepensis* (Cuvier & Valenciennes, 1840)

Syn. *Macrones colvillii* (Günther, 1874)

**Order** : CYPRİNİFORMES

**Familya** : Cyprinidae

*Acanthobrama marmid* (Heckel, 1843) (Tahta b., Akçapak balığı, Tigris bream)

*Alburnus mossulensis* (Heckel, 1843) (Tatlısu gümüş balığı, Mossul bleak)

*Alburnoides bipunctatus* (Hekel,1843)

*Barbus gyrpus* (Heckel, 1843) (Bıyıklı balık, Şabut, Tigris barbel)

*Barbus lacerta* (Heckel, 1843) (Bıyıklı b., Ğerc)

*Luciobarbus xanthopterus* (Heckel, 1843) (Maya balığı, Mari, Yellowfin barbel)

*Luciobarbus esocinus* (Heckel, 1843) (Cero, Pike barbel)

*Luciobarbus mystaceus* (Pallas, 1814) (Maya b., Sirink,Sürdüm, Euphrates barbel)

*Capoeta trutta* (Heckel, 1843) (Lekeli siraz b., Karabalık, trout barb)

*Capoeta tinca* (Heckel, 1843) (Siraz, Bırık)

*Capoeta umbla* (Heckel, 1843) (Siraz, Zerde)

*Carassius gibelio* (Bloch, 1782) (Havuz b.)

*Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) (Kababurun, King nase)

*Cyprinus carpio* (L., 1758) (Sazan, Meğ, Common carp)

*Garra rufa* (Heckel, 1843) (Vantuzlu b., kaya b., yağlı b., marmasi, Red garra)

*Garra variabilis* (Heckel, 1843) (Yapışkan b., Beni b., Variable garra)

*Cyprinion macrostomun* (Heckel, 1843) (Beni b., gaması, Tigris kingfish)

*Squalius cephalus* (L., 1758) (Tatlı su kefali, Kep, European chub)

#### **Familya : Balitoridae**

*Oxynemacheilus angorae* (Steindachner, 1897) (Çamur b., Angora loach)

*Nemacheilus insignis* (Heckel, 1843) (Çöpçü balığı, Syrian loach)

*Paracobitis tigris* (Heckel, 1843) (Çöpçü balığı)

#### **Familya : Cobitidae**

*Cobitis elazigensis* (Coad ve Sarıeyyüboğlu, 1988) (Taş yiyen b.,Tigris spined loach)

**Familiya : Sisoridae**

*Glyptothorax kurdistanicus* (Berg, 1931) (Vantuzlu yayın b., Iran cat)

*Glyptothorax armeniacus* (Berg, 1931) (Dikenli küçük yayın b.)

**2.2. Bingöl İli Balıklarının Özellikleri**

**2.2.1. Order : SYNBRANİİFORMES**

**2.2.1.1. Familiya : Mastacembelidae**

**2.2.1.1.1. *Mastacembelus mastacembelus* (Bank & Solander, 1794) (Şekil 2)**

a)



b)



c)



d)



**Şekil 2.a)** *Mastacembelus mastacembelus* (Bank & Solander, 1794) dış morfolojisi, **b)** ağız yapısı, **c)** dorsal yüzgeçlerinin ön kısmında serbest dikenler ve **d)** iç organları.

**İlk Bulunuş Yeri (Terra typica):** Halep, **Türkçe:** Dikenli yılan b.,

**İngilizce:** Spiny Eel

**Diagnostik Özellikler:** **D** XXXII-XXXIV (XXXIII), 73-83; **A** III, 76-82; **P** 20-22

Kuru (1975)'e göre, “Dikenli Yılan Balıkları” da denilen Mastacembelidae familyası üyelerinin özellikleri; Ağız ve solungaç yapısı, ventral yüzgeçlerin bulunmaması, iç organlarının anatomisi, yaşayış tarzları ve bütün davranışları yılan balıklarına benzemesine rağmen, dorsal yüzgeçlerinin ön kısmında serbest dikenlerin bulunmasıdır. Bu türün sırt yüzgecinin önünde, birbirinden bağımsız 32-34 adet, anal yüzgecin önünde ise 3 adet sivri dikenleri, 2 adet plorik uzantıları ve tek loplu basit bir hava keseciği vardır. Vücutta baştan kuyruğa kadar açık kahverengi zemin üzerinde dorso-ventral uzanan 18-22 civarında siyahımsı geniş bantlar bulunur (açıklı-koyulu hatlar hemen hemen aynı genişlikte veya açık hatlar daha geniştir). Dorsal, anal ve kaudal yüzgeçler birleşmiştir. Burun uzun ve esnektir. Üst çene alt çeneden uzundur ve uç kısmı hortum şeklinde uzayarak çatallaşmıştır. Alt çene ise çok az hareketlidir. Bıyık yoktur. Periton siyah, bağırsaklar kısadır. Vücut ince uzun yapılı olup, max. vücut yüksekliği, standart boyun 13-14'te biridir. Boyu 120 cm kadar olabilmektedir. Genellikle vejetasyonu bol olan çamurlu, kumlu zeminler üzerinde yaşarlar. Gündüzleri, Murat Nehri'nin geniş ve az akıntılı olduğu yerlerinde, bolca bulunan bitkiler arasına saklanır veya dip çamurları içine gömülürler, geceleri ise yuvalarından çıkarak beslenirler.

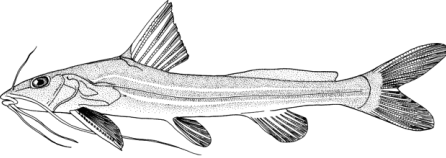
**2.2.2. Order : SİLURIFORMES**

**2.2.2.1. Familya : Bagridae**

**2.2.2.1.1. *Mystus pelusius* (Solander, 1794) (Şekil 3)**



a)



b)

**Şekil 3. a) *Mystus pelusius* (Solander, 1794) dış morfolojisi ve**

**b) çizimi.**

**İlk bulunuş yeri (Terra typica) : Dicle Türkçe : Kedi balığı**

**Diagnostik Özellikler: D I-II, 7-8; A I-II, 6-10; P I-II, 5-8; V I, 5-7**

**Sol.yay.dik. : 10 -14**

Pulsuz olup, vücut hafifçe yanlardan, baş ise dorso-ventral olarak basıktır. Gözler büyük ve yanlarda, sırtta yakındır. Ağız kısmen ventral olup, çenelerde gayet iyi gelişmiş maksil ve vomer dişleri bulunur. Üç çift bıyık vardır. En uzun bıyık çifti geriye doğru yatırıldığında ventral yüzgeçlerin başlangıcını geçer. Ancak, burun deliğinin hemen yanında bıyığı andıran iki uzantı daha bulunur. Sırt yüzgecinde iyi gelişmiş ve kısa olan 1-2 adet diken ışın ve 7-8 adet dallanmış ışın vardır. Sırt ve göğüs yüzgeçlerinin ilk ışınları kemikleşmiş olup, testere şeklinde

dişler bulunur. Büyükçe bir yağ yüzgecine sahiptir. Ventral yüzgeçler dorsal yüzgecin gerisinden başlar. Hava keseleri büyük ve serbesttir. Max. vücut yüksekliği standart boyun 5-6'da biri kardır. Uzunluğu 25 cm kadardır. Açık zeytin yeşili ve kısmen esmerimsi olup, yan tarafında birbirlerine paralel olarak uzanan, biri yan hat üstünde, diğeri altında, üçüncüsü de yan hatboyunca uzanan üç adet açık renk bant bulunur. Yan kollarda hiç rastlanmayan bu türe, Murat Nehri'nin yavaş akan, geniş ve derin, çakıllı ve kıyıya yakın bol bitkili alanlarında, Keban Baraj Gölü'ne yakın bölgelerinde rastlanmaktadır. Çok az sayıda olup, ekonomik değildir.

### 2.2.3. Order : CYPRİNIFORMES

#### 2.2.3.1. Familya : Cyprinidae

Bu familyanın Türkiye'de 30 cins ve 78 kadar tür ve alttürü yaşamaktadır (Geldiay ve Balık, 2007). Bu familyanın Güneybatı Asya cyprinid türleri için kullanılan *Varicorhinus* (Rüppell, 1836) genusu, *Capoeta* (Valenciennes, 1842)'nin sinonimidir (Karaman, 1969 ve URL3). **Capoeta** genusu üyeleri ise; sırt yüzgecinin en sondaki sert ışını denticulatedir (düzgün değildir); dar, rostrumun en üst kenarının sadece küçük bir kısmını çevreleyen lachrymal kemiğine sahiptir; yandan basık, orta uzunlukta bir boydadır; küçük ve orta büyüklükte pullara; yanal çizgide 37-99 adet pula ve anal yüzgeç tabanında pullara sahiptirler.



### 2.2.3.1.1. *Capoeta umbla* (Heckel, 1843) ( Şekil 4)

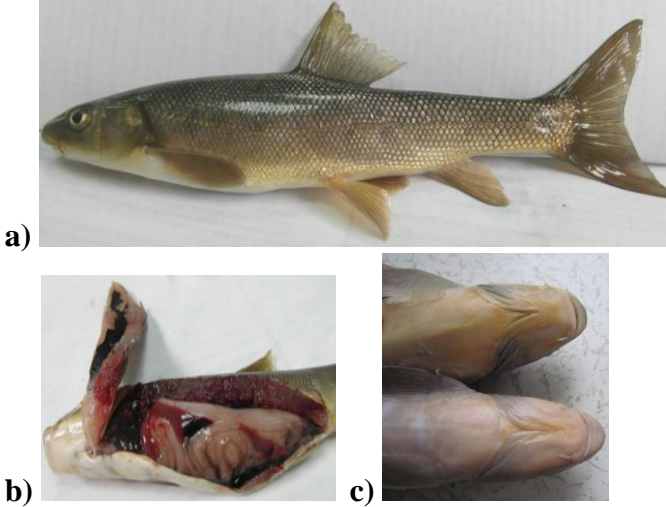
**İlk bulunuş yeri (Terra typica) :** Musul **Türkçe:** Siraz balığı, Zerde

**Diagnostik Özellikler:** D III, 10; A III, 5; P I,17; V I-III, 5-8

**L. lateral:** 77-91 **L. trans. :** 20-21/11-23 **Sol. yay. dik. :** 17-20

**Farinks dişleri :** 4.3.2-2.3.4

Dorsal yüzgecin 3. basit ışını az gelişmiş, esnek olup, arka kenarında dişçikler mevcuttur. Vücut üzerinde siyah noktalar bulunmaz. Burun küt olup, ağız büyük ve enine yarıklıdır. Operkulumun altında ve 4. solungaç yaylarının gerisindeki farinks dişleri kaşık şeklinde, kesik uçludur. Omur şeridinin ilk 4 omuru birbiriyle kaynaşmış olup, mide civarında plorik çekumlar bulunmaz.

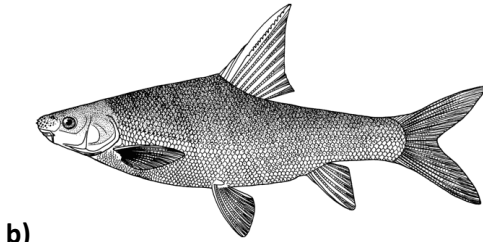
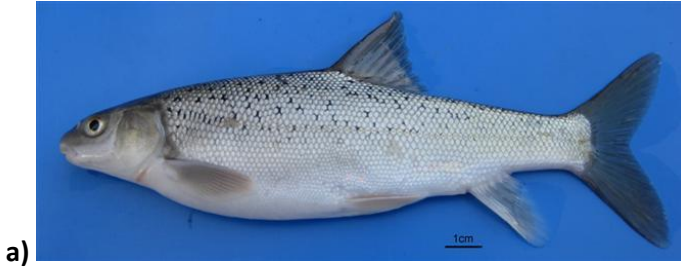


**Şekil 4. a)** *Capoeta umbla* (Heckel, 1843) dış morfolojisi,

**b)** iç organları, **c)** *C. tinca* iki çift bıyık (üstte), *C. umbla* bişr çift bıyık (Altta).

Peritonu siyah olup, çok uzun ve sarmal bağırsaklara sahiptir. Renk sırtta koyu esmer, yanlarda kahverengi sarı olup, karın bölgesi ise genellikle kirli beyaz görünümündedir. Vücut az çok silindirik yapıda, kısmen yanlardan basık olup vücut gayet küçük pullarla örtülüdür (Geldiay ve Balık, 2007). Uzunluğu 45 cm kadar olabilir. Standart boy, max. vücut yüksekliğinin 4.4 katıdır. Dudaklar boynuzsu sert bir deri ile örtülüdür. Ağız köşelerinde bir çift küçük bıyık vardır.

### 2.2.3.1.2. *Capoeta trutta* (Heckel, 1843) (Şekil 5)



Şekil 5. a) *Capoeta trutta* (Heckel, 1843)'in dış morfolojisi v b) çizimi.

**İlk bulunuş yeri (Terra typica) :** Halep, Musul

**Türkçe:** Karabalık **İngilizce:** Trout barb, milk fish, Longspine scraper

**Diagnostik Özellikler:** D III-IV, 7-9 (8); A II-III, 5-9; P I-II, 12-14; V I, 7-8

**L. lateral:**74–88 (68-90)    **L.trans.:** 15-18/10-17

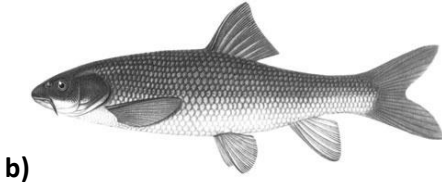
**Sol. yay. dik.:** 18-25 (alt kolda)

**Farinks dişleri:** 2.3.4-4.3.2      **Toplam omur sayısı:** 43-46

Dorsal yüzgecin sonuncu (3.) sert ışınının çok fazla gelişmiş olması (kemikleşmiş ve arka kenarı boyunca çok kuvvetli 23-31 adet dişler taşması, baştan daha uzun olup, yumuşak ışınların yaklaşık 2 katı kadar olması) bu türü diğerlerinden kolaylıkla ayırır. Vücut yanlardan yassılaştı ve yüksek yapılıdır. Küçük pullu ve enine ağızlıdır. Peritoneum ise koyu kahverengi- siyahtır. Standart boy, max. vücut yüksekliğinin 3-4 katıdır. Ağız küçük ve ventral konumda olup, köşelerinde bir çift (göz çapından kısa) bıyık vardır. Burun sivri olup, renk gri kahverengidir. Pelvik yüzgecin tabanında aksiller pul vardır. Kuyruk yüzgeci derin çatallı olup lopları sivridir. Ayrıca, bu türü siraz'dan ayıran en önemli özellik ise baş, gövde, dorsal yüzgeç ve bazen kuyruk yüzgecinde (L. Lateralin üst tarafında) düzensiz olarak dağılmış ayırt edilebilir küçük siyah ("c" veya "x" şeklinde) benekler bulunur. Dorsal ve anal yüzgeçler gri veya şeffaftır. Dorsalin önündeki sırt bölgesinde pulsuz bir karina vardır. Bingöl akarsularında yoğun olarak mevcut olan bir türdür. Eti lezzetli olduğundan insan gıdası olarak kullanılan ekonomik bir tür olup, uzunluğu 50 cm kadardır. Diatomları, yeşil algleri ve büyük miktarlarda kum tüketirler. Erkekler 2 yaşında ve dişiler 3 yaşında cinsi olgunluğa ulaşır. Üreme dönemi Nisan – Temmuz (ekseri Mayıs-Haziran) ayları arasındadır (Geldiay ve Balık, 2007). Büyük olan bireyler sığ alanlara yumurtalarlar, küçük

bireyler ise genellikle akarsulara kumlu zeminlere yumurtalarını bırakırlar.

### 2.2.3.1.3. *Capoeta tinca* (Heckel, 1843) (Şekil 6)



Şekil 6.a) *Capoeta tinca* (Heckel, 1843) dış morfolojisi ve b) çizimi

**Türkçe adı:** Siraz

**Diagnostik Özellikler:** D III, 7 (8); A III, 5; P I, 18-19; V I- II, 8-9

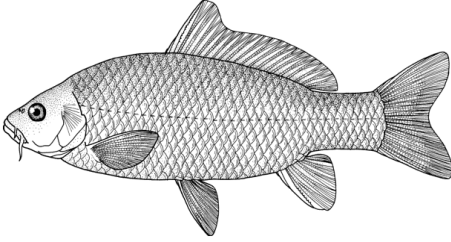
**L. lateral:** 64-80

**L. trans. :** (12) 13–15/(9) 10–12 (13)      **Standart boy/ Baş boyu =**  
4,5–4,8

Vücut yuvarlak, pullar nispeten küçüktür. Bıyıklar iki çifttir, önde olanlar gözün ön kenarına kadar ulaşmaz, arkada olanlar ise gözün gerisinden indirilen düşey çizgiye kadar uzanır. Sırt yüzgecinin dallanmamış en uzun şuasının (sonuncu basit ışınının) posterior kenarının 2/3'ünde küçük dişcikler vardır, uç kısmı ise ince ve çok yumuşaktır. Göğüs yüzgeçleri uzun ve hafifçe yuvarlaklaşmıştır. Sırt yüzgecin önünde az çok belirgin karina vardır. Göğüs yüzgeçleri uzun

ve hafifçe yuvarlaklaşmıştır. Ağız altta ve at nalı şeklinde olup, dudaklar iyi gelişmemiştir. Gözler küçüktür ve burun deliklerine oldukça yakındır. Ağız köşelerinden çıkan bıyık, daima burun ucundan çıkan bıyıktan daha uzundur, aşağı-yukarı göz çapına eşittir. Yan çizginin üst kısmı siyahımsı gri, alt kısımda ise kirli-gümüşü renktedir (veya sarı-beyaz karışımıdır). Maksimum uzunluk 36 cm. Maksimum ağırlık 1 kg. Üreme zamanları Nisan-Temmuz arasındır.

#### 2.2.3.1.4. *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) (Şekil 7)



**Şekil 7.a)** *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) dış morfolojisi ve **b)** çizimi

**İlk bulunuş yeri (Terra typica) :** Avrupa

**Türkçe:** Aynalı (pullu) sazan **İngilizce:** Mirror / Scaled carp, common carp

**Diagnostik Özellikler:** **D** II-V (III),14-23 (18-20); **A** II-IV (III), 3-6 (5); **P** II, 13-19; **V** II,7-9 (8)

**L. lateral:** 36-39 **L. trans.:** 7-8 **Sol. yay. dik.:** 23-30 **Farinks dışleri :** 1.1.3-3.1.1

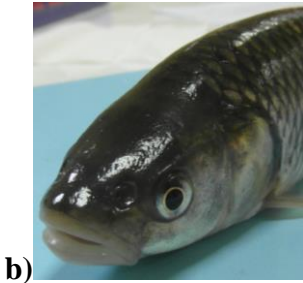
**Omur sayısı:** 32-39 (Weber omurları dahil edilmediğinde daha az)

Vücut az çok uzanmış ve oval şekilli olup, genellikle büyük pullarla örtülüdür. Standart boy, max. vücut yüksekliğinin yaklaşık 2.2 katıdır. Baş uzunluğu yaklaşık vücut yüksekliğine eşit olup, pulsuzdur. Burun yuvarlak olup, vantuz ve rostral kapak yoktur. Ağız terminal olup, dudaklar iyi gelişmiş ve etlidir, Üst dudakta iki çift bıyık bulunur. Dorsal yüzgeç oldukça uzun, ön kısmı yüksektir. Dorsal ve anal yüzgeçlerin sonuncu (3.) basit ışınlarının arka kenarları testere dişi gibi tırtıklıdır. Anal yüzgeç kısadır. Bağırsak ise orta uzunlukta olup birkaç adet rulo oluşturarak uzunlamasına bir yapı göstermektedir. Yabani sazan tamamen pullarla kaplı olmakla beraber, özellikle pul örtüsü yönünden bir çok varyetelere ayrılmıştır. Örneğin; vücudu tamamen iri pullarla örtülü olup, pektoral yüzgeçler arkaya doğru yatırıldığında dorsalin ön tarafını biraz geçen ve dorsal yüzgeç ile anal yüzgecin bitiş noktası aynı hizada olanına “Pullu sazan”; pul sayısı iyice indirgenmiş olup, dorsal yüzgecin etrafında, solungacın hemen arkasında ve karın bölgesinde gelişi güzel dağılmış iri ve parlak pulların olduğu ve vücudun büyük bölümü pulsuz olanına “Aynalı sazan” adı verilmektedir. Deri sazanı ise pullardan tamamen yoksundur. Dişilerin vücut yüksekliği ile karın-göğüs yüzgeçleri arası ve karın- anüs yüzgeçleri arası mesafe erkeklere nazaran daha fazladır. Erkeklerde dorsal ve anal yüzgeçler daha yüksek, anal yüzgeç taban uzunluğu daha fazla, pektoral yüzgeç ve kuyruk yüzgeci lobları daha

uzundur. Üreme zamanı Nisan–Haziran ayları arasındadır. Sığ sulardaki yumuşak bitkili alanlarda bolca bulunurlar. Durgun suları tercih ederler fakat orta hızda akışlı ova nehirlerinin daha aşağı seviyelerinde ve zaman zaman hızı 2 m/sn’yi aşan sularda da bulunur. Sık sık yosunlar üzerinde besleniyorken veya güneşlenirken sırt yüzgeçleri su yüzeyinde görünebilir.

#### 2.2.3.1.5. *Squalius cephalus* (Smitt, 1895) (Şekil 8)

(Syn. *Leuciscus cephalus* Linnaeus, 1758)



Şekil 8.a) *Squalius cephalus* (Smitt, 1895) dış morfolojisi ve

b) ağız yapısı.

**İlk bulunuş yeri:** Avrupa, **Türkçe:** Tatlısu kefali , **İngilizce:** Chub, white fish

**Diagnostik Özellikler:** **D** II (III), 7-9 (8); **A** II (III), 7-10 (8-9); **P** I, 15-17 (15); **V** I-II, 8

**L. lat.:** 42-48 **L. trans.:** 7-8/3-4 **Sol.yay.dik.:** 7-12 **Farinks dış.:**

2.5-5.2 **Omur sayısı:** 40-46

Bogutskaya (2002), çok sayıda toplam omura (genellikle 40'dan daha fazla, 48'e kadar) sahip olması, çoğunda duyuşal sefalik gözeneklerin sayısının artmış olması (supraorbital kanalda 12-20'ye kadar), 4. ve 5. infraorbitallerin kaynaşmış ve çok genişlemiş olması, azalmış bir interorbital septumlu basık neurocraniuma sahip olması nedeniyle *Leuciscus cephalus* türünü *Squalius* genusunda yerleştirmiştir. Ünver and Erk'akan (2005) ise, bu türü *Squalius cephalus* ve *Chalcalburnus (=Alburnus) chalcoides* arasında bir hibrid tür olarak kaydetmişlerdir. Vücut kalın yapılı olup, ağız terminal konumludur. Çok düzgün dizilmiş ve kolay dökülen sikloit pullarla örtülüdür. Pulların özellikle posterior kenarları küçük noktalar şeklinde siyah pigment taneleri ile çevrilmiştir (Polat ve Uğurlu, 2007). Ağız büyük, bıyiksız, terminal konumlu ve at nalı görünümündedir. Dudaklar keskin kenarlı olup, keratinleşmiştir ve çok ince yapılıdır. Burun yuvarlak, gözler iridir. Vücut rengi genel olarak gümüşten griye doğru bir renk gösterir. Renk vücudun sırt kısmında koyu olup mavi – yeşil renkte metalik yansımalar gösterir. Operculum, bakır sarısı renklidir. Sırt yüzgeci distali siyahımsıdır. Uçları çengel biçiminde ve içe dönük olan farinks dişlerinin içbükey kenarları tırtıklıdır. Göğüs yüzgecinin ilk 2-3 ışını üzerinde biraz soluk gri pigment vardır. Özellikle sperm dökecek erkeklerde, karın ve anüs yüzgeçlerinin uçları biraz renksiz veya pembemsi renk gösterir. Solungaç dikenleri kısa, kalın, seyrek dizilişli ve sivri uçludur. Anüs yüzgeci yuvarlaktır. Bağırsak uzun “s”



şeklinde. Standart boy, max. vücut yüksekliğinin yaklaşık 3.9 katıdır. Su yüzeyine yakın, büyük gruplar halinde yaşarlar. Temiz ve hızlı akan akarsuları tercih etmesine rağmen göllere ve hatta acı sulara da girerler (Geldiay ve Balık, 2007). Yumurtlama mevsimi nisan-haziran (Mayıs) ayları arasına rastlar. Bu mevsimde özellikle erkeklerin başları üzerinde tüberküller meydana gelir. Eşeyssel olgunluğa 3–4 yaşlarında ulaşır. Yumurtalarını genellikle taşlar ve odun parçaları üzerine yapıştırır. 8-10 yaşına kadar yaşayabilir (Özdemir ve Şen 1986, Ekmekci, 1996). Gıda maddeleri; sinek larvaları, yumuşakçalar, kerevit, küçük balıklar ve kurbağalar gibi küçük organizmalar ile kabuklular, yüksek bitkiler, çift kabuklular, yüksek yapılı bitki parçaları, sazların pulları, Ephemeroptera, Chironomidae, Trichoptera ve *Paracobitis malapterura* kalıntılarıdır.

**Genus *Carassius*:** Eschmeyer (1990), havuz balıkları (goldfishes) olarak ta bilinen *Carassius* Nilsson, 1832 cinsi balıkların; kalın ve yandan basık vücutlu, dorsal ve anal yüzgeçlerin sonuncu sert ışınları ince dişli, uzun sırt ve kısa anal yüzgeçli, ağız küçük ve terminal, dudaklar kalın ve etli, bıyıksız, 1 sıra olan yutak dişleri molariform fakat yandan basık, solungaç dikenleri çok fazla ve pullarının büyük olması ile karakterize edilebileğini belirtmektedir.

### 2.2.3.1.6. *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) (Şekil 9)



Şekil 9. *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) dış morfolojisi .

**İlk bul. yeri (Terra typica):** Avrupa ,**Türkçe:** Havuz b., **İngilizce:** Crucian (Prussian) carp

**Diagnostik Özellikler:** D III, 17-20; A II-III, 6-7; P I, 10; V I, 7-8

**L. lateral:** 26-30 (31'den az) **L. trans. :** 6/5-6 **Sol. yay. dik. :** 37-40

**Farinks dişleri :** 4-4

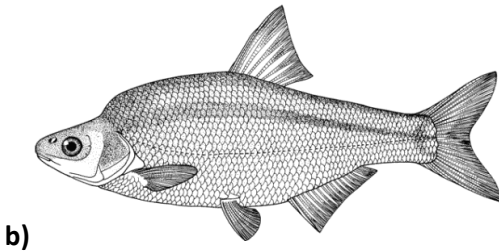
Sırt yüzgeci uzun ve konkavdır. Anal yüzgeç ise kısa olup, bu yüzgecin çok gelişmiş son kemiksi ışınının içe bakan tarafında 2/3'ü testere dişi şeklinde ve belirgin, kalan 1/3'ü ise testere dişi şeklinde az belirgin dişler bulunur. Sırt yüzgecinin 3. sert ışınının serbest kenarı üzerinde 20–34 kadar diş bulunur. Terminal konumlu ve küçük olan ağız, at nalı görünümünde ve bıyık taşımaz. Gövdeyi kaplayan sikloit pullar iridir, kolay dökülür ve küçük siyah pigment taneleri taşır. Max. boy 35 cm kadardır. Solungaç dikenleri kısa, ince, çok sık dizilişli, sivri uçlu ve içe bakan yüzeyleri tırtıklıdır. Standart boy, max. vücut yüksekliğinin ort. 2.5 katıdır. Murat Nerhri'nin Keban Baraj Gölü'ne karıştığı alanlarda küçük bireylerine çok yoğun olarak rastlanmaktadır.

**Genus *Acanthobrama*:** Howes (1991), kemik yapısını dikkate alarak, bu genusu *Rutilus* (Rafinesque, 1820) genusuna dahil etmişse de diğer bir çok araştırmacı (Eschmeyer, 1990) pul, omurga ve anal yüzgeç karakterlerine dayanarak farklı bir genus olarak ele almışlardır. Bu genus; orta büyüklükte, yandan basık derin vücutlu, bıyiksız, radii'leri az olan oldukça küçük pullu, pelvik yüzgeçler ve karın yüzgeçlerinin kaideleri arasında etli bir salma, son dallanmamış dorsal yüzgeç ışınının kalınlaşmış, anal yüzgecin uzun (9-22 dallanmış ışınlı) olması ile karakterize edilir. Farinks dişleri herbir kemer üzerinde tek sıradır ve bağırsakları kısadır.

#### 2.2.3.1.7. *Acanthobrama marmid* (Heckel, 1843)

(Şekil 10)

(Syn. *Acanthobrama arrhada* Heckel, 1843)



Şekil 10.a) *Acanthobrama marmid* Heckel, 1843 dış morfolojisi ve b) çizimi.

**İlk bulunuş yeri (Terra typica) :** Halep **Türkçe:** Akçapak balığı,

Tahta

**İngilizce:** Pseudo / resembling sardine, white / yellow marmid,

Mesopotamian bream

**Diagnostik Özellikler:** **D** III, 7-9; **A** III, 13-22 (15-16); **P** I, 12-18; **V** I-II, 7-9

**L. lateral:** 53-72 (56-78) **L. trans.:** 13-21/7-9 **Farinks dış.:** 5-5

**Toplam solungaç diken sayısı:** 12-17 (üst yayda 2-4, kıvrımda 0-1 ve alt yayda 9-12)

**Toplam omur sayısı:** 38-43

Compressed (yandan basık) vücutlu, bağırsakları kısa, ağız küçük ve terminal konumlu olup bıyıksızdır. Sırt kısmı göz ve solungacın ortasından başlayarak aniden yükselen ve dorsal yüzgece kadar devam eden kubbemsi bir yapı göstermesi ve farinks dişlerinin 5-5 şeklinde olması ile diğer türlerden ayrılır. *Abramis brama*'ya göre anal yüzgeçte daha az dallanmış ışın bulunur ve L. laterladedeki pul sayısı daha fazladır. Pullar küçük ve az ışınlıdır. Dorsal ve anal yüzgeçleri iç bükey, göğüs ve karın yüzgeçlerin hafif dış bükey, kaudal yüzgeçlerin çatallıdır ve lobları sivridir. Vücut genel itibariyle gümüşüdür. Yanlarda, tam ortada iyi ya da az gelişmiş veya sadece arka bölgede belirginleşmiş bir şerit vardır. Pelvik yüzgeçleri parlak kırmızı, anal ve göğüs yüzgeçleri daha az kırmızı, dorsal ve kaudal yüzgeçleri proksimal olarak kırmızımsı, distal olarak ise siyahtır. Pelvik yüzgeçler ve karın yüzgeçlerinin kaideleri arasında etli bir salma bulunur. Standart boy, max. vücut yüksekliğinin 3.3 katıdır. Sırt

yüzgecinin son dallanmamış ışını kalın, sert ve pürüzsüzdür. Boyu 25 cm ve ağırlıkları ise 250–300 g kadar olmaktadır. Murat Nehri'nin geniş olduğu yerlerde, kenarlardaki sığ sularda bulunmaktadır.

**2.2.3.1.8. *Cyprinion macrostomum* (Heckel, 1843)**

(Şekil 11)

(Syn. *Cyprinion macrostomus* Heckel, 1843), (Syn. *C. neglectus* Heckel, 1849)



a)



b)

**Şekil 11.a)** *Cyprinion macrostomum* (Heckel, 1843) dış morfolojisi ve **b)** ağız yapısı.

**İlk bulunuş yeri (Terra typica) :** Halep, Musul

**Türkçe:** Beni balığı, Gamase

**İngilizce:** Largemouth lotak,

Tigris kingfish

**Diagnostik Özellikler:** **D** IV, 12-17 (14-16); **A** III, 6-7 (7); **P** I, 11-15; **V** I, 7-9 (8)

**L. lateral:** 40-48 **L. trans.:** 7-8/3-4 **Sol. yay. dik.:** 27-40 (aşağı kolda 12-16)

**Farinks dişleri :** 2.3.5-5.3.2 veya 2.3.4-4.3.2 **Vertebrae** 40-46

Banarescu ve Herzig-Straschil (1995)'e göre, başlangıçta *macrostomus* olarak adlandırılan bu tür gerçekte *macrostomum*'dur. Musul'daki Dicle Nehri'nde yaşayan *C. neglectus* Heckel 1849 ile sinonimdir. *C. neglectus*'a göre daha az kavisli ve geniş bir ağız kemerine sahiptir. Sırt yüzgeçte 12'den fazla dallı ışın, anal yüzgeçte ise 6 adet dallanmış ışın vardır. Vücut yüzeyi iri pullarla kaplı ve yanlardan kuvvetlice yassılaştırmıştır. Burun küt ve ağız yarım ay şeklindedir. Dorsal yüzgeç içbükey (derin girintili ve loplarmın ucu sivri), ventral yüzgeç ise dış bükeydir. Sırt yüzgecin bitim noktası anal yüzgecin başlangıç noktasındadır. Dorsal yüzgecin dallanmamış 3. basit ışını gayet kuvvetli kemikleşmiş olup arka kenarı testere diş şeklindedir. Kuyruk yüzgeci derin girintili ve loplarmın ucu sivridir. Pelvik yüzgeç koltuk altı pulu çok uzunlamasınadır. Yan hattın üstünde dağınık şekilde büyükçe 6-8 adet koyu leke bulunmaktadır. Bir çift kısa bıyık vardır ve *Carassius auratus*'a göre dorsal yüzgeci daha az dallanmış ışın içerir, vücut daha uzundur. Anal yüzgeç kısadır. Sırt yüzgeci önünde ( pterygiophores'ların kaynaşmasından dolayı) bir tepe bulunur. Çok uzun ve sarmal şeklinde bağırsağa sahiptir. Standart boy, max. vücut yüksekliğinin ortalama 3.1 katıdır. Kangal Balıklı Kaplıca (Sivas) havuzlarında yaşayan ve doktor balık olarak isimlendirilen iki türden biri olup, söz konusu termal kaynak sularında yaklaşık 35°C'lik bir sıcaklıkta yaşayabilmektedir. Dipten

beslenen ve Mayıs-Haziran ayları arasında yumurtalı bireyelerine rastlanılan bu tür, Murat Nehri'nde ve karışan kollarının hemen hepsinde yaşamaktadır. *G. rufa* ile birlikte özellikle Ilıcalar Deresi ve buna yakın kesimlerinde sayıca daha fazladır. Max. boy 24 cm kadar olmaktadır. Genellikle bitkisel gıdalarla beslenir. Bazı chironomid larvalar, kopepodlar ve kladoseraları tüketirler. Nadiren zooplanktonları tüketirler. 2-3 yaşlarında, 15 cm uzunluk ve 50 g ağırlığında cinsi olgunluğa gelirler.

### 2.2.3.1.9. *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843)

(Şekil 12)



Şekil 12. *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) dış morfolojisi.

**İlk bulunuş yeri (Terra typica) :** Dicle (Halep ve Musul)

**Türkçe:** Kababurun balığı **İngilizce:** Waste of bread, Brond snout blacktail

**Diagnostik Özellikler:** **D** III, 7-9; **A** III, 11-12; **P** I,15-17; **V** I-II, 8

**L. lateral:** 50-74 (50-69) **L. trans.:** 12-14/5-6 **Toplam omurga:** 46-48

**Farinks dişleri :** 6-6 veya 7-6 **Sol. Dik. Say.:** 18-36 (24-29) (kısa)

İnferior ve yarım ay şeklinde ağzı vardır. Dudaklar ince yapılı ve bıyiksızdır. Gözler iri olup, çapları baş boyunun 3.8-5'te biri

kadardır. Alt dudak boynuzumsu yapıda düz ve keskin kenarlı olup, pek görünmemekte ve tam keratinleşmiştir. İki çift burun deliği vardır ve burun delikleri birbirine bitişiktir. Küçük olan sikloit pulları kolaylıkla dökülebilirler. Bol miktarda küçük noktalar halinde pigmentler taşır. Farinks dişleri tek sıralıdır. Yan hat tamdır, ventrale doğru kavis yapmıştır. Anal yüzgeç orta uzunluktadır. Derin çatallı bir kuyruk yüzgecine sahiptir. Pul radii'si az ve arkaya sınırlandırılmıştır. Solungaç dikenleri kısa, çok ince, ucu sivri ve sık dizilişlidir. Periton siyahtır. Standart boy, max.vücut yüksekliğinin ortalama 4.5 katıdır. Vücut yüksekliği baş uzunluğundan daima fazladır. Sırt gri veya zeytin kahverengi, yanlar ve karın gümüşü-beyazdır. Özellikle üreme döneminde yakalanan numunelerde yüzgeçler portakal sarısıdır. Ayrıca, üreme döneminde yakalanan erkeklerde baş ve yüzgeçler üzerinde bol miktarda tüberkül gözlenmiştir (Polat ve Uğurlu, 2007). Dorsal ve kaudal yüzgeçleri grimsi ve diğer yüzgeçleri hiyalindir (şeffaf). Dorsal ve kaudal yüzgeçleri siyah bir kenara sahiptir (kuyruk üzerindeki daha geniştir) (Heckel, 1843b). Murat nehri'nde en bol bulunan ve en fazla kılçık içeren türlerden biri olup, ekonomik değeri azdır. Hem durgun hem de kayalık zeminlerde bulunabilen bu omnivor türün boyu 30 cm, ağırlığı ise max. 350 g kadardır. Murat Nehri'nde Mayıs-Haziran aylarında yumurta bıraktıkları düşünülmektedir.

**Genus *Barbus*:** Bu genus üyeleri; 7-8, bazen 9 yumuşak ışınlı sırt yüzgece, 5 yumuşak ışınlı anal yüzgece, papillose dudağa ve iki çift bıyığa sahip olmalarıyla *Tor*, *Carasobarbus*, *Kosswigobarbus* ve



*Mesopotamichthys* gibi genuslar içinde yer alan türlerden ayrılır. Ayrıca, 5 faringeal dişli ve bir oluk ile çeneden ayrılmış papillose alt dudaklı olanlar ile 4 faringeal dişli ve papillasıs ve çene ile devam eden alt dudaklı olan iki grup vardır. Karaman (1971) ise, *Labeobarbus* genusunu *Tor*'un sinonimi, *Bertinius* genusunu ise *Luciobarbus*'un sinonimi olarak kabul etmiştir. Genetik çalışmalar; Batı Avrupa ve Ponto-Hazar, İber, Kuzeybatı Afrika ve Levanten olmak üzere 4 grup türün varlığını ortaya koymaktadır.

#### 2.2.3.1.10. *Barbus lacerta* (Heckel, 1843) (Şekil 13)



**Şekil 13. a)** *Barbus lacerta* (Heckel, 1843) dış morfolojisi ve **b)** ağız yapısı.

**İlk bul. yeri (Terra typica) :** Halep, **Türkçe:** Bıyıklı balık, **İngilizce:** Lizard barbel

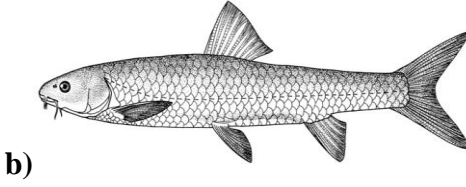
**Diagnostik Özellikler:** **D** III-V (IV-V), 7-9 (8); **A** III, 5-6; **P** I, 13-19 (16); **V** I, 7-8

**L. lateral:** 61-70 **L.trans.:** 11-12/7-9 **Sol. yay. dik. :** 5-9 (kısa)

**Farinks Dişleri:** 2.3.4-4.3.2 veya 2.3.5-5.3.2 **Omur sayısı:** 40-45

Vantuz ve rostral kapak yoktur. Dorsal yüzgeç kısa olup, ön kısmı yüksek değildir. 1. solungaç yayı üzerindeki solungaç dikenlerinin sayısı 9'u geçmez. Sırt yüzgecinin sert ışının ½'si kadarı dışık taşır. Vücut genellikle uzunca ve silindirik şekilli (kuyruk kısmı yassılaştı) olup, küçük ve orta boydaki cycloid pullarla örtülüdür. Boyu en fazla 45 cm olan bu balığın max. ağırlığı ise 4- 5 kg kadar olmaktadır. Ağız ventral konumlu olup, yarım ay şeklinde, gayet etli tüberkül dudaklarla çevrilmiştir. İki çift bıyık bulunur. Bu türü diğer *Barbus* türünden ayıran en önemli özellik sırtta, yan taraflarda ve bütün yüzgeçler üzerinde siyah renkli çok sayıda düzensiz şekilde beneklerin bulunmasıdır. Ön kemer üzerinde solungaç dikenleri gelişmemiştir. Bağırsak yaklaşık 2 ön ve 1 arka loplulu (döngülü) olup, kısadır. Anal yüzgeç kısa, periton koyu kahverengimsi siyahtır. ve bağırsak kısadır. Bölgede en az bulunan türlerden birisidir.

**2.2.3.1.11. *Barbus grypus* (Heckel, 1843) (Şekil 14)**



**Şekil 14.** *Barbus grypus* (Heckel, 1843) dış morfolojisi ve **b)** çizimi.

**İlk bul. y. (Terra typica):** Dicle (Musul) **Türkçe:** Bıyıklı balık, Şabot, **İngilizce:** shabout

**Diagnostik Özellikler:** **D** IV, 8; **A** III, 6; **P** I, 11-13; **V** II, 8

**L. lateral:** 41 **L. trans.:** 5-4 / 4-3 **Sol. yay. dik.:** 22-25 **Farinks dişleri:** 2.3.5-5.3.2

L. lateraldeki pul sayısı daima 40'tan fazladır. Vücut ile dorsal, anal ve kaudal yüzgeçler üzerinde koyu lekeler bulunmaz. Vücut; nispeten kısa ve kalın yapılı, büyük bölümü yanlardan yassılaştırmış (fakat dorsal yüzgecin önünde yuvarlak bir görünüm kazanmış) olup, iri ve parlak gri-kahverengi pullarla örtülüdür ve hiçbir zaman karına bulunmaz. Boyu 50 cm kadar olabilir. Standart boy, max.vücut yüksekliğinin ortalama 4-5 katıdır. Baş boyu aşağı yukarı vücut yüksekliğine eşit, baş genişliği ise baş yüksekliğinden daima küçüktür. Ağız ventral ve iyi gelişmiş etli dudaklarla çevrilidir. Ağızda bulunan iki çift bıyıktan uzun olan arkadaki bıyıklar geriye doğru yatırıldığında serbest uçları

gözün arka kenarı hizasına kadar uzanabilirler. Dorsal yüzgecin son basit ışını dişli değildir ve serbest kenarı iç bükeydir. Pektoral ve ventral yüzgeçlerin serbest kenarları hafif dışbükey, anal yüzgecin ise düzdür. Renk sırtta koyu kahverengi yanlarda esmer kahverengi olup benek bulunmaz. Karın bölgesinde ise kirli sarıdır. Yan tarafında yeşilimsi yansımalar görülür. Anal ve kaudal yüzgeçler koyu, diğerleri ise açık renklidir. *Barbus* cinsi balıklar içerisinde renk olarak en parlak görünümüldür. Avcılıkta çok nadiren rastlanır ve lezzetlidir (Geldiay ve Balık, 2007).

#### 2.2.3.1.12. *Luciobarbus mystaceus* (Pallas, 1814)

(Şekil 15)



Şekil 15. *Luciobarbus mystaceus* (Pallas, 1814) dış morfolojisi.

**İlk bulunuş yeri (Terra typica) :** Halep **Türkçe:** Sirink, küpeli balık

**Diagnostik Özellikler:** D III-IV, 8-9; A III, 5-6; P I, 11-18; V I-II, 7-8

**L. lateral:** 51-57 **L. trans.:** 10-12/7-10 **Sol. yay. dik. :** 12-18

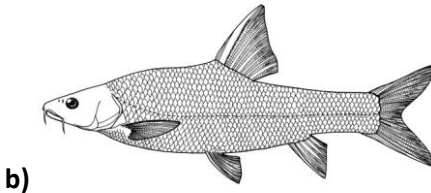
**Farinks dişleri:** 2.3.4-4.3.2

Ağız ventraldir. Sırt yüzgeci içe kavisli olup, sonuncu basit (III veya IV. diken) ışınının kalın posterior kenarında kuvvetli dişçikler

bulunur. Vücut yanlardan basık ve iri pullarla örtülüdür. Standart boy max. vücut yüksekliğinin yaklaşık 4 katı kadardır. İki çift bıyıktan uzun olanlarının serbest ucu gözün arka kısmını geçer. Dorsal yüzgeç ventrallerle hemen hemen aynı hizadadır. Renk vücudun dorsal yarısında gri kahverengi ventral yanında ise sarı beyazdır. Yüzgeçler üzerinde benek yoktur. Barbus cinsi balıklar içerisinde ağız gayet gelişmiş olup, dudakların etli olmasından dolayı diğer türlerden kolaylıkla ayırt edilebilir. Çoğunlukla yumurtalarını taşlı çakıllı zeminlere bırakır. Ekonomik öneme sahip avcılığı yapılan türlerdendir. Boyu 60 cm kadar olabilir. *Barbus*'ların üreme zamanında ayrı ayrı, beslenme zamanında ise gruplar halinde yaşarlar. Etləri lezzetli olmalarına rağmen yumurtaları zehirlidir (Geldiay ve Balık, 2007).

### 2.2.3.1.13. *Luciobarbus xanthopterus* (Heckel, 1843)

(Şekil 16)



**Şekil 16. a)** *Luciobarbus xanthopterus* (Heckel, 1843) dış morfolojisi ve **b)** çizimi.

**İlk bul. yeri:** Dicle (Musul) **Türkçe:** Maya b., bıyıklı b. **İngilizce:** Yellowfin barbel

**Diagnostik Özellikler:** D IV, 7-9 (8); A III, 5; P 14-18; V 8 L.

**lateral:** 57-60 **L. trans. :** 10/ **Sol. yay. dik. :** 10-13 (kısa) **Farinks diş. :** 2.3.5-5.3.2 veya 2,3,4-4,3,2 **Omur say.:** 40-44 (42)

Baş boyu, standart uzunluğun ort. 4'te biridir. Standart boyun max. vücut yüksekliğine oranı ise 3.8'dir. Vücudun sırt profili dorsale doğru gittikçe yükselir ve dorsalin gerisinde birden bire inerek ince uzun bir şekil alır. baş kısmı solungaçların arka kenarından başlayarak, burun ucuna kadar gittikçe daralan ve bariz bir şekilde huniyi andıran şekil alır. Burun kısmı *L.esocinus*'a göre daha az sivri, ağız at nalı şeklinde ve yukarıya bakmaz, dudaklar orta büyüklükte ve biraz daha fazla etlidir. Alt dudağın ortasında lop bulunmaz. Bıyıklar *L. Mystaceus*'a göre daha fazla gelişmiş ve daha uzundur. Bu tür iki çift bıyık, dişli bir sırt yüzgeci ışını, küçük pullar ve subterminal veya terminal eğimli ağız ile karakterize edilir. Dorsal yüzgeç hafif içbükey; diğer yüzgeçlerise hafif dış bükeydir. Sırt yüzgeci derin çatallı ve lobları sivridir (Ekingen ve Sarıeyyüboğlu, 1981). Vücut beneksiz, yüksek yapılı ve yanlardan iyice yassıdır. Sırt mavimsi veya mavi-gri, karın beyaz, yanlar ise gümüşü veya gümüşimsi sarıdır. Tüm yüzgeçleri limon sarısı-turuncu (portakal) renktedir. Sırt yüzgecisinin sert ışınları ve kuyruk yüzgeci en üst ışınları siyahtır (Karaman, 1971). Dorsal yüzgecin ön tarafında karina mevcuttur. Farinkteki iç sıranın en büyük (zımpara yüzeyli yuvarlak) olan 4.dişi çengel şeklindedir. Bağırsak "s" şeklinde uzunlamasına bir ön ve iki arka

loba sahiptir. Periton gümüşimsidir. Gıda yönünden ekonomik önemi olup. 1,5 m total uzunluk ve 8.6 kg ağırlığa ulaşabilir (Geldiay ve Balık, 2007). Murat Nehri'nin derin ve bitki örtüsüyle kaplı bataklık bölgelerinde ve göllerde bol bulunur. Ergin bireyler Şubat-Mart aylarında yumurtlama amacıyla nehirlere gelir. Özellikle 3 kg veya daha büyük balıklar Mayıs ayında nehrin soğuk sularına (kollarına) geçerler ve su sıcaklığı daha da düştüğünde ise kışlamak amacıyla Eylül-Ekim ayları arasında göllere geri dönerler. Omnivor olan bu tür planktonik organizmalar, böcekler, isopods, molluskalar, kurbağalar, diğer balıklar, detritus ve filamentli algler ile beslenir (Ulupınar ve ark., 2011).

#### 2.2.3.1.14. *Luciobarbus esocinus* (Heckel, 1843) (Şekil 17)



**Şekil 17.a)** *Luciobarbus esocinus* (Heckel, 1843)'un dış morfolojisi ve **b)** farinks dişleri.

**İlk bulunuş yeri (Terra typica) :** Dicle (Musul)

**Türkçe:** Turna, Cero, manyar **İngilizce:** Tigris/Euphrates salmon, pike barb/barbel

**Diagnostik Özellikler:** D IV,8; A III, 5; P 16-18; V 8 **Sol. yay. dik. :** 8-12

**L.lat.:** 62-78 **L.trans.:** 11-13/7-9 **Farinks dış.:**2.3.5-5.3.2 veya 2.3.4-4.3.2 **Omur say.:** 48-50

Vücut yanlardan yassılaştırmıştır. Burun *L. xanthopterus*'a göre daha sivridir ve uzundur (turna benzeridir). Baş boyu standart uzunluğun ort.3.4'te biridir. Standart boyun postorbital uzunluğa oranı ort. 6.5, max. vücut yüksekliğine oranı ise ort. 3.8 mm'dir. Yetişkinler 2 m uzunluğa ulaşabilir. Sırt yüzgeci iç bükey olup, sonuncu basit ışını iyice kemikleştirmiştir ve arka kenarın büyük bölümü az sayıda kuvvetli dişlidir. L. lateraldeki pul sayısı daima 60'tan fazladır. Burun delikleri uzuncadır ve burun ucundan daha çok göze yakındır. İki çift ince bıyık mevcut olup, arka bıyıklar ön bıyıklardan daima uzundur. Anterior bıyık burun seviyesine ulaşmaz ve poterior bıyıklar orta göz seviyesini geçmez. Dudaklar fazla etli değildir. Vücut *L. xanthopterus*'a göre daha parlaktır. Hakim renk gümüşimsi olup, sırt kısmı, bir zeytinimsi zemin üzerine çok sayıda dağınık, siyah noktalı bir görünüme sahiptir. Genç bireyler sarı bir ize veya yüzgeçleri kükürt sarısı renge sahiptir. Anal ve kuyruk yüzgeçleri koyu kırmızıdır. Pelvik aksiler pulu vardır. Solungaç dikenleri geniş aralıklı olup, büyükten küçüğe doğru 3., 4. ve 5. dişler kancalanmış şekildedir. En önde çok küçük bir diş olabilir. Gerek ülkemiz ve gerekse bölgemiz iç sularında yayılış gösteren en

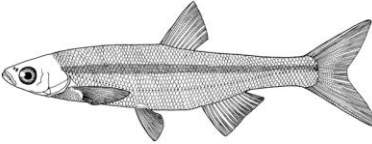


büyük yapılı balık türüdür. 100 kg'dan büyük bireylere rastlanmaktadır. Genel itibariyle diğer balıklar üzerinde predatördür. 4 yaşlarında, 24°C su sıcaklığındaki akıntılı ırmakların derin kısımlarındaki taşlar arasına, özellikle Mayıs-Haziran aylarında yumurta bırakırlar. Eti lezzetli olması nedeniyle ekonomiktir (Geldiay ve Balık, 2007).

#### 2.2.3.1.15. *Alburnus mossulensis* (Heckel, 1843) (Şekil 18)



a)



b)

Şekil 18.a) *Alburnus mossulensis* (Heckel, 1843) dış morfolojisi ve b) çizimi.

**İlk bulunuş yeri (Terra typica) :** Dicle (Musul)

**Türkçe :** Tatlısu gümüş balığı, Zergueşt **İngilizce:** southern king fish, sink,

**Diagnostik Özellikler:** **D** III, 7-9 (8); **A** III, 10-14 (11-12); **P** 13-18;

**V** 7-9

**L. lateral:** 70-85 **L. Trans.:** 13-15/5-6 **Sol. yay. dik.:** 19-29 (11-18)

**Farinks diş.:** 2.5-4.2 (iki sıralı, kanca uçlu ve tırtıklı kenarlı) **Omur say.:** 40-43 veya 42-45

Vücut ince yapılı olup, yanlardan hafifçe basıktır. Ağız terminal veya hafif dorsaldir. Vücut üzerindeki pullar biraz küçüktür ve bıyıksızdır.

Gözler gayet iricedir. Dorsal ve anal yüzgeçlerde kalın-dişli ışınl bulunmaz ve serbest kenarı düzdür. Anal yüzgeç dorsalin tamamen gerisinden başlar. Yanal çizgi üzerindeki pulların tabanları siyah lekeli fakat bazı *Alburnoides spp*'lerindeki kadar belirgin değildir. Renk genel olarak gri beyaz (gümüşi) olup, sırt mavimsi veya kırmızımsı-kahverengi, mavimsi-siyah veya siyahımsıdır. Yan hattın üst bölgesinde tam ortalı olarak baştan kuyruğa kadar uzanan koyu kurşun renginde ve yaklaşık olarak göz çapı genişliğinde birer bant sayesinde diğer türlerden kolaylıkla ayırt edilir. Göğüs, pelvik ve anal yüzgeç tabanları sarımsıdır. Pelvik yüzgeçlerin kaideleri ve anüs deliği arasında etli bir omur bulunur. Periton kahverengidir ancak siyah-kahverengi benekler içerir. 15 cm'den daha uzun ve 120 g.'dan daha fazla ağırlığa ulaşabilirler. Standart boy max. vücut yüksekliğinin ortalama 5.5 katı kadardır. Baş boyu hemen hemen vücut yüksekliğine eşittir. Berrak akarsuların yavaş akıntılı küçük göletlerini tercih ederler. Irmak ve bataklıklarda da yaşayabilir. Ekonomik olmayıp, Bingöl yöresi akarsularında Murat Nehri ve hemen tüm kollarında) yoğun olarak bulunmaktadır ve yöre halkı tarafından gıda olarak tüketilmektedir (Ulupınar ve ark. 2014).

**2.2.3.1.16. *Alburnoides bipunctatus* (Hekel,1843)**  
**(Şekil 19)**



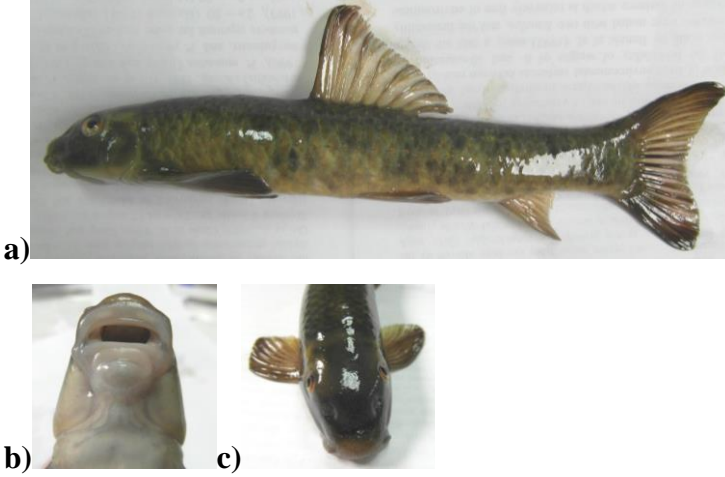
**Şekil 19.** *Alburnoides bipunctatus* Hekel,1843.

**Türkçe Adı:** Noktalı inci balığı      **İngilizce Adı:** Spirlin

**Diagnostik Özellikler:** **D:** II-III/8; **A:** III/11-16; (12-13); **V I** 6-7; **P** 13-14

**L. lat.:** 44- 52 (49); **L. trans.:** 9/5. **Farinks diş sayısı:** 2.5- 5.2

Vücudu az çok yanlardan yassılaşımış oval şekilli, yanal çizgideki pullarının üzerinde iki sıra halinde dizilmiş siyahımsı kahverenginde makine dikişi şeklinde lekeler bulunan ekonomik önemi olmayan bir tür. Ortalama 16 g ağırlığa ve 85 mm standart boya sahiptirler. Boyları en fazla 15 cm olabilir. Vücut yüksekliği yaklaşık 26 mm, baş boyu ise 19 mm'dir.

2.2.3.1.17. *Garra rufa* (Heckel, 1843) (Şekil 20)

**Şekil 20.** a) Dış morfolojisi *Garra rufa* (Heckel, 1843), b) ağız ve vantuz yapısı, c) kafanın üstten görünüşü ve burun delikleri,

**İlk bul. yeri:** Halep **Türkçe:** Yağlı b., Kaya b., Vantuzlu b.

**İngilizce:** Doctor fish, red garra

**Diagnostik Özellikler:** **D** III, 6-8 (8); **A** II, 4-5 (5); **P** I, 12-14; **V** I, 7-8 (7); **C**16-17 (17)

**L.lat.:** 31-38 **L.trans.:** 4-6/3-5 **Sol.yay. dik.:** Kısada 16-21, uzunda (alt kol) 12-17

**Farinks dişleri:** 2.4.5-5.4.2 ; 2.4.4-4.4.2 ; 3.3.5-5.3.3 (kanca uçlu)

Vücut hemen hemen silindirik, her tarafı pullu ve genellikle açık kahverengidir. Anüs ve anal yüzgeç tabanı geniş pullarla kaplanmamıştır. Burun üzerini örten rostral bir kapak bulunur. Göğüs ve karın yüzgeçleri vücudun altındadır. Standart boy, max. vücut yüksekliğinin 4.4 katıdır. Bu türü diğer türlerden ayıran en belirgin özellik, 2 çift bıyık ve alt çenede gelişmiş bir vantuz bulunmasıdır.

Kangal Balıklı Kaplıcalarındaki doktor balıklardan biridir (Geldiay ve Balık, 2007; URL2). Yükseklerdeki temiz sularda daha yaygındırlar. Akarsularda kaya üzerinde veya dere yatağındaki çakıl taşları altında bulunabilir. Bağırsak içeriğinde diatomlar, yosun ve büyük miktarlarda kuma rastlanmaktadır. Sucul bitkilerle (bentik cyanobacter, rotifer, protozoan ve fitoplanktonlarla) beslenirler. 7 yıl kadar yaşayabilir ve 2-3 yaşında (10 cm uzunluğunda ve 50 g ağırlında) cinsi olgunluğa ulaşır. Boyları 19 cm'e ulaşabilir. Mayıs-Haziran aylarında bitkiler ve kayalar üzerine yumurta bırakır. 20 °C'nin altındaki sıcaklıklarda av vermezler.

#### 2.2.3.1.18. *Garra variabilis* (Heckel, 1843) (Şekil 21)



**Şekil 21.** *Garra variabilis* (Heckel, 1843) dış morfolojisi ve b) ağız yapısı.

**İlk bulunuş yeri (Terra typica) :** Musul, Halep **Türkçe:** Yapışkan balık, vantuzlu balık

**Diagnostik Özellikler:** **D** II-III (II), 6-8 (7); **A** II-III, 5; **P** 11-14 (12-13); **V** I, 7-8

**L. lat.:** 32-44 (34-39)      **L. trans. :**4-6/3-4      **Sol. yay. dik. :** 13-20

**Farinks dişleri:** 2.4.5-5.4.2 (2.3.5-5.3.2 veya 3.3.5-5.3.3)

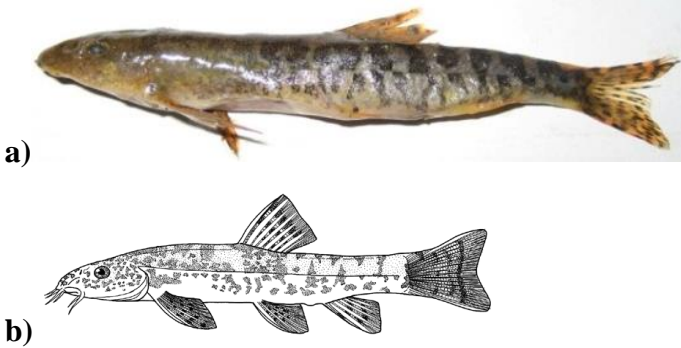
*G. Rufa*'dan farkı; burun yapısının daha ince ve uç kısmının sivri olması, vücut renginde büyük bir renk varyasyonunun olması, ağız etrafında sadece bir çift bıyık (çok kısa) bulunmasıdır. *G. Rufa*'ya göre daha hızlı akan suları tercih ederler. Renk genellikle zeytinimsi kahverengi, karın kırmızımsı sarıdır. Vücudun sırt ve yan taraflarında değişik şekillerde düzensiz dağılmış esmer-kahverengi benekler görülür. Genellikle saçaklı ve burun ile devam eden bir üst dudak, serbest arka kenarlı suctorial diskli (vantuzlu) alt dudaklara sahip olup, en küçük bireylerde disk tam oluşmamıştır). Vücut yüksekliği standart boyun ort. 4.5'te biridir. 21 cm'ye kadar büyüyebilir. Vücudun her tarafı pulludur. Bağırsak uzunca ve sarmaldır. Dorsal yüzgeç ortasındaki 3-4 ışının her birinin kaidesinde küçük, siyah bir nokta vardır. Periton siyahtır. Su sıcaklığının max. olduğu dönemlerde baraj gölüne dökülen akarsu ağızlarında yoğun olarak bulunmakla birlikte, su sıcaklığı 20 °C'nin altına düştüğünde buldukları ortamdan göç ederler. *Garra* cinsine ait bu iki tür kışın özellikle kaplıca sularının bulunduğu bölgelere göç ederler.

**2.2.4. Familya Balitoridae:** Bu familya üyelerinde farinks dişleri *Cyprinid'* lerinkine nazaran çok daha küçük olup, sadece bir sıra üzerinde dizilmişlerdir ve sayıları 8-12 arasında değişir. Bu familya, *Cobitidae* familyasından; gözler altında suborbiter dikenlerinin bulunmayışı ve boylarının biraz daha kısa olmalarıyla ayırt edilir. *Oxynoemacheilus* (Bănăraescu and Nalbant, 1967) genusu üyeleri; yan hat boyunca bantlar veya bir şerit oluşturan noktalı bir vücuda sahiptir, yan çizgi genellikle tamdır, sırt yüzgeci ön ışınlarının tabanında koyu siyah nokta yoktur, sırt yüzgecinin başlagıcı pelvik yüzgeçten hafif öndedir, anüs ise bir göz çapı kadar anal yüzgecin önündedir. Dorsal yüzgeç 7-9 dallanmış ışınlara sahiptir (Freyhof ve ark., 2011).

#### 2.2.4.1. *Oxynoemacheilus angorae* (Steindachner, 1897)

##### (Şekil 22)

(Syn. *Nemacheilus angorae* Steindachner, 1897)



**Şekil 22. a)** *Oxynoemacheilus angorae* (Steindachner, 1897) dış morfolojisi ve **b)** çizimi.

**İlk bul. yeri:** Ankara **Türkçe:** Çöpçü balığı **İngilizce:** Angora loach, stone loach

**Diagnostik Özellikler:** **D** II-IV (II), 6-9 (7-8); **A** II, 4-6 (5); **P** I, 8-12 (10); **V** I, 6-8 (7)

**L. lat.:** 46-70 **L. trans.:** 12-15 / 10-13 **Sol. yay. dik.:** 14-19

**Farinks dişleri:** 8-8, 12-12

Vücut, ince uzun yapılı ve silindirik (yanlardan çok hafif yassı) ve çok küçük pullarla kaplıdır. Ağız küçük, ventral konumlu ve nispeten iyi gelişmiş dudaklarla çevrilidir. Standart boy, max. vücut yüksekliğinin ort. 5-6 katıdır. Azami uzunluk 9 cm'dir. Göğüs yüzgeçleri çok uzundur. Alt dudak ise üst dudağın orta hizasındadır (Ekingen ve Sarıyüboğlu, 1981). Baş hafifçe yuvarlak ve üst taraftan burun ucuna kadar aşağı doğru dış bükeydir. Burun diğer türlere göre belirgin şekilde sivridir. Üç çift bıyıktan iki çifti burun üzerinden, bir çifti de ağız köşelerinden çıkmaktadır. Burun ucundan çıkan bıyıkların uzunluğu göz çapının 1.5 katı kadardır. L. lateral neredeyse tamdır. Vücudun sırt bölgesinde ve yan taraflarında, çeşitli büyüklükte ve gelişi güzel dağılmış (birbirinden tamamen ayrı), *N. insignis*'e göre daha koyu kahverengi 8-9 adet benek bulunur. Özellikle genç bireylerde orta-yan boyunca hemen hemen bir şerit oluşturacak şekilde yaklaşık 20 kahverengi siyahımsı nokta vardır. Kuyruk yüzgeci tabanında siyah bir çizgi bulunmaktadır. Sırt ve kuyruk yüzgeçlerinde genellikle düzenli sıralanmış küçük kahverengi noktalı bantlar bulunur. Anüs ve karın yüzgeçleri kıkırdaktır. Pullar küçüktür. Bağırsağın posterior lobu yoktur. Gözler altında suborbiter dikenler



yoktur ve boyları *Cobitidae* familyası üyelerinden biraz daha kısadır. Gündüzleri taşlar altına gizlenen ve geceleri ise zeminden beslenen, hem akarsularda hem de göllerde yaşayabilen, su yüzeyine asla çıkmayan bu küçük türe (Geldiay ve Balık, 2007), Murat Nehri'nin baraja dökülen alanlarındaki sığ kesimlerinde veya yukarı kesimlerdeki soğuk, temiz, biraz durgun ve az taşlı sularında, ayrıca küçük köy atıksularının derelere karıştığı ağzılarda, taşlar ve bitkisel materyaller arasında rastlanır. Mayıs-Haziran aylarında yakalanan dişi bireyler yumurtalıdır (Ulupınar ve ark. 2014).

#### 2.2.4.2. *Nemacheilus insignis* (Heckel, 1843) (Şekil 23)

Syn. *Cobitis insignis* Heckel, 1843

*Orthrias insignis* Banarescu et al., 1982; (valid as)

Syn. *Nemacheilus euphraticus* (Banarescu & Nalbant, 1964)

**İlk bulunuş yeri (Terra typica) :** Malatya **Türkçe:** Çöpçü balığı,  
Hace

**Diagnostik Özellikler:** D III, 8-9; A II, 5; P I, 9-10; V II, 6-7

**L.lateral:** 42-61 **L.trans.:** 11-14 / 10-12 **Sol.yay.dik.:** 13-17

**Farinks dış.:** 8-8; 10-10; 12-12



**Şekil 23.** *Nemacheilus insignis*(Heckel, 1843) dış morfolojisi.

Göz altında diken yoktur. Baş yuvarlaktır. Kuyruk sapının yüksekliği vücut yüksekliğin yarısı kadardır. Standart boy. max. vücut yüksekliğinin 3 katıdır. Kuyruk yüzgecindeki benekler çok belirgin olmayıp açık renklidir. Vücut genellikle küçük pullarla örtülü olup, nadiren ön tarafları çıplaktır. *N. angorae*'ye göre vücut daha uzun ve kalındır. L. lateral belirsiz (veya çok az belirgin)dir. Dorsal yüzgecin üst kenarı düz ve genellikle tırtıllı görünüştedir. Ventral ve anal yüzgeçler yuvarlak olup, kuyruk yüzgeci derin çatalıdır. 4- 6 cm civarındadır. Vücut rengi, sarı gridir. Yan taraflarında belirgin şekilde görülmeyen ve sayıları 7- 10 arasında değişen kahverengi benekler vardır. Dorsal ve pektoral yüzgeçler üzerinde siyah benekli küçük lekeler bulunur. Kuyruk yüzgecinin kaidesine yakın yerde iki adet büyükçe siyah leke görülür. Bu çöpçü balıklar, Murat Nehri'nin baraj gölüne döküldüğü alanlarda daha yoğun görülmektedirler. Göl ve göletlerin ise sığ olan bölgelerinde yaşayan zemin balıklarındandır.

#### 2.2.4.3. *Oxynoemacheilus tigris* (Heckel, 1843) (Şekil 24)

Syn. *Paracobitis tigris* (Heckel, 1843)

*Cobitis tigris* (Heckel, 1843) (valid as)

Syn. *Nemacheilus tigris cyri* (Berg, 1910)

*Orthrias tigris* (Banarescu et al., 1982) (valid as)



Şekil 24. *Oxynoemacheilus tigris* (Heckel, 1843)'in dış morfolojisi.

**İlk bul. yeri (Terra typica) :** Halep **Türkçe:** Çöpçü b. **İngilizce**

**Adı:** Tigris loach

**Diagnostik Özellikler:** D II-III, 7-8; A II, 5; P I, 10-11; V I, 7 **Sol. yay. dik.:** 13-16

**L. lateral:** 38-61 **L. trans.:** 11-13 / 10-12 **Farinks dişleri:** 8-8, 10-10, 12-12

Vücut uzunlamasına (elongated) olup, ön ve arkadan sıkıştırılmış görünümlüdür (kuyruk sapı yüksekliği vücut yüksekliğine yakındır). Kafa üstten basıktır. Burun delikleri birbirine çok yakındır. Yan hat belirgin ve tamdır. Vücudun sadece orta ve arka bölgeleri ise küçük pullarla örtülüdür. Bu türü diğer türlerden ayıran en önemli özellik ön tarafının çıplak ve kuyruk yüzgecinin düz olmasıdır (gençlerde hafif girintili olabilir). Yetişkin erkeklerde yanak şişkin/kaslıdır. Vücut rengi genellikle sarı veya gri-kahverengidir. Yan taraflarında sayıları 14-18 arasında değişen ve transversal olarak uzanan siyah renkli iri benekler mevcuttur. Sırt ve kuyruk yüzgeçleri üzerinde ise enine 2-3 sıra halinde koyu renkli bantlar görülür. Kuyruk yüzgecindeki benekler belirgin ve koyu renklidir. Sırt yüzgeci ön ışınlarının tabanında siyah nokta yoktur. 11 cm'e kadar büyür. Vücut uzunluğu vücut yüksekliğinin 5,5-6 katı kadardır.

### **2.2.5. Familya : Cobitidae**

Gözlerin daha küçük, hava keselerinin kısmen veya tamamen kemikleşmiş bir kapsül içerisinde bulunmasıyla *Cyprinid*'lerden ayrılırlar. Bazen iğneli-makrakantalar (sting-loaches) denilen bu botya

ailesi; yutak dişlerinin mevcudiyeti bakımından *Cyprinidae* familyası temsilcileri ile çok yakın bir benzerlik göstermelerine rağmen, bu dişlerin *Cyprinid*'lerinkine nazaran çok daha küçük olup, sadece bir sıra üzerinde dizilmiş olmaları ve 8–12 adet kadar olmalarıyla farklılık gösterirlerirler. Ayrıca, *Cyprinidae* familyasından farklı olarak en az üç çift bıyık bulunur. Bu familyayı *Balutoridae*'den ayıran en önemli özellik ise gözler altında suborbiter dikenlerin bulunması ve boylarının gayet uzun olmasıdır.

#### 2.2.5.1. *Cobitis elazigensis* (Coad and sarıeyyüboğlu, 1988) (Şekil 25)



Şekil 25. *Cobitis elazigensis* (Coad and sarıeyyüboğlu, 1988).

**İlk bulunuş yeri (Terra typica) :** Cıp Çayı (Elazığ)

**Türkçe :** Taş yiyen b., iğneli-makrakant, çopra b. **İngilizce:** Tigris spined /sting loach

**Diagnostik Özellikler:** **D** III, 5-7 (6); **A** III, 5-6 (5); **P** I, 7-9; **V** II, 5-6; **C** 14

**Farinks dişleri:** 8-8, 10-10, 12-12

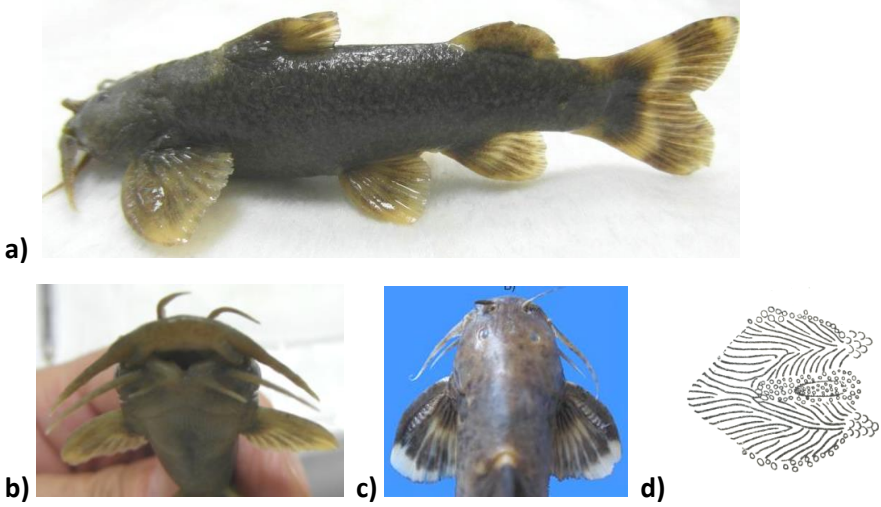
Nispeten uzun ve yan taraflardan yassılaşımiş olan vücut ince yapılı, küçük pullarla örtülüdür. Baş üzerinde hiçbir zaman pul bulunmaz. Yan hat belirsizdir. Ağız subterminal ve küçük olup, ağız etrafında yer alan üç çift kısa bıyıktan iki çifti burun ucunda, bir çifti ağız kenarında bulunur. Cyprinid'lere göre gözler ve farinks dişleri daha küçüktür ve hava keselerinin serbest kısmı kemikleşmiş bir kapsül içerisinde bulunur. Daha az sayıda yumurta verirler ve larvalar daha büyüktür. Gözlerin etrafında, düz veya çoğu kez ucu iki parçalı suborbiter dikenler bulunur. Vücudun genel rengi gri- sarıdır (karın tarafı genellikle sarı ve portakal rengindedir). Sırtta ve vücudun yan taraflarında baştan kuyruğa kadar devam eden, fark edilebilir derecede büyük, genellikle birbirlerine girmiş durumda ve kahverengi-siyah bantlar oluşturan siyah benekler (üst sırada 28-32, alt sırada ise 15-18 civarında) vardır. Sırt ve kuyruk yüzgeçleri kısa olup, bu yüzgeçler üzerinde genellikle düzensiz şekilde dağılmış küçük kahve rengi benekler yer alır. Sırt yüzgeci dış bükeydir. Kuyruk yüzgeci ucu yuvarlaktır ve bu yüzgeçteki benekler belirgin ve koyu renklidir. Yetişkin erkeklerde yanak şişkindir, sırt yüzgeci ön ışınlarının tabanında siyah nokta yoktur. Erkekler, (lamina circularis veya Canestrini pulları olarak bilinen) göğüs yüzgeci ışınlarının kemik uzantılarına sahiptirler ve erkeklerin vücut kenarlarında (dorsal yüzgecin önünde) şişkinlikler yoktur. Anüs, pelvik yüzgeçlerin tabanına yakındır. Etli pelvik yüzgeç aksiller lobu vardır. Boyları 16-24 cm kadardır. Gözler altındaki suborbiter dikenler basit yapılı olup

hiçbir zaman ucu çatallanmaz. Üst dudağın hemen gerisinde burun ucunda çıkan bıyıkların boyu yaklaşık göz çapına eşittir. Standart boy max. vücut yüksekliğinin 7.2 katıdır. Gündüzleri bentopelajik ve nispeten çamura gömülü olarak bulunur. Murat Nehri'nin durgun, kumlu-çamurlu-yosunlu zemine sahip ve oksijence çok fakir bölgelerinde yaşayabilen bu tür hava almak amacıyla su yüzeyine çıkar. En dayanıklı türlerden olup, su dışında 10 dak. canlı kalabilir.

### 2.2.6. Familya : Sisoridae

Asalak olan ve *Bagridae* familyasına nispeten benzerlik gösteren bu aile üyeleri bıyıklı ve pulsuz türlerdir. Compressed vücut ve yassılaştırmış baş; pelvik yüzgeçlerin önünde yerleşmiş kısa dorsal yüzgeç; dorsal yüzgeçte ve göğüs yüzgecinde bir diken, sırt ve kuyruk yüzgeçleri arasında fazla büyük olmayan bir yağ yüzgeci; kısa bir anal yüzgeç; horizontal çift yüzgeçler; genellikle isthmusa birleşik solungaç zarları; başın üst kısmında birbirlerine çok yakın 4 adet ön ve arka burun delikleri; burunda belirgin bıyıklar; 3 veya 4-6 çift bıyık; küçük tüberküllü gövde, bazı türlerde olmamakla birlikte karın bölgesinde (özellikle göğüs yüzgeçleri arasında yer alan) deri kıvrımlarından meydana gelmiş belirgin bir torasik yapışma aparatı ile karakterize edilir. Çoğu 2 cm kadar, bazıları ise 2m'ye kadar ulaşabilir (Geldiay ve Balık, 2007).

### 2.2.6.1. *Glyptothorax armeniacus* (Berg, 1918) (Şekil 26)



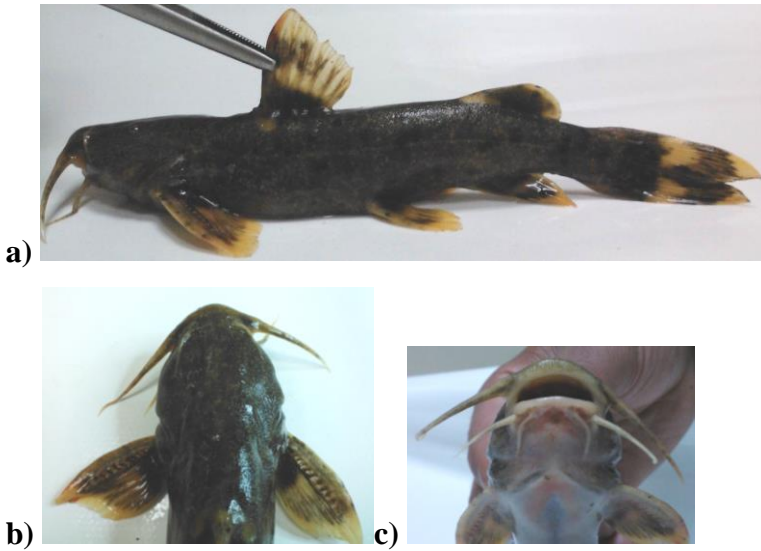
**Şekil 26. a)** *Glyptothorax armeniacus* (Berg, 1918)'in dış morfolojisi, **b)** kafanın alttan görünüşü (ağız ve bıyık yapısı), **c)** kafanın üstten görünüşü (burun delikleri ve **d)** vantuzu.

**İlk bul. yeri:** Fırat nehri **Türkçe:** Dikenli (yapışkan) küçük yayın b.  
**İngilizce:** Armenian mountain cat **Diagnostik Özellikler:** **D** II, 5-6;  
**A** III , 7-8; **P** I, 8; **V** I, 5-6

Vücudu pulsuzdur ve sağlam bir deri tabakası ile örtülüdür. Vücut rengi kahverengi-gridir. Vücut üzerinde düzensiz dağılmış siyah benekler yoktur. Bütün yüzgeçler üzerinde enine olarak uzanan 1- 2 adet siyah bant bulunur. Uzunluğu 15 cm kadardır. Gözler küçük ve başın üst kısmında yer almıştır. Compressed bir vücuta sahip olan bu türde baş daha yassı, burun ise nispeten sivridir. Altta, göğüs yüzgeçleri arasında, uzunlamasına deri kıvrımlarından oluşan ve üzerinde tüberkül şeklinde kabarcıklar bulunan vantuz bulunur. Ağız

ventral konumludur, çene ve damakta zımpara şeklinde ince dişler bulunur. Baş bölgesinde üç çift bıyık mevcut olup, bunlardan bir çifti üst çeneden, diğerleri ise alt çeneden çıkarlar. En uzun bıyıklar baş uzunluğunu biraz geçerler. Göğüs yüzgecinnin 1. Sert ışıını arka kenarı boyunca testere ağzı şeklinde çok kuvvetli tırtıklar bulunur. Yağ yüzgeci fazla uzun değildir. Yağ yüzgeci ile anal yüzgeç yaklaşık aynı hizadadır. Kuyruk yüzgeci hafif girintili olup loblar yuvarlaktır. Standart boy, vücut yüksekliğinin 5.6 katıdır. Temiz, soğuk ve zemini kayalık olan akışkan suları tercih ederler.

#### 2.2.6.2. *Glyptothorax kurdistanicus* (Berg, 1931) (Şekil 27)



**Şekil 27. a)** *Glyptothorax kurdistanicus* (Berg, 1931)'in dış morfolojisi, **b)** kafanın üstten görünüşü, **c)** kafanın alttan görünüşü (ağız, bıyık ve vantuz yapısı).



**İlk bul. yeri:** Dicle Nehri **Türkçe:** Vantuzlu (yapışkan-dikenli) yayın b.

**İngilizce:** Kordestan sisorid, Gorbeh-mahi, Mesopotamian sucker catfish

**Diagnostik Özellikler:** **D** I, 5-7; **A** III, 7-8; **P** I, 7-9; **V** I,5 **Solu. Dik. Say.:** 7-9

Başının daha geniş oluşu; burnunun kalın ve küt olması; göğüsteki yapışma aparatının (vantuz) daha uzun ve geniş olup, üzerinde kabarcıklar bulunmaması; baş, sırt bölgesi ve yağ yüzgeci üzerinde düzensiz dağılmış küçük siyah beneklerin bulunuşu ile *G. armeniacus*'tan kolayca ayırt edilebilir. Baş ve gövde dorso-lateral olarak çizgili ya da ince uzun tüberküllüdür. Tüberküller karın yüzgeci hariç diğer yüzgeçlerin tabanlarında da bulunabilir. Bütün yüzgeçler, geniş siyah merkezi bantlı ve değişken gelişmiş taban çizgilidirler. Kuyruk yüzgeci üzerinde çok fazla belirgin taban çizgisi bulunur. Yağ yüzgeci büyük bir koyu nokta ile kaplanmış olup bu yüzgecin üst ve arka kenarları kıkırdaktır. Kuyruk sapı ince olup, sırt ve göğüs yüzgeçlerinde güçlü ve tırtıklı bir diken ışın vardır. Hava keseleri iki yan bölmeye ayrılmıştır. Geniş tabanlı maksiller bıyıklıdır. Ağız tavanında iki yerde villiform dişleri olan, küçük ve kısmen deri ile örtülmüş gözlü ve geniş solungaç açıklıklı bir türdür. Vücudun geneli rengi kahverengi-esmer (siyah) renktedir. Kuyruk sapı kısadır (standart uzunluğun 6,0'da biridir). Kuyruk yüzgeci derin girintili ve loblarının ucu sivridir. Uzunluğu 15-16 cm kadardır. Standart boy, vücut yüksekliğinin 5.2'i katıdır. Yağ yüzgeci kısa ve kalın yapıdadır.

Gözler küçük olup çapları baş boyunun 1/10'u kadardır. Üst çenede bir çift, alt çenede ise iki çift bıyık mevcuttur. Üst çeneden çıkan ve en uzun olan bıyıkların boyu operkulumların arka kenarına kadar uzanır. Burundaki bıyıklar kısadır. Karın yüzgeçleri geriye doğru yatırıldığında uçları anal yüzgeç başlangıcına ulaşır. Yanal çizgi fazla belirgin değildir. Bağırsak uzun bir "s" şeklindedir. İnsan gıdası değerlendirilmemektedir. *G. Armeniacus*'a benzer ortamlarda bulunurlar (Geldiay ve Balık, 2007).

### 3. LİTERATÜR LİSTESİ

- ABDURAKHMANOV, Y. A., 1962.** [Freshwater fishes of Azerbaidjan]. Izdatel'stvo Akademii Nauk Azerbadzhanskoi SSR, Baku, 407 pp. [In Russian].
- BANARESCU, P., T.T. NALBANT & S. BALIK (1978).** Süßwasserfische der Türkei. II. Teil. Die Gattung *Orthrias* in der Türkei und in Südbulgarien (Pisces, Cobitidae, Noemachilinae). – *Mitt. Hamb. zool. Mus. Inst.* **75**, 225–266.
- BANARESCU, P.M. and BOGUTSKAYA, N.G. 2003.** The Freshwater Fishes of Europe. Cyprinidae 2. Part II: *Barbus*. The Freshwater Fishes of Europe, 454 pp.
- BATTALGİL, F., 1944.** New Fish Species from Inlandwaters, Turkey, (in French). İstanbul Üniv. Basımevi., 126-133, İstanbul.
- BOGUTSKAYA, N.G., 2002** *Petroleuciscus*, a new genus for the *Leuciscus borysthenicus* species group (Teleostei: Cyprinidae). *Zoosyst. Rossica* 11:235-237.
- BOGUTSKAYA, N.G. (2003).** *Barbus goktschaicus*. In: Bañarescu PM, Bogutskaya NG (eds) The freshwater fishes of Europe. Cyprinidae 2. *Barbus*, vol 5. Pt II, AULA Verlag, Wiesbaden, pp 207–218
- ÇİÇEK E, BİRECİKLİGİL SS & FRİCKE R (2015)** Freshwater fishes of Turkey: a revised and updated annotated checklist. *Biharean Biologist*, 9(2): 141–157.
- ÇOLAK, A., (1982)** *Keban Baraj Gölünde Bulunan Balık Stoklarının Popülasyon Dinamiği*, Doğa Bilim Dergisi, Cilt 6 Sayı 1 1-3.,
- EKİNGEN, G., ERBUCAN, S., (1993)** *Elazığ Yöresi Balıkları Tanı Anahtarı*, F.Ü. Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, 3, 1- 18.
- EKİNGEN, G., SARIEYYÜPOĞLU, M., (1981)** *Keban Baraj Gölü Balıkları*, Fırat Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi Cilt : VI Sayı : 1-2 (Ayrı Basım), 7-22.

- ESCHMEYER, W. N., 1990.** *Catalog of the genera of recent fishes.* California Academy of Sciences, San Francisco.697 pp.
- ESCHMEYER, W.N., 1996,** PISCES. Eschmeyer's PISCES database, published on the Internet in November 1996, URL: [gopher://gopher.calacademy.org:640/7](http://gopher://gopher.calacademy.org:640/7).
- FREYHOF, J., F. ERK'AKAN, C. ÖZEREN AND A. PERDICES, 2011.** An overview of the western Palaearctic loach genus *Oxynoemacheilus* (Teleostei: Nemacheilidae). *Ichthyol. Explor. Freshwat.* 229(4):301-312.
- GELDİAY, R., BALIK, S., (1988, 2007)** *Türkiye Tatlı Su Balıkları*, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayın No: 46, Ege üniversitesi Basımevi Bornova / İzmir, 532 S.
- KARAMAN, M., (1969).** Süßwasserfische der Türkei. 7. Teil.–Revision der kleinasiatischen und vorderasiatischen Arten des Genus *Capoeta* (*Varicorhinus*, partim). *Mitt. Hamb. zool. Mus. Inst.* 66, 17 – 54.
- KARAMAN, M. S., (1971).** Freshwaters of Turkey, 8. Parts: Revision of *Barbus* Genus from North Africa, Middle East and Europa, (in German). *Mit .Hamburg Zoo. Mus. Inst. Band* 67, 175-254.
- KARAMAN, M. (1972).** Süßwasserfische der Türkei. 9. Revision einiger kleinwüchsiger Cyprinidengattungen *Phoxinellus*, *Leucaspius*, *Acanthobrama* usw. Aus Südeuropa, Kleinasien, Vorder-Asien und Nordafrika. - *Mitt. Hamb. zool. Mus. Inst.* 69, 115 – 155.
- KELLE, A., (1978).** Dicle Nehri Kollarında Yaşayan Balıklar Üzerinde Taksonomik ve Ekolojik Araştırmalar. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Dicle Üniversitesi, Diyarbakır.
- KURU, M., (1971).** The fresh-water fish fauna of eastern Anatolia.-İstanbul Üniv. Fen Fak. Mecm., Ser. B, 36, 137–147.
- KURU, M., (1975),** *Dicle- Fırat Kura- Aras Van Gölü ve Karadeniz Havzası Tatlı Sularında Yaşayan Balıkların (Pisces) Sistematik ve Zoocoğrafik Yönden İncelenmesi*, Doçentlik Tezi Atatürk Üniversitesi Erzurum, 186 S.
- KURU, M., (2004).** Türkiye İçsu Balıklarının Son Sistematik Durumu, *G.Ü, Gazi Eğitim Fak. Dergisi*, 24, 3(1-21).

- POLAT, N., UĞURLU, S., (2007),** *Samsun ili Tatlısu Balık Faunası*, Ladik Doğayı ve Çevreyi Koruma Derneği, 272 S.
- SAADATI, A.G. 1977:** Taxonomy and distribution of the freshwater fishes of Iran. Thesis -Fort Collins, Colorado.
- SÖZER, F., 1941.** Les Gobiidés de la Turquie. İstanbul: *İstanbul Üniv. Fen Fak. Mecm.*, Ser. B, 6, 128–169.
- ULUPINAR, M.; KOYUN, M. ve YILDIRIM, T. (2014).** “Murat Nehri Balık Faunasının Tespiti” Balıkçılık ve Akvatik Bilimler Kongresi (FABA), ERZURUM
- URL-1,** [http://www.dsi.gov.tr/faaliyet\\_raporlari/2008\\_faaliyet\\_raporu.pdf](http://www.dsi.gov.tr/faaliyet_raporlari/2008_faaliyet_raporu.pdf) DSİ Genel Müdürlüğü Faaliyet Raporu, Ankara, 2 Haziran 2010.
- URL-3,** <http://www.briancoad.com/species%20accounts/Cobitidae%20to%20Cyprinodontidae.htm> Freshwater Fishes of Iran. Cyprinidae: Introduction with *Abramis to Cyprinus*
- ÜNLÜ, A. ve USLU, G., 1999.** Hazar Gölü'nde Su Kalitesinin Değerlendirilmesi. *Ekoloji Çevre Dergisi*, Cilt: 8, Sayı: 32, 7-13.
- ÜNVER, B. and ERK'AKAN, F., 2005.** A natural hybrid of *Squalius cephalus* (L.) and *Alburnus chalcoides* (Güldenstädt) (Osteichthyes-Cyprinidae) from Lake Tödürge (Sivas, Turkey), *The Fisheries Society of the British Isles, Journal of Fish Biology*, 66, 899–910.
- YILDIRIM, T., 2011.** Keban Baraj Gölü Balık Faunasının Tespiti, Devam eden Araştırma, Elazığ Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Proje No: TAGEM/HAYSÜD/ 2004/07/03/01.

## BÖLÜM 15

### PROPOLİS EKSTRAKSİYON YÖNTEMLERİ

Pınar COŞKUN<sup>1</sup>, Prof. Dr. Bünyamin SÖĞÜT<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Bingöl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Arı ve Arı Ürünleri Anabilim Dalı  
Orcid No: 0000-0002-9170-5799 pinarcoskun55@gmail.com

<sup>2</sup> Bandırma Üniversitesi Bandırma Meslek Yüksekokulu Gıda Teknolojisi Bölümü  
Orcid: 0000-0002-7644-7226, bsogut@bandirma.edu.tr



## 1. Giriş

Propolis (arı tutkalı), arılar tarafından bitki reçinelerinden toplanan kovadaki çatlakları kapatmak ve kovanın iç yüzeyini kaplamak gibi amaçlar için yapı malzemesi olarak kullanılan yapışkan bir maddedir. Ayrıca koloninin “sosyal bağışıklığının” önemli bir parçası olup, bakteri, mantar ve virüsleri baskılamada etkilidir (Bankova ve ark., 2018 ). Arılar aynı zamanda propolisi kovan içinde öldürülen davetsiz misafirlerin leşlerini örtmek ve çürümelerini engellemek için kullanırlar. Propolisin bu olağanüstü özellikleri binlerce yıldır bilinmektedir. Romalı ve Antik Yunanlı hekimler tarafından antiseptik ve yara iyileştirici bir madde olarak kullanılmıştır; bu durumun bir örneği olarak, 17. yüzyılda Londra farmakopelerinde propolisin resmi bir ilaç olarak bulunduğu bildirilmiştir (Castaldo ve Capasso, 2002). Yapılan araştırmaların git gide daha da artması ile birlikte modern bilim de propolisin immün sistemi uyarıcı, hepatoprotektif, sitotoksik, antimikrobiyal, antiinflamatuvar, antioksidan vb. gibi özelliklerinden dolayı bir dizi faydalı farmakolojik potansiyelini kanıtlamıştır (Sforcin ve Bankova, 2011 ).

Propolisin en yaygın ve bilinen kullanım yöntemi alkol ile ekstraksiyon yaparak kullanılması olmuştur. Aslında ekstraksiyon işleminin temel amacı, propolisin biyoaktif bileşenlerinin kullanılabilir hale getirilmesidir. Bu sebepten dolayı propolis aktif bileşenleri eldesinde ekstraksiyon önemli bir basamaktır. Dikkat edilmesi gereken bir başka husus ise propolis içeren yüksek kaliteli ve düşük maliyetli ürünlerin üretimi için uygun ekstraksiyon yönteminin seçimidir. Propolisin



kimyasal bileşiminin önemli ölçüde değiştiği göz önüne alındığında, bu işlem basit bir işlem değildir. Çünkü bal arıları propolis toplamak için farklı fitocoğrafik bölgeler ve farklı iklim bölgelerinde çok farklı bitki kaynakları kullanırlar. Bu nedendir ki, belirli kimyasal profile sahip birkaç propolis türü vardır. Bu propolis türlerinden birinin ekstraksiyonu için en iyi olabilecek yöntem, bir diğeri için uygun olmayabilir (Bankova ve ark., 2019). Öte yandan, propolisin kökeninin bitki reçineleri olması nedeniyle, tüm propolis türleri suda çok düşük çözünürlüğe sahip bir maddedir ve organik çözücülerde daha iyi çözüldüğü bilinmektedir. Çünkü reçineler kimyasal bileşenleri ne olursa olsun nispeten apolardır. Propolis ekstraksiyonu, bitkilerin ekstraksiyonundan farklıdır, çünkü bitkilerde çözünmeyen bir hücresel matris vardır (Azwanida, 2015). Propolis ekstraksiyonu sırasında kütle transferinin bir özelliğine dikkat etmek önemlidir; katı matrisin kısmi çözünmesi ve propolis maddesinin partikül özelliklerinden dolayı daha küçük partiküllerin yok edilmesi nedeniyle salınım normal katı-sıvı ekstraksiyonundan daha hızlı ilerler. (Tsibranska ve ark., 2012). Propolisten biyoaktif bileşenlerin elde edilmesinde, bitki kaynaklı önemli bileşikler çözümü ve propoliste mutlaka bulunan mumunu (%20' ye kadar) ortadan kaldırmayı amaçlayan bir işlemdir (Bankova ve ark., 2021).

## **Ekstraksiyon Yöntemleri**

### **1.1.Maserasyon**

Maserasyon, propolisin aktif bileşenlerini elde etmek için geleneksel ve en sık kullanılan yöntemdir. Çözücü tipi, katı-sıvı oranı, ekstraksiyon

süresi, sıcaklık dahil olmak üzere farklı parametrelerin ekstraksiyon işleminin etkinliği üzerindeki etkisini inceleyen bu yönteme dayalı çok sayıda yayın vardır. Ekstraksiyonun sonucunu değerlendirmek için ekstrakte edilen madde miktarı, ekstrakte edilen toplam fenolikler ve toplam flavonoidlerin yanı sıra ekstraktların antimikrobiyal ve antioksidan aktiviteleri kullanılmaktadır. Ekstraksiyon işlemi için farklı etanol yüzdelerinin ve katı-sıvı oranlarının denendiği etanol-su karışımlarının uygulanması birçok araştırmacı tarafından kullanılan yaygın bir yöntemdir. Sudaki etanol konsantrasyonunun en uygun %70-95 arasında, optimum %70 - 80 olduğu bildirilmiştir. Brezilya, Çin, Malezya gibi farklı coğrafi ve bitki kökenli propolis türleri için de aynı sonuçlar bildirilmiştir. Yapılan çalışmalara bakıldığında, muhtemelen karıştırma veya çalkalama her zaman istikrarlı bir şekilde bildirilmediği için ya da farklı partikül boyutlarının farklı olmasından dolayı bildirilen ekstraksiyon süreleri oldukça farklıdır. 3 günün üzerindeki sürelerin ekstraksiyon verimine çok az ek katkı sağladığı bildirilmiştir (Bankova ve ark., 2021).

Ma ve ark. (2016), etanol ve metanol özütlerinin su, etil asetat, kloroform ve benzen özütlerine kıyasla daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiğini bulmuşlardır. pH'nın ekstraksiyon verimliliği üzerindeki etkisi de incelenmiştir; pH modifikasyonu olmayan su ekstraktlarına kıyasla bazik pH'da suyun daha yüksek miktarlarda fenolik ve flavonoid ekstrakte ettiği bulunurken, etanol ekstraktı için bu durumun geçerli olmadığı bildirilmiştir (Mello ve ark., 2011; Mello ve Hubinger, 2012). Ancak, fenoliklerin daha yüksek pH'da

oksitlenebileceği bilinmesine rağmen, depolama sırasında ekstraktın stabilitesini değerlendirilmemiştir (Amendola ve ark., 2010).

Kavak tipi propolisten standartlaştırılmış fenolik özütler üretmek için çok dinamik özütlenme adı verilen bir yöntem kullanılmıştır. Bu patentli ekstraksiyon prosesi, mumu alınmış ham propolisten bir ilk sulu ekstraksiyon ve ardından her bir ekstraksiyon, kalan kalıntı üzerinde gerçekleştirilen ve önceki ekstraksiyondan daha yüksek bir etanol yüzdesine sahip bir etanol/su karışımı kullanılarak bir dizi ekstraksiyondan oluşan birkaç adımdan oluşan bir yöntemdir. (Zaccaria ve ark., 2019).

Etanol dışındaki çözücüler de kullanılmıştır. Farklı çözücüler içeren ticari propolis özütleri incelendi ve yağ preparasyonunun geniş bir antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu bulundu, gliserin solüsyonu Gram-pozitif bakterilerin çok az inhibisyonu gösterdi; etanol ve propilen glikol çözeltileri, mayalara karşı iyi aktivite gösterdi (Tosi ve ark., 1996). Kubiliené (2011), Litvanya propolisinin su, gliserol, makrogol 400 (polietilen glikol 400) ile ekstraksiyonunu denemiş, toplam fenolik konsantrasyonuna göre en iyi sonuçları sulu makrogol ve sulu makrogol artı sodyum sitrat çözeltileri ile elde etmiştir. Bitkisel yağların yeşil Brezilya propolisinin ekstraksiyonu için etkili olduğu ortaya çıkmış, ekstraktlar in vitro ve in vivo olarak iyi bir antitümör etki göstermiştir (Carvalho ve ark., 2011). Ancak Brezilya propolisinin kanola yağı ve soya fasulyesi yağlı özlerinin, etanol-su özlerinden daha düşük antiradikal aktiviteye sahip olduğu bulunmuştur (Schmidt ve ark., 2014). Hindistan cevizi yağı ve zeytinyağı ilaveli Endonezya

Trigona iğnesiz arı propolis özleri, etanol özlerinden daha yüksek antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir (Pujirahayu ve ark., 2014, 2015). Uçucu yağlar bile son zamanlarda propolis ve uçucu yağların etkilerini birleştirerek sağlığı geliştirici ürünler hazırlama fikri ile propolis ekstraksiyonunda kullanılmaktadır (Keskin ve ark., 2018).

Ekstraksiyona sıcaklığının etkisi de incelenmiştir. Yüksek sıcaklık uygulaması, su-etanol karışımlarının dışındaki diğer çözücülerle daha kısa ekstraksiyon süreleriyle sonuçlanmıştır. Kısa ekstraksiyon süresi ve maksimum aktif bileşen verimi için optimum sıcaklık 70 °C olarak bulunmuştur (Kubiliene ve ark., 2015; Oldoni ve ark., 2015).

## **1.2. Ultrason destekli ekstraksiyon**

Ultrason destekli ekstraksiyon (UAE), doğal ürünler için sağlıklı ve ekonomik olarak geleneksel tekniklere uygun bir alternatif olarak kabul edilir. UAE'nin daha düşük ekstraksiyon ve işlem süresine sahip olması, daha düşük miktarlarda enerji kullanımı ve kullanılan çözücülerin faydalarının, esas olarak akustik kaviteasyonun mekanik etkilerinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Vinatoru ve ark., 2017). Kaviteasyon, yüksek yerel sıcaklıklara ve basınçlara neden olur ve partikül boyutunu küçültebilir, kütle transferini artırabilir (Shirsath ve ark., 2012). UAE, şifalı bitkilerin ekstraksiyonu için yaygın olarak kullanılmaktadır. Propoliste, matraste hücresel yapıların olmaması nedeniyle ekstraksiyon işleminin hızlanması dikkatleri çekmiştir. Pek çok araştırmacı, propolisin UAE'sini maserasyon ile karşılaştırmalı olarak incelemiş ve çok kısa ekstraksiyon sürelerinde, ekstrakte edilen fenoliklerin ve flavonoidlerin yüzdesi açısından iyi sonuçlar verdiğini

bulmuştur. UAE'nin optimizasyonu, çoğu zaman etanol konsantrasyonuna, sıcaklığa, ekstraksiyon süresine, katı-çözücü oranına odaklanan birçok araştırmacı tarafından çalışılmıştır. Bazı araştırmacılar ayrıca ekstraksiyon sıcaklığının etkisini de incelemiş ve optimal sıcaklığın 60– 65 °C olduğunu bildirmişlerdir (Oroian ve ark., 2020; Yusof ve ark., 2020 ).

Farklı propolis türleri çalışılmış, ancak maserasyonda olduğu gibi, optimum etanol konsantrasyonu %70 ile % 90 arasında, propolis-çözücü oranı çoğunlukla 1:10 ya da 1:15 ile 1:30 arasında olduğu bildirilmiştir. İşlemin süresinin 12 ila 30 dakika arasında olması nedeniyle maserasyon ile optimal ekstraksiyon için gereken günlerle karşılaştırıldığında oldukça kısa olduğu belirtilmiştir (Cao ve Yang, 2015; Ding ve ark., 2019; Li ve ark., 2003; Oroian ve ark., 2020 ; Pan ve ark., 2011 ; Razavizadeh ve Niazmand, 2019; Sanpa ve ark., 2012; Trusheva ve ark., 2007; Yusof ve ark., 2020). Yalnızca birkaç makalede, kullanılan ultrasonun optimal frekansından (45 kHz, Fu 2011; 20 kHz, Oroian ve ark., 2020) veya gücünden bahsedilmiştir (540 kW, Fu ve ark., 2007). Ayrıca bazı durumlarda fikir ayrılıkları gözlemlenmiştir. Bazı araştırmacılar (Bayram ve ark., 2020; Zin ve ark., 2018), maserasyona kıyasla ultrason destekli ekstraksiyon yönteminin ekstraktta daha yüksek oranda flavonoid bulunmasını sağladığını bildirmişlerdir (Trusheva ve ark., 2007).

UAE ile maserasyon işlemi ile elde edilen ekstraktların biyolojik aktivitesini karşılaştıran çalışmalar da yapılmıştır. Bazı durumlarda, UAE ile elde edilen ekstraktların daha yüksek bir fenolik ve flavonoid

konsantrasyonuna ve daha yüksek antimikrobiyal, antioksidan ve sitotoksik aktiviteye sahip olduğu bulunmuştur (de Oliveira Reis ve ark., 2019; Khacha-Ananda ve ark., 2013). Diğer bazı çalışmalar, antioksidan (Končić ve ark., 2011; Sanpa ve ark., 2012), antimikrobiyal (Jug ve ark., 2014) ve anti-kanser aktivite ile ekstraksiyon yöntemi arasında net bir bağlantı olmadığını göstermiştir. (Bayram ve ark., 2020). Genel olarak, UAE' nin dikkat çeken bir avantajı, ekstraksiyonun önemli ölçüde hızlandırılması ve biyoaktif ekstraktların "normal" maserasyondan çok daha kısa sürede elde edilmesini sağlamasıdır (Cavalaro ve ark., 2019; Jug ve ark., 2014). Ayrıca, UAE maliyetinin, geleneksel ekstraksiyon yöntemlerinin maliyetlerinden sadece biraz daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Vieira ve ark., 2013).

### **1.3. Mikrodalga destekli ekstraksiyon**

Mikrodalga destekli ekstraksiyon (MAE), numuneleri içeren çözücülerini ısıtmak için mikrodalga enerjisi kullanarak, böylece analitleri bir numune matrisinden çözücüye bölerek, numunelerden aktif bileşenlerin ekstraksiyonu için geleneksel bir tekniktir. Mikrodalgalar doğaları gereği elektromanyetiktir ve birbirine dik elektrik ve manyetik alanlara sahiptir. Mikrodalga enerjisi moleküller üzerinde çoğu zaman aynı anda meydana gelen iyonik iletim ve dipol dönüşü olmak üzere iki mekanizma ile doğrudan etki eder (Delazar ve ark., 2012). Bu yöntemle, dielektrik sabitlerine göre yalnızca seçici ve hedeflenen malzemeler ısıtılabilir. Isıtma, çevreye neredeyse hiç ısı geçişi olmadan hedeflenen bir şekilde gerçekleşir. Mikrodalga ışınlama ile propolisten biyoaktif bileşenlerin başarılı bir şekilde ekstraksiyonu için umut verici

sonuçlar bildirilmiştir (**Bankova ve ark., 2021**). Çinli araştırmacılar, 1.5 dakikada % 80 etanol ile geleneksel maserasyona kıyasla daha yüksek toplam flavonoid verimi elde etmişlerdir (Wu ve ark., 2007 ). Malezya ve Endonezya'dan Trigona iğnesiz arılarının propolisinde MAE ile 20-30 dakika boyunca %65-70 etanol ile ekstrakte edilmiş ve toplam fenoliklerin ve toplam flavonoidlerin ekstraksiyonu, maserasyon ile elde edilenden daha yüksek bulunmuştur (Hamzah ve Leo, 2015; Margeretha ve ark., 2012).

Maserasyon, UAE ve MAE karşılaştırmaları da yapılmıştır. MAE, maserasyona ve hatta UAE'ye oranla kesinlikle çok hızlı bir ekstraksiyon yöntemidir; UAE için 15 - 30 dakika gerekirken MAE için 1 - 2 dakika yeterlidir.

Lujan ve ark.'na (2018) göre, ekstrakte edilen fenoliklerin ve flavonoidlerin miktarı ile ekstraktların antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteleri karşılaştırılabilir. Fakat, Trusheva ve ark. (2007) ile Oroian ve ark. (2020), mikrodalga ışımasının, muhtemelen bozunma süreçleri nedeniyle özütlenen aktif bileşenlerin yüzdesinde bir miktar azalmaya yol açtığını gözlemlemiştir. Verimi ve kısa ekstraksiyon süresini dikkate alarak UAE'nin en verimli ekstraksiyon yöntemi olduğu sonucuna varmışlardır.

Mikrodalga ultrason destekli ekstraksiyonun birleşik uygulaması İnan propolisinde test edilmiş mikrodalga ışıması (90 s, 300 W) ve ardından 40°C'de 10 dakikalık sonikasyonla, maserasyon ve Soxhlet ekstraksiyonuna oranla daha iyi etkinlik göstermiştir (Najafpour ve ark., 2019).

#### 1.4.Katı faz ekstraksiyonu

Etanol veya su ekstraktlarından propolis aktif bileşenleri elde etmek için katı faz ekstraksiyonu uygulanmıştır. Çin propolisinin flavonoidleri, etanol ekstraktından makro gözenekli reçineler kullanılarak ekstrakte edilmiş ve %90'ın üzerinde saflık elde edilmiştir (Liu ve ark., 2011; Wang, 2013). Çin propolisinin sulu fraksiyonunun polifenolleri, mikro gözenekli emici reçine ile ayrılmıştır (Li ve ark., 2016). Katı faz ekstraksiyonu, propolis analizi amacıyla kullanılmıştır ve daha çok büyük ölçekli hazırlayıcı uygulamalar için önerilmemektedir (Bankova ve ark., 2021).

#### 1.5.Sokhlet ekstraksiyonu

Soxhlet ekstraksiyon yöntemi de genelde propolisin biyoaktif bileşenlerini çıkarma işlemi için kullanılmaktadır. Kullanılan solvent (kloroform, etil asetat, etanol, etanol/su karışımı, su) ve ekstraksiyon süresi (2 -24 saat) gibi parametrelerin etkisi, ekstraktların verimi ve toplam fenolik/flavonoidleri içerikleri ve antioksidan aktivite açısından değerlendirilmiştir. Etanol-su çözücülerini için etanol yüzdesindeki artış, maserasyon ekstraksiyonuna benzer şekilde, daha yüksek ekstraksiyon verimi sağlar (Monroy ve ark, 2017; Zin ve ark., 2018). Az miktarda çözücü, çözücünün geri dönüşümü ve kısalan ekstraksiyon süresi, maserasyona kıyasla bu yöntemin ana avantajlarıdır. Birkaç araştırma grubu, 60°C'de ve 5:150 w/v'de mutlak etanol ile 4 6 saatlik Soxhlet ekstraksiyonunun en yüksek verime, daha yüksek toplam fenolik ve toplam flavonoid sağladığı sonucunu bulmuştur (Biscaia ve Ferreira, 2009; Paviani ve ark., 2013; Monroy ve ark., 2017). Bununla birlikte,



propolisin yüksek sıcaklığa uzun süre maruz kalması, propolisin mum maddelerinin çözünürlüğünü arttırmasının yanı sıra ısıya dayanıksız bileşiklerine zararlı olabileceğinden, yöntem dikkatli kullanılmalıdır (Biscaia ve Ferreira, 2009 ; Cunha ve ark., 2004; Paviani ve ark., 2013 ). Yapılan bir çalışmada Arjantin (24 saat ekstraksiyon) ve Malezya iğnesiz arı (6 saat ekstraksiyon) propolisi için yüksek ekstraksiyon fakat bunun yanında düşük toplam fenol/flavonoid içeriği ve düşük antioksidan gücü bildirilmiştir (Archaina ve ark., 2015; Zin ve ark., 2018 ).

### **1.6. Yüksek basınçlı ekstraksiyon yöntemleri**

Son zamanlarda, çevre kirliliğini azaltmayı ve daha düşük maliyetlerle verimi artırmayı amaçlayan yüksek basınçlı yöntemler kullanılarak yenilikçi ekstraksiyon ortaya çıkmaktadır. MAE, UAE ve SC-CO<sub>2</sub>'nin yanında, bu yeni yaklaşımlardan bazıları propolise uygulanmıştır.

Yüksek hidrostatik basınç ekstraksiyonu (HHPE), Çinli araştırmacıların ilgisini çekti. Bu işlem, geleneksel ekstraksiyon yöntemlerinde olduğu gibi aynı çözücüler kullanılarak 100 MPa ila 800 MPa veya daha fazla arasında değişen soğuk izostatik süper yüksek hidrolik basınca dayanmaktadır. Çeşitli fenomenleri harekete geçirmek için yüksek basınç uygulanır: (fazın bir formdan diğerine geçişi, reaksiyon dinamiğinin değişmesi, moleküler yapının değişmesi gibi) bu durum, hacimde bir azalmayı teşvik edecek şekilde bir reaksiyonu indükler, dolayısıyla ekstraksiyon verimliliğinin artmasıyla sonuçlanır (Khan ve ark., 2019). Hidrostatik basınç ne kadar yüksek olursa, matrise o kadar fazla çözücü girebilir ve o kadar fazla bileşik ekstrakte

edilebilir (Zhang ve ark., 2005). Bu yöntemin propolise uygulanması çok kısa bir ekstraksiyon süresine yol açar: HHPE ile 1 dakika boyunca elde edilen etanol ekstraksiyon verimleri, maserasyonlu günler için elde edilenlerle karşılaştırılabilir (Jun, 2008; Jun ve Zhang, 2007; Zhang ve ark., 2005). HHPE'den farklı olarak, Hızlandırılmış solvent ekstraksiyonu (ASE) olarak da adlandırılan basınçlı solvent ekstraksiyonu (PSE), ekstraksiyonun sıcaklığa bağlılığından kaynaklanır. Yüksek sıcaklık, ekstraksiyon hızını arttırırken, yüksek basınç, solventin normal kaynama noktasının üzerindeki sıcaklıklarda kaynamayı önler. (de la Guardia ve Armenta, 2011). Bu yöntem, %29 doğal yüzey aktif madde varlığında sıcak basınçlı su ile Brezilya propolisinin ve etanol-su ile Türk propolisinin ekstraksiyonunda iyi sonuçlar vermiş, her iki ekstre de iyi antiradikal aktivite göstermiştir (Chen ve ark., 2007; Erdoğan ve ark., 2011). Bununla birlikte, her iki yöntem de son derece özel ekipman ve dikkat gerektirir.

### **1.7.Süperkritik CO<sub>2</sub> ekstraksiyonu**

Süperkritik akışkanlar endüstride “yeşil” çevre dostu solventler olarak kullanılmaktadır. Karbondioksit, güvenliği, düşük maliyeti, basit rejenerasyonu ve işleme sırasında oksidasyonu önlemesi nedeniyle ekstraksiyonda kritik çözücü olarak en çok uygulanan maddedir (Bankova ve ark., 2021). Birçok farklı doğal maddenin fitokimyasallarının ekstraksiyonu için uygulanmıştır. SC-CO<sub>2</sub> apolardır ve içindeki polar bileşiklerin çözünürlüğü zayıftır, ancak az miktarda etanol ve metanol eklenmesi gibi modifikasyonlar ile polar bileşiklerin

ekstrakte edilmesinin sağlanabileceği düşünülmektedir (Azwanida, 2015).

Son zamanlarda, çevre kirliliğini azaltmayı ve daha düşük maliyetlerle verimi artırmayı amaçlayan yüksek basınçlı yöntemler kullanılarak yenilikçi ekstraksiyon yöntemleri ortaya çıkmaktadır. MAE, BAE ve SC-CO<sub>2</sub>'nin gibi yeni yöntemlerden bazıları propolise de uygulanmıştır. Propolis ekstraksiyonunda SC-CO<sub>2</sub> kullanımı ile ilgili çalışmaları 21. yüzyılın ilk yıllarında başlanmış ve git gide yaygınlaşmıştır. Fakat bu konuyla ilgili makalelerin birçoğu Çince olup, yalnızca İngilizce özetlere ulaşılabilir ve konu ile alakalı bilgiler yetersiz kalmaktadır. Bir çok çalışmada, SC-CO<sub>2</sub> özleri, etanol ile maserasyon ve/veya UAE ile elde edilen özlerle karşılaştırılmıştır. SC-CO<sub>2</sub>'nin düşük polaritesinden dolayı farklı propolis türlerinden elde edilen ekstraktlarda beklediği gibi düşük biyoaktif bileşik içeriği ile sonuçlandığı bildirilmiştir (Devequi- ve ark., Nunes ve ark., 2018, Saito ve ark., 2020; Li ve ark., 2015; Machado ve ark., 2016; Yuan ve ark., 2019). Öte yandan, yine farklı orijinli propolis ile yapılan deneylerde, SC-CO<sub>2</sub>'nin flavonoidlere ve yeşil Brezilya propolisinin artepillin C ve p-kumarik asidine karşı bir miktar seçiciliği tespit edilmiştir (Paviani ve ark., 2013; You ve ark., 2002; Chen ve ark., 2009; Machado ve ark., 2016). SC-CO<sub>2</sub> ekstraksiyonu, etanol ile ikinci bir klasik ekstraksiyondan önce propolisin bir ön muamelesi olarak önerilmiştir; bu iki aşamalı proses sonucu aktif bileşenler açısından zengin bir etanol ekstraktı elde edilmiştir (De Zordi ve ark., 2014; Ma ve ark., 2008; Monroy ve ark., 2017). Polariteyi arttırmak ve daha polar biyoaktif

bileşenler açısından zengin özütler elde etmek için, Çin ve Brezilya yeşil propolisi için % 1-10 oranlarında ortak çözücü olarak etanol kullanılmıştır (Biscaia ve Ferreira, 2009; Machado ve ark., 2015; Zeng ve ark., 2006). Yeşil ve kırmızı Brezilya propolisine kuru etanol ekstraktının fraksiyonlanması ve belirli değerli bileşenlerle zenginleştirilmiş fraksiyonların elde edilmesi için SC-CO<sub>2</sub> ekstraksiyon yöntemi uygulanmıştır. Bu propolislerden prenile edilmiş sinamik asitler (Paviani ve ark., 2012) ve poliprenile edilmiş benzofenonlar (Fianco ve ark., 2018) başarıyla elde edilmiştir. Fakat yine de SC-CO<sub>2</sub>'nin düşük polaritesi ve ikinci bir çözücü ihtiyacı olmasından kaynaklı bu ekstraksiyon yönteminin propolis için uygun olmadığı düşünülmektedir (Bankova ve ark., 2021).

### **1.8.Propolis ekstraksiyonu için doğal derin ötektik çözücüler**

Yeşil kimyadaki ilk araştırma alanlarından biri, biyoaktif doğal bileşiklerin ekstraksiyonu için yeni yeşil çözücülerin araştırılması olmuştur. Son on yılda, doğal derin ötektik çözücüler (NADES) geliştirilmiştir. Katı haldeki doğal bileşiklerin belirli bir kombinasyonu ötektik bir karışım oluşturabilir ve NADES oluşturmak üzere farklı sıvılara dönüştürülebilir. NADES ortam sıcaklığında sıvıdır, düşük buhar basıncına sahiptir ve biyolojik olarak uyumlu ve biyolojik olarak parçalanabilir. NADES'in en büyük avantajları, hazırlanma kolaylığı, yapılabilecek çok sayıda kombinasyon ve “ayarlanabilir” fizikokimyasal özellikleridir (de los Angeles Fernandez ve ark., 2018). Aktif maddelerin ekstraksiyonuna uygun polariteye sahip NADES propolise uygulanmıştır; Bu çözücülerin önemli viskozitesi nedeniyle,

ekstraksiyon sürelerini en aza indirmek için UAE kullanılmıştır. Birkaç NADES test edilmiştir ve kavak tipi propolis için en uygun olanının kolin klorür - L(ş)tartarik asit (Koutsoukos ve ark., 2019) ve sitrik asit-propilenglikol (Trusheva ve ark., 2019) kombinasyonu olduğu, Brezilya propolisi için kolin klorür – propilenglikol veya kolin klorür – laktik asit olduğu bildirilmiştir (Funari ve ark., 2019). Bununla birlikte, son zamanlarda bazı araştırmacılar NADES bileşenlerinin çözünmüş biyoaktif bileşiklerin biyolojik aktivitesini artırabileceğini öne sürmüştür (Murador ve ark., 2019). Propolisin NADES özü ile yapılan deneyleri bu öneriyi desteklemiştir (Trusheva ve ark., 2019). Bu durum, viskoz ve düşük buhar basınçlı NADES'ten çözünen maddelerin zor olan geri kazanımını kolaylaştırarak, doğrudan formülasyonlara dahil edilebilecek iyi bir aktiviteye sahip propolis özütleri elde etme fırsatı verebilir (Bankova ve ark., 2021).

## **Sonuç**

Sonuç olarak, işlenmemiş propolisten saf propolis elde edilmesi teknikleri, muhafazası, işlenmesi ve kullanımı ile ilgili çalışmaların sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Propolisin saptanmış herhangi bir yan etkisi olmamakla birlikte arı ürünlerine alerjisi olan bazı kişilerde alerjik reaksiyonlara neden olabileceği yapılan çalışmalarda belirtilmiştir (Coşkun ve İnci, 2020). Propolis için çok sayıda modern ve klasik ekstraksiyon yöntemleri incelenmiş ve denenmiştir. Propolis ekstraktı eldesi için kullanılan çözücüler ile ilgili olarak, farklı konsantrasyonlardaki su-etanol karışımları en etkili olanlardan olma durumunu devam ettirmekle birlikte, NADES ve yağda çözme

yöntemlerinin ilerdeki çalışmalar için umut verici potansiyeli yapılan çalışmalarda ortaya çıkmıştır. Ekstraksiyon işlemlerinden ultrason destekli ekstraksiyon, ekstraksiyon süresi, ekstraksiyon verimi ve maliyet etkinliği dikkate alındığında en uygun yöntem gibi görünmektedir. Tabii ki, özellikle büyük ölçekli uygulamalar için, kemometrik optimizasyon yaklaşımlarına dayalı farklı propolis türlerinden biyoaktif bileşikleri elde etmenin en iyi yolunu bulmak amacıyla daha fazla çalışma yapılmasına ihtiyaç vardır.

## KAYNAKLAR

- Amendola, D., De Faveri, D. M., Spigno, G. (2010). Grape marc phenolics: Extraction kinetics, quality and stability of extracts. *Journal of Food Engineering*, 97(3): 384–392.
- Archaina, D., Rivero, R., Sosa, N., Baldi Coronel, B. (2015). Influence of the harvesting procedure and extracting process on the antioxidant capacity of ethanolic propolis extracts. *Journal of Apicultural Research*, 54(5): 474–481.
- Azwanida, N. N. (2015). A review on the extraction methods use in medicinal plants, principle, strength and limitation. *Medicinal and Aromatic Plants*, 4(196): 2167–0412.
- Bankova, V., Popova, M., Trusheva, B. (2018). The phytochemistry of the honeybee. *Phytochemistry*, 155:1–11.
- Bankova, V., Bertelli, D., Borba, R., Conti, B. J., da Silva Cunha, I. B., Danert, C., Eberlin, M. N., I Falcao, S., Isla, M. I., Moreno, M. I. N., Papotti, G., Popova, M., Santiago, K. B., Salas, A., Sawaya, A. C. H. F., Schwab, N. V., Sforcin, J. M., Simone-Finstrom, M., Spivak, M., Zampini, C. (2019). Standard methods for *Apis mellifera* propolis research. *Journal of Apicultural Research*, 58(2): 1–49.
- Bankova, V., Trusheva, B., Popova M. (2021). Propolis extraction methods: a review. *Journal of Apicultural Research*. <https://doi.org/10.1080/00218839.2021.1901426>.
- Bayram, N. E., Gercek, Y. C., Bayram, S., Togar, B. (2020). Effects of processing methods and extraction solvents on the chemical content and bioactive properties of propolis. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 14(2): 905–916.
- Biscaia, D., Ferreira, S. R. S. (2009). Propolis extracts obtained by low pressure methods and supercritical fluid extraction. *The Journal of Supercritical Fluids*, 51(1): 17–23.

- Cao, X., Yang, H. (2015). Study on extraction of flavonoids from propolis and the activity of scavenging free radicals. *Science and Technology of Cereals, Oils and Foods*, 2015(5): 45–49.
- Carvalho, A. A., Finger, D., Machado, C. S., Schmidt, E. M., Costa, P. M. D., Alves, A. P. N. N., Morais, T. M. F., Queiroz, M. G. R. D., Quin\_aia, S. P., Rosa, M. R. D., Santos, J. M. T. D., Pessoa, C., Moraes, M. O. D., Costa-Lotufo, L. V., Sawaya, A. C. H. F., Eberlin, M. N., Torres, Y. R. (2011). In vivo antitumoural activity and composition of an oil extract of Brazilian propolis. *Food Chemistry*, 126(3): 1239–1245.
- Castaldo, S., Capasso, F. (2002). Propolis, an old remedy used in modern medicine. *Fitoterapia*, 73: S1–S6.
- Cavalaro, R. I., da Cruz, R. G., Dupont, S., de Moura, J. M. L. N., de Souza Vieira, T. M. F. (2019). In vitro and in vivo antioxidant properties of bioactive compounds from green propolis obtained by ultrasound-assisted extraction. *Food Chemistry: X*, 4, 100054.
- Chen, C. R., Lee, Y. N., Chang, C. M. J., Lee, M. R., Wei, I. C. (2007). Hot-pressurized fluid extraction of flavonoids and phenolic acids from Brazilian propolis and their cytotoxic assay in vitro. *Journal of the Chinese Institute of Chemical Engineers*, 38(3–4): 191–196.
- Chen, C. R., Lee, Y. N., Lee, M. R., Chang, C. M. J. (2009). Supercritical fluids extraction of cinnamic acid derivatives from Brazilian propolis and the effect on growth inhibition of colon cancer cells. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 40(2): 130–135.
- Coşkun, P., İnci, H. (2020). Propolisin Kimyasal İçeriği ile Antibakteriyel, Antiviral ve Antioksidan Aktivitesi. *ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi* .4(4).
- Cunha, I. B. S., Sawaya, A. C. H. F., Caetano, F. M., Shimizu, M. T., Marcucci, M. C., Drezza, F. T., Povia, G. S., Carvalho, P. d O. (2004). Factors that influence the yield and composition of Brazilian propolis extracts. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 15(6): 964–970.
- Cvek, J., MedicSaric, M., Jasprica, I., Zubcic, S., Vitali, D., Mornar, A., Vedrina-Dragojevic, I., Tomic, S. (2007). Optimisation of an extraction procedure and



- chemical characterisation of Croatian propolis tinctures. *Phytochemical Analysis*, 18(5): 451–459.
- de la Guardia, M., Armenta, S. (2011). Greening sample treatments. *Comprehensive Analytical Chemistry*, 57, 87–120.
- de los Angeles Fernandez, M., Espino, M., Gomez, F. J., & Silva, M. F. (2018). Novel approaches mediated by tailor-made green solvents for the extraction of phenolic compounds from agro-food industrial by-products. *Food Chemistry*, 239: 671–678.
- de Oliveira Reis, J. H., de Abreu Barreto, G., Cerqueira, J. C., dos Anjos, J. P., Andrade, L. N., Padilha, F. F., Druzian, J. I., Machado, B. A. S. (2019). Evaluation of the antioxidant profile and cytotoxic activity of red propolis extracts from different regions of northeastern Brazil obtained by conventional and ultrasound-assisted extraction. *PloS One*, 14(7): e0219063.
- De Zordi, N., Cortesi, A., Kikic, I., Moneghini, M., Solinas, D., Innocenti, G., Portolan, A., Baratto, G., Dall’Acqua, S. (2014). The supercritical carbon dioxide extraction of polyphenols from propolis: a central composite design approach. *The Journal of Supercritical Fluids*, 95: 491–498.
- Delazar, A., Nahar, L., Hamedeyazdan, S., Sarker, S. D. (2012). Microwave-assisted extraction in natural products isolation. In S. D. Sarker & L. Nahar (Eds.), *Natural products isolation, Methods in Molecular Biology (Methods and Protocols)* (Vol. 864, pp. 89–115).
- Devequi-Nunes, D., Machado, B. A. S., de Abreu Barreto, G., Silva, J. R., da Silva, D. F., da Rocha, J. L. C., Brandao, H. N., Borges, V. M., Umsza-Guez, M. A. (2018). Chemical characterization and biological activity of six different extracts of propolis through conventional methods and supercritical extraction. *PloS One*, 13(12): e0207676.
- Ding, Q., Wu-Chen, R. A., Wu, Q., Jiang, H., Zhang, T., Luo, L., Ma, H., Ma, S., He, R. (2019). Kinetics of ultrasound-assisted extraction of flavonoids and triterpenes and structure characterization of Chinese Northeast black bee propolis. *Chiang Mai Journal of Science*, 46(1): 72–92.

- Erdogan, S., Ates, B., Durmaz, G., Yilmaz, I., Seckin, T. (2011). Pressurized liquid extraction of phenolic compounds from Anatolia propolis and their radical scavenging capacities. *Food Chem Toxicol*, 49(7): 1592–1597.
- Fianco, A. L., Lucas, A. M., Fasolo, D., Almeida, R. N., Pippi, B., Gfuez, C. M., Fuentesfria, A., Vargas, R. M. F., Teixeira, H. F., Poser, G. V., Cassel, E. (2018). Polyphenylated benzophenone- enriched extracts obtained using SC–CO<sub>2</sub> from the dry ethanolic extract of Brazilian red propolis. *Separation Science and Technology*, 53(11): 1724–1731.
- Fu, Y., Yu, Z., Zhang, J. (2007). Optimization of extraction processing of propolis flavones by ultrasound. *Science and Technology of Food Industry*, 5: 143–145.
- Fu, Z. (2011). Research on the optimization of the ultrasoundassisted technology of the total flavonoid extraction from propolis. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 33.
- Funari, C. S., Sutton, A. T., Carneiro, R. L., Fraige, K., Cavalheiro, A. J., da Silva Bolzani, V., Hilder, E. F., Arrua, R. D. (2019). Natural deep eutectic solvents and aqueous solutions as an alternative extraction media for propolis. *Food Research International (Ottawa, Ont.)*, 125: 108559
- Hamzah, N., Leo, C. P. (2015). Microwave-assisted extraction of *Trigona* propolis: the effects of processing parameters. *International Journal of Food Engineering*, 11(6): 861–870.
- Jug, M., Karas, O., Kosalec, I. (2017). The influence of extraction parameters on antimicrobial activity of propolis extracts. *Natural Product Communications*, 12(1).
- Jug, M., Kon\_ci\_c, M. Z., Kosalec, I. (2014). Modulation of antioxidant, chelating and antimicrobial activity of poplar chemo-type propolis by extraction procures. *Lwt – Food Science and Technology*, 57(2): 530–537.
- Jun, X. (2008). Comparison of antioxidant activity of ethanolic extracts of propolis obtained by different extraction methods. *The Canadian Journal of Chemical Engineering*, 84(4): 447–451.

- Jun, X., Zhang, S. (2007). Antioxidant activity of ethanolic extracts of propolis by high hydrostatic pressure extraction. *International Journal of Food Science & Technology*, 42(11): 1350–1356.
- Keskin, S., Keskin, M., Kolayli, S. (2018). A new approach to propolis extraction. *Journal of Apitherapy and Nature/ Apiterapi ve Doğa Dergisi*, 1(3): 26–26.
- Khacha-Ananda, S., Tragoolpua, K., Chantawannakul, P., Tragoolpua, Y. (2013). Antioxidant and anti-cancer cell proliferation activity of propolis extracts from two extraction methods. *Asian Pac J Cancer Prev*, 14(11): 6991–6995.
- Khan, S. A., Aslam, R., Makroo, H. A. (2019). High pressure extraction and its application in the extraction of bio-active compounds: A review. *Journal of Food Process Engineering*, 42(1): e12896.
- Kim, S. H., Kim, I. H., Kang, B. H., Lee, K. H., Lee, S. H., Lee, D. S., Cho, S. M. K., Hur, S. S., Kwon, T. K., Lee, J. M. (2009). Optimization of ethanol extraction conditions from propolis (a bee product) using response surface methodology. *Korean Journal of Food Preservation*, 16(6): 908–914.
- Koncic, M. Z., Kosalec, I., Mario, J. (2011). The influence of propolis extraction parameters on its chemical composition and antioxidant activity. In *International Conference “Medicinal and Aromatic Plants in Generating of New Values in 21st Century, Sarajevo*.
- Koutsoukos, S., Tsiaka, T., Tzani, A., Zoumpoulakis, P., Detsi, A. (2019). Choline chloride and tartaric acid, a Natural Deep Eutectic Solvent for the efficient extraction of phenolic and carotenoid compounds. *Journal of Cleaner Production*, 241, 118384.
- Kubiliene, L. (2011). The influence of technological processes on extraction of chemical compounds of Propolis. *Sveikatos Mokslai/Health Sciences*, 21(2): 105–108.
- Kubiliene, L., Laugaliene, V., Pavilonis, A., Maruska, A., Majiene, D., Barcauskaite, K., Kubilius, R., Kasparaviciene, G., Savickas, A. (2015). Alternative preparation of propolis extracts: comparison of their composition and

- biological activities. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 15(1): 156.
- Li, C., Guo, H., Yu, L. (2015). Active components and antioxidant activity of propolis extraction under two kinds of process. *China Food Additives*, 2015(9): 109–115.
- Li, W., Ma, Y. H., Peng, Y. F. (2003). Study on optimal extraction conditions of flavanoids from propolis. *Food Science*, 2003(5): 100–101.
- Li, A., Xuan, H., Sun, A., Liu, R., Cui, J. (2016). Preparative separation of polyphenols from water-soluble fraction of Chinese propolis using macroporous absorptive resin coupled with preparative high performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography. B, Analytical Technologies in the Biomedical and Life Sciences*, 1012-1013, 42–49.
- Liu, Y., Luo, Y., Guo, H., Qian, J. (2011). Optimization of the flavonoids extraction from propolis. *Apiculture of China*, 2011(1): 6–10.
- Lujan, M. D. R. M., Moreno Resendez, A., Galvan Barron, G. S., Reyes Carrillo, J. L., Carrillo Inungaray, M. L. (2018). Actividad antibacteriana y contenido fen\_olico de extractos de propoleos obtenidos por diferentes metodos de extraccion. *Nova scientia*, 10(20): 397–412.
- Ma, S., Ma, H., Pan, Z., Luo, L., Weng, L. (2016). Antioxidant activities of propolis's extracts by different solvents in vitro. *Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology*, 16(8): 53–58.
- Ma, H. L., Mao, L. Q., Gao, Y. F., Luo, L., Wang, Z. B. (2008). In vitro inhibitive effect of supercritical CO<sub>2</sub> extract of propolis on tumor cells. *Journal of Jiangsu University (Natural Science Edition)*, 29(1): 5–8.
- Machado, B. A. S., de Abreu Barreto, G., Costa, A. S., Costa, S. S., Silva, R. P. D., da Silva, D. F., Brandao, H. N., da Rocha, J. L. C., Nunes, S. B., Umsza-Guez, M. A., Padilha, F. F. (2015). Determination of parameters for the supercritical extraction of antioxidant compounds from green propolis using carbon dioxide and ethanol as co-solvent. *PloS One*, 10(8): e0134489.
- Machado, B. A. S., Silva, R. P. D., de Abreu Barreto, G., Costa, S. S., da Silva, D. F., Brandao, H. N., da Rocha, J. L. C., Dellagostin, O. A., Henriques, J. A. P.,

- Umsza-Guez, M. A., Padilha, F. F. (2016). Chemical composition and biological activity of extracts obtained by supercritical extraction and ethanolic extraction of brown, green and red propolis derived from different geographic regions in Brazil. *PLoS One*, 11(1): e0145954.
- Margeretha, I., Suniarti, D. F., Herda, E., Masud, Z. A. (2012). Optimization and comparative study of different extraction methods of biologically active components of Indonesian propolis *Trigona* spp. *Journal of Natural Products*, 5, 233–242.
- Mello, B. C., Kakuda, P. M., Hubinger, M. D. (2011). Influence of pH variation during propolis extraction with the use of water as solvent. In *Proceedings of the 11th International Congress on Engineering and Food (ICEF11)* (Vol. 3, pp. 2187–2196).
- Mello, B. C., Hubinger, P. M. (2012). Antioxidant activity and polyphenol contents in Brazilian green propolis extracts prepared with the use of ethanol and water as solvents in different pH values. *International Journal of Food Science & Technology*, 47(12): 2510–2518.
- Mokhtar, S. U. (2019). Comparison of total phenolic and flavonoids contents in Malaysian propolis extract with two different extraction solvents. *International Journal of Engineering Technology and Sciences*, 6(2): 1–11.
- Monroy, Y. M., Rodrigues, R. A., Rodrigues, M. V., Sant’Ana, A. S., Silva, B. S., Cabral, F. A. (2017). Brazilian green propolis extracts obtained by conventional processes and by processes at high pressure with supercritical carbon dioxide, ethanol and water. *The Journal of Supercritical Fluids*, 130, 189–197.
- Murador, D. C., de Souza Mesquita, L. M., Vannuchi, N., Braga, A. R. C., de Rosso, V. V. (2019). Bioavailability and biological effects of bioactive compounds extracted with natural deep eutectic solvents and ionic liquids: Advantages over conventional organic solvents. *Current Opinion in Food Science*, 26, 25–34.
- Najafpour, D. G., Heidari, G., Mohammadi, M., Moghadamnia, A. A. (2019), Microwave ultrasound assisted extraction: determination of quercetin for

- antibacterial and antioxidant activities of Iranian propolis. *International Journal of Engineering*, 32(8): 1057–1064.
- Oldoni, T. L. C., Oliveira, S. C., Andolfatto, S., Karling, M., Calegari, M. A., Sado, R. Y., Maia, F., Alencar, S. M., Lima, V. A. (2015). Chemical characterization and optimization of the extraction process of bioactive compounds from propolis produced by selected bees *Apis mellifera*. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 26(10): 2054–2062.
- Oroian, M., Dranca, F., Ursachi, F. (2020). Comparative evaluation of maceration, microwave and ultrasonic-assisted extraction of phenolic compounds from propolis. *Journal of Food Science and Technology*, 57(1): 70–78.
- Pan, Q. Y., Li, Y. H., Zhou, X. H., Yang, F. J. (2011). The ultrasonic extraction methods of total flavonoids in propolis. *Journal of Bee*, 12.
- Paviani, L. C., Saito, E., Dariva, C., Marcucci, M. C., Sanchez- Camargo, A. P., Cabral, F. A. (2012). Supercritical CO<sub>2</sub> extraction of raw propolis and its dry ethanolic extract. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 29(2): 243–251.
- Paviani, L. C., Fiorito, G., Sacoda, P., Cabral, F. A. (2013). Different solvents for extraction of Brazilian green propolis: Composition and extraction yield of phenolic compounds. In III Iberoamerican Conference on Supercritical Fluid, 1–5.
- Pujirahayu, N., Ritonga, H., Laksananny, S. A., Uslinawaty, Z. (2015). Antibacterial activity of oil extract of *Trigona* propolis. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 7, 419–422.
- Pujirahayu, N., Ritonga, H., Uslinawaty, Z. (2014). Properties and flavonoids content in propolis of some extraction method of raw propolis. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 6, 338–340.
- Razavizadeh, B. M., Niazmand, R. (2019). Effect of maceration and ultrasound extraction methods on the content of phenolic compounds of propolis. *Innovative Food Technologies*, 6(2): 293–304.

- Saito, E., Sacoda, P., Paviani, L. C., Paula, J. T., Cabral, F. A. (2020). Conventional and supercritical extraction of phenolic compounds from Brazilian red and green propolis. *Separation Science and Technology*.
- Sanpa, S., Sutjarittangtham, K., Tunkasiri, T., Eitssayeam, S., Chantawannakul, P. (2012). Ultrasonic extraction of Thai propolis for antimicrobial and antioxidant properties. *Advanced Materials Research*, 506, 371–371.
- Schmidt, E. M., Santos, C. d S., Stock, D., Finger, D., Baader, W. J., Caetano, I. K., Quinaia, S. P., Sawaya, A. C. H. F., Eberlin, M. N., Torres, Y. R. (2014). Effect of extraction solvent on antiradical activity of the obtained propolis extracts. *Journal of Apicultural Research*, 53(1), 91–100.
- Sforcin, J. M., Bankova, V. (2011). Propolis: is there a potential for the development of new drugs? *Journal of Propolis extraction methods 9 Ethnopharmacology*, 133(2): 253–260.
- Shirsath, S. R., Sonawane, S. H., Gogate, P. R. (2012). Intensification of extraction of natural products using ultrasonic irradiations: A review of current status. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, 53, 10–23.
- Tosi, B., Donini, A., Romagnoli, C., Bruni, A. (1996). Antimicrobial activity of some commercial extracts of propolis prepared with different solvents. *Phytotherapy Research*, 10(4): 335–336.
- Trusheva, B., Petkov, H., Popova, M., Dimitrova, L., Zaharieva, M., Tsvetkova, I., Najdenski, H., Bankova, V. (2019). “Green” approach to propolis extraction: Natural deep eutectic solvents. *Comptes Rendus de L'Academie Bulgare Des Sciences: sciences Mathematiques et Naturelles*, 72(7), 897–905.
- Trusheva, B., Trunkova, D., Bankova, V. (2007). Different extraction methods of biologically active components from propolis: a preliminary study. *Chemistry Central Journal*, 1(1): 13.
- Tsibranska, I. H., Tylkowski, B., Peev, G. A., Giamberini, M., Garcia-Valls, R. (2012). Mass transfer kinetics of biologically active compounds from Propolis. *Bulgarian Chemical Communications*, 44(1): 64–69.
- Usman, U. Z., Bakar, A. A., Mohamed, M. (2016). Phytochemical screening and comparison of antioxidant activity of water and ethanol extract propolis from

- Malaysia. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 8(5): 413–415.
- Vieira, G. S., Cavalcanti, R. N., Meireles, M. A. A., Hubinger, M. D. (2013). Chemical and economic evaluation of natural antioxidant extracts obtained by ultrasound-assisted and agitated bed extraction from jussara pulp (*Euterpe edulis*). *Journal of Food Engineering*, 119(2): 196–204.
- Vinatoru, M., Mason, T. J., Calinescu, I. (2017). Ultrasonically assisted extraction (UAE) and microwave assisted extraction (MAE) of functional compounds from plant materials. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 97, 159–178.
- Wang, C. (2013). Study on purification of total flavones in the extraction of propolis by macroreticular resin. *Food Research and Development*, 2013(11): 8.
- Woo, S. O., Hong, I. P., Han, S. M. (2015). Extraction properties of propolis with ethanol concentration. *Journal of Apiculture*, 30(3): 211–216.
- Wu, Y., He, J., Pu, B., Wei, Y. (2007). Study on microwaveassisted extraction of total flavones from propolis. *Modern Food Science and Technology*, 5, 50–55.
- Xu, Y., Zhao, X., Gu, L., Nie, G. (2006). Optimization the extraction process of total flavones from propolis. *Academic periodical of farm products processing*, 4, 14–16.
- You, G. S., Lin, S. C., Chen, C. R., Tsai, W. C., Chang, C. J., Huang, W. W. (2002). Supercritical carbon dioxide extraction enhances flavonoids in water-soluble propolis. *Journal of the Chinese Institute of Chemical Engineers*, 33(3): 233–241.
- Yuan, Y., Zheng, S., Zeng, L., Deng, Z., Zhang, B., Li, H. (2019). The phenolic compounds, metabolites, and antioxidant activity of propolis extracted by ultrasound-assisted method. *Journal of Food Science*, 84(12): 3850–3865.
- Yue, Z., Lianqing, J., Min, Y., Mei, H. (2012). Optimization of extraction technique for total flavonoids from propolis by multi-index comprehensive weighted evaluation. *China Pharmacist*, 2012(6): 759–762.
- Yusof, N., Munaim, M. S., Kutty, R. V. (2020). Ultrasoundassisted extraction propolis and its kinetic study. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 736, 022089.



- Zaccaria, V., Garzarella, E. U., Di Giovanni, C., Galeotti, F., Gisone, L., Campoccia, D., Volpi, N., Arciola, C. R., Daglia, M. (2019). Multi dynamic extraction: An innovative method to obtain a standardized chemically and biologically reproducible polyphenol extract from poplar-type propolis to be used for its anti-Infective properties. *Materials*, 12(22): 3746.
- Zeng, Z. J., Fan, Z. B., Xie, G. X., Yan, W. Y. (2006). Study on the CO<sub>2</sub> supercritical extraction of propolis. *Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis*, 5, 769–771.
- Zhang, S., Xi, J., Wang, C. (2005). High hydrostatic pressure extraction of flavonoids from propolis. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 80(1): 50–54.
- Zhao, Y., Tian, W., Guo, Z., Gao, L., Peng, W. (2012). Optimization of ethanol extraction technology from propolis by response surface methodology. *Journal of Agricultural Science and Technology (Beijing)*, 14(3): 85–93.
- Zin, N. B. M., Azemin, A., Rodi, M. M. M., Mohd, K. S. (2018). Chemical composition and antioxidant activity of stingless bee propolis from different extraction methods. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(4): 90–95.

## BÖLÜM 16

### TÜRKİYE’DE HAYVAN KUDUZU EPİDEMİLERİNDE SIĞIR, KEDİ, KÖPEK AŞILAMASININ, VAKA SAYILARI VE TAZMİNAT ÖDEMELERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Doç. Dr. Metin GÜRÇAY<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Bingöl Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Klinik Öncesi Bilimler Bölümü, Viroloji Anabilim dalı, ORCID: 0000-0001-9160-7454, mgurcay@bingol.edu.tr



## 1.GİRİŞ

Kuduz, koruma ve kontrol yapılmadığı takdirde insanlar da dahil olmak üzere tüm memelilerin potansiyel olarak duyarlı olduğu her zaman ölümcül bir hastalıktır. Hastalığın belirtileri hayvanlarda büyük farklılıklar gösterir ve kesin teşhis ancak otopsiyi takiben beyin dokusunun laboratuvar testleriyle konulabilir. Maruz kaldıktan sonra enfeksiyonun inkübasyonu genellikle uzun ve değişkendir. Bu değişkenlik hem hastalığın yayılmasında, hem de hastalığın kalıcılığında önemli sorunlara neden olur. Kuduz kontrolü ağırlıklı olarak hayvanlarda özellikle köpeklerde kuduzun önlenmesi, kuduza maruz kaldıktan sonra ise insan ve hayvanların Kuduz Aşılı ile aşılması korunma ve kontrolde son derece etkili, güvenli bir yöntemdir (Balcha ve Abdela, 2017).

Etken, Rhabdoviridae ailesinin Lyssavirus cinsinin, tek sarmallı bir RNA genomuna sahip olan mermi şeklindeki virüslerin bir üyesidir. Lyssavirus cinsi, klasik kuduz virüsü (genotip 1) ve kuduzla alakalı Lagos yarasa virüsü (genotip 2), Mokola virüsü (genotip 3), Duvenhage virüsü (genotip 4), Avrupa yarasa lyssavirüsleri 1 ve 2 (genotip 5 ve 6) ve yakın zamanda keşfedilen Avustralya yarasa genotipi 7 tiplerini içerir (Balcha ve Abdela, 2017). Genel olarak yarasaların, hemen hemen tüm lyssavirüslerin gerçek birincil rezervuar konakçıları olduğu kabul edilir. Tüm lyssavirüsler hem insanlarda hem de diğer memelilerde ölümcül ensefalite neden olabilir. Bununla birlikte, klasik kuduz virüsü (genotip 1) diğer tüm lyssavirüslerin aksine, geniş bir etobur konakçı rezervuar yelpazesinde

çok sayıda bağımsız iletim döngüsü oluşturmuştur. Virüsün birincil etobur konakçı rezervuar konakçılarında sporadik olarak evcil hayvanlara ve insanlara bulaştırır. Özellikle köpekler ve kediler gibi evcil hayvanlar, kuduzun insanlara bulaşması için potansiyel vektörlerdir. Köpek veya köpek aracılı kuduz, tüm insan kuduz vakalarının % 99'undan fazlasına katkıda bulunur. Özellikle gelişmekte olan dünyadaki küresel insan nüfusunun yarısı köpeklerde kuduza endemik bölgelerde yaşıyor ve kuduza yakalanma riski altında olduğu düşünülüyor. Önemli bir bağışıklık süresi sağlayan birçok etkili hayvan kuduz aşısı mevcuttur. Köpek aracılı kuduz olan ülkelerde, köpeklerde kitlesel parenteral aşılama programları, kuduz kontrolünün temel dayanağı olmaya devam etmektedir (Freuling ve ark. 2012).

Klasik kuduz virüsü (RABV) yaklaşık 12 kb. boyutunda negatif polariteli RNA genomuna sahiptir. Bu genom, (N) fosfoprotein (P), matris proteini (M), glikoprotein (G) ve RNA'ya bağımlı RNA polimeraz (L) ve nükleoprotein olmak üzere beş yapısal protein sentezimde rol alır. Yapı taşı olarak rol oynayan proteinlerin bir araya gelmesi ve viral RNA'yı çevrelemesi ile virüs oluşur (Albertini ve ark. 2011).

Türkiye'de, aşı kampanya suretinde yapılmakta, kampanya süresince sahipli ve sahipsiz tüm köpek ve kedilere ulaşılarak parenteral aşılama sağlanmaktadır. Epidemik durumlarında sirayete maruz hayvanların aşılama şeklinde kuduz eradikasyon programları uygulanmaktadır. Bu çalışmada, 1013 yılı ile 2019 yılları arasında

Elazığ ili Karakoçan ilçesinde yetiştirilen hayvanlarda belirlenen kuduz epidemi mihraklarının epidemiyolojisi, koruma ve kontrol çalışmalarının saha etkinliği araştırıldı.

Çalışmanın amacı, insan ve hayvan sağlığını ciddi manada tehdit eden ve bölgedeki kuduz epidemilerinde görülen virüs tipine karşı aşılama, mücadelede programlarında uygulanan tazminat uygulamalarının kontrol uygulamalarındaki saha etkinliğini ortaya koymaktır.

## 2.MATERYAL VE METOD

**Hayvan Varlığı:** 1013 yılı ile 2019 yılları arasında Elazığ ili Karakoçan ilçesinde yetiştirilen Sığır, Kedi ve Köpek varlığı çalışmanın materyalini oluşturdu (Tablo 1).

**Tablo: 1** Epideminin Görüldüğü Bölgede Yıllara Göre Sığır, Kedi ve Köpek Varlığı.

Yıl/Hayvan Varlığı	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Sığır Varlığı	23.750	25.500	26.320	29.260	25.820	33.755	39.492
Kedi- Köpek Varlığı (Baş)	786	920	890	850	1500	1300	1000

**Veri Toplanması:** Bakanlık tarafından yürütülen kuduz hastalığı ile mücadelede programlarında hastalık ihbarı ile hastalık mahalline gidilip alınan numunelerin laboratuvar testleri ile teyit edilmiş hastalık mihrakları çalışmanın verileri olarak kullanıldı.

**Aşılamalar:** Hastalık çıkan mihraklarda, Sığır, Kedi ve Köpeklere Bakanlık ve Mahalli idarelerce sağlanan ve uygulanan İnaktif Doku Kültürü aşılamaları.

**Tazminat ödemeleri:** Hastalık çıkan mihraklarda hastalık belirtisi gösteren ve laboratuvarıda hastalık tanısı konulan hayvanların bedel tespitinden sonra ödenen parayı ifade eder.

**Tablo 2: Epidemilerde Yıllara Göre Aşılana Sığır ve Kedi-Köpek Sayıları**

Yıl/ Aşı	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
<b>Aşılana Sığır</b>	2600 (%10.94)	3526 %13.82	-	-	-	-	-
<b>Aşılana Kedi Köpek</b>	533 %67.81	707 %76.84	235 %26.40	205 %24.11	189 %12.60	1296 %99.69	774 %77.40

### 3.BULGULAR

Elazığ ili Karakoçan ilçesinde, 2013 yılında Sığır kuduz vakalarının başlaması üzerine, 2013 ve 2014 yıllarında başta sirayete maruz olan sığırlar olmak üzere, 2013 yılında bölgedeki sığır varlığının %10.94'ü, 2014 yılında %13.82'si özel idare kaynaklarından sağlanan inaktif doku kültürü aşıları ile aşılandı. Aynı zamanda, yıllık program dâhilinde bölgedeki kedi ve köpek varlığının 2013'de %67.81'i, 2014'de %76.84'ü, 2015'de %26.40'ı, 2016' da %24.11'i, 2017'de %12.60'ı, 2018'de %99.69'u, 2019'da %77.40'ı parenteral aşı uygulaması ile inaktif doku kültürü aşısı ile aşılandı (Tablo 2).

Aşılamalar ve tazminat ödemeleri sonucunda sığır kuduz vakalarının başladığı 2013 yılındaki hayvanlardaki kuduz hastalığı mihrak sayıları 14 iken, 2019 yılında 1 mihrak sayısına ulaşıldı. Aynı zamanda 2019 yılı mihrakında sığır vakası olmaması, ancak bir sahihsiz köpek vakası olması tazminat ödenecek bir durum gerektirmemiştir. Sığırlara 2015 yılı ve sonrası, parenteral aşı uygulaması yapılmadığı halde, sığır vakası tespit edilmemiştir. Bu sonuçlar, hayvanlardaki kuduz epidemilerinde bölgedeki hastalık rezervuarı kedi ve köpeklerin parenteral aşılanması mihrak sayısı üzerine etkili olduğuna vurgu yapmaktadır (Tablo 4).

Bölgenin toplam Sığır, Kedi ve Köpek varlığına göre hayvanlara yapılan aşılanma oranları, 2013 yılında %12.76, 2014 yılında %16.02, 2015 yılında %0.86, 2016 yılında %0.68, 2017 yılında %0.69, 2018 yılında %3.69, 2019 yılında %1.90 olmuştur. Sığırlarda görülen kuduz vakaları nedeni ile mücadele kapsamında toplam 114.231.00 TL tazminat ödendi (Tablo 3).

**Tablo 3:** Hayvan Varlığına Göre Yapılan Sığır, Kedi-Köpek Aşılamalarının Yıllara Göre Dağılımı, Hastalık Mihrakları ve Ödenen Tazminat Miktarı

Yıl	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Sığır Varlığı	23.750	25.500	26.320	29.260	25.820	33.755	39.492
Kedi-Köpek Varlığı	786	920	890	850	1500	1300	1000
Aşılanan hayvan	3133 (%12.76)	4233 (%16.02)	235 (%0.86)	205 (%0.68)	189 (%0.69)	1296 (%3.69)	774 (%1.90)
Mihrak	14 24 Sığır, 1 Köpek	8 5 Sığır, 3 Köpek	3 8 Sığır, 1 Köpek	3 1 Sığır, 2 Köpek	2 2 Sığır, -	3 2 Sığır, 1 Köpek	1 - 1 Köpek
Ödenen Tazminat (TL)	55.913,69	15.463,48	25.871.00	5.697.00	5.919.00	5.367.00	-



**Tablo 4:** Yıllara Göre Yapılan Kedi-Köpek Parenteral Aşılama Sayısı ve Hastalığa Yakalanan Hayvan Sayısı

Yıl/Aşı	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
<b>Aşılanan Kedi Köpek Sayısı</b>	533	707	235	205	189	1296	774
<b>Hastalığa Yakalanan Hayvan Sayısı</b>	25	8	9	3	2	3	1

#### 4.TARTIŞMA

Kuduz virüsü vücuda yaralardan veya mukozal yüzeylerle doğrudan temas ile girer, bozulmamış deriden geçmez. Sonra ilk giriş yerindeki ısırılan kasta çoğalır ve çoğalan virüs, merkezi sinir sistemine ulaşmak için motor sinir plaklarına ulaşır, nikotinic asetilkolin reseptörleri vasıtası ile sinir hücrelerini enfekte eder, akson sinirleri ile merkezi sinir sistemine ulaşır (Ugolini, 2010). Virüs bulaşmasında, deri ve mukoza bütünlüğünün önemi büyüktür. Bu nedenle enfekte köpekler ısırma nedeni ile deri ve mukoza bütünlüğü bozulmasına neden olması ile virüsün bulaşmasında önemli rol almaktadırlar. Kuduz virüsünün vücuda girişteki bölgenin beyine uzaklığı hastalık inkübasyon süresini değiştirmektedir. Hastalığın uzun süre inkübasyon süresine sahip olması, virüsün canlı hücrelerde kalması dolayısı ile tabiyatta virüsün hayatıyetini sürdürmesini sağlamaktadır. Bu açıdan, köpekler ve yarasalar virüsün endemik döngüde kalması ve çitlik hayvanları ve insanlara bulaşmasında ana virüs kaynağıdır (Johnson ve ark. 2010). Virüsün endemik bölgelerde ortadan kaldırılması ve enfeksiyon

zincirin kırılması ancak yoğun bir köpek aşılması ile mümkün olacaktır. Dünya çapında 15 milyondan fazla insan yılda bir kez temas sonrası profilaksi almaktadır (Anonim, 2018). Çok sayıda tedaviye rağmen, kuduz hala yıllık yaklaşık 59.000 insan ölümü neden olmaktadır. Bu nedenle, 2015 yılında Dünya Sağlık Örgütü WHO, Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), Uluslararası Hayvan Sağlığı Örgütü (OIE) ve Kuduz Kontrolü için Küresel İttifak (GARC), "2030'a kadar köpeklerle bulaşan kuduzdan sıfır insan ölümüne" hedefine ulaşmak için bir program başlatmıştır (Anonim, 2016).

Dünyada, Kuduz kontrol programları birden fazla kurum ve sektörü içerdiğinden, sektörler arası işbirliği ile hayvan ve halk sağlığı da dahil olmak üzere, "tek sağlık" konseptinde yürütülmektedir. Dünyada yapılan hastalıkla mücadele, yoğun parenteral köpek aşısı uluslararası standartlara göre üretilmiş aşı kampanyaları ile köpek aracılı kuduz kontrolü temeline dayanmaktadır. (Harischandra ve ark. 2016, Vigilato ve ark. 2013). Nihai olarak kuduzun ortadan kaldırılması ve kontrolü elde etmek için (genellikle yıllık olarak) en az% 70 aşı kapsamı ile kampanyalar tekrar tekrar yapılmalıdır (Coleman ve Dye 1996, Cleaveland ve ark. 2003). Dünyada 1885 yılında Pasteur'ün ilk kuduz aşısının geliştirilmesiyle birlikte, kuduzun kontrol altına alınması için çok daha etkili bir araç dönemi olan aşılama başladı. Günümüzde, insan kuduzunun neredeyse% 100 ölüm oranına rağmen, hastalık önceden maruz kalma ve / veya maruz kalma sonrası aşılama ile tamamen önlenbilir bir durumdadır. Ancak vaka sayılarının azaltılması, bulaşma döngüsünü kaynağında kırmak için yeterli sayıda

köpeğin aşılması esasına dayanmaktadır. Çok daha sürdürülebilir bir yaklaşım, enfeksiyonun kaynakta, hayvan popülasyonunda yayılmasını önlemektir. Köpek kuduzunu kontrol altına almak için siyasi irade ve yeterli finansmanın mevcut olduğu yerlerde, ölümler ortadan kaldırılabilir ve ortadan kaldırılmıştır. Köpek aşılmasının yaygın olarak uygulanması, 1954'te Malezya, 1956'da Japonya, 1961'de Tayvan, Singapur ve özellikle batı Avrupa'da dahil olmak üzere birçok ülkede kuduzunun ortadan kaldırılmasına neden olmuştur (Taylor ve Nel 2015). Türkiye' de bu manada köpek aşılama programı kapsamına alınmıştır.

Çevreyi, toplumu ve ekonomiyi hayvan hastalıklarının risklerinden korumak, İngiliz hükümeti kuduz hastalığı için genel kontrol ilkeleri kapsamında Tazminat ödemeyi programına koymuştur. Bu kapsamda tazminat zorunlu olarak ötenazi uygulanan hayvanlar için ödenecek miktarı olarak belirlemiş ve kuduz hastalığı ile mücadelede uygulamıştır (Anonim, 2018). Dünyadaki benzeri uygulamalar gibi Türkiye'de kuduz hastalığının koruma kontrolünde tazminat ödemesi uygulanmaktadır.

Klasik Kuduz virüsü Rhabdoviridae ailesi lyssavirus cinsi içinde bulunur. Klasik Rabies Virüs (RABV-RV Genotip -1), dünya çapında hayvan ve insan kuduzundan sorumlu olan etkidir. Etken tek parçalı negatif polariteli, bir RNA molekülüne sahiptir (Singh ve ark. 2017). Şimdiye kadar, en önemli halk sağlığı tehdidi RABV'den gelmektedir ve dünya çapında bildirilen tüm insan vakalarının% 99'undan fazlası, çoğunlukla Asya ve Afrika'da, köpek RABV varyantı ile enfekte

olmuş aşılammamış köpeklere maruz kalmadan kaynaklanmaktadır (Anonim, 2013). Köpek kuduzu enfeksiyonun yayılma yayılımını sağlar. İnsanlarda ölümlerle, ekonomik olarak çiftlik hayvanlarında ekonomik kayıplara neden olur (Jemberu ve ark. 2013). Çalışma bölgesindeki kuduz hastalığındaki sığırlarda görülen vaka artışları ekonomik kayıplara neden olmuştur. Endemilerin görüldüğü Karakoçan bölgesinde izole edilen ve Türkiye’de yaygın olarak izolasyonu sağlanan kuduz hastalığına neden olan virüs klasik kuduz virüsüdür. Türkiye’de insan ve hayvan sağlığını tehdit eden tek etkidir. Yapılan filogenetik çalışmalarda virüs çok fazla antijenik değişikliklere neden olabilecek mutasyonlarla değişime uğramamaktadır. Virüste muhtemel oluşabilecek değişikliklerin takibi, Türkiye’de laboratuvarların izole ettikleri virüsün gen dizin analizlerinin yapılması ile yapılmaktadır. Bu bağlamda, Türkiye'nin doğu bölgelerinde sirküle eden kuduz virüsü ile batısında dolaşan kuduz virüsü birbirinden farklılık göstermektedir. Ancak bu genetik farklılıklar virüsün antijenik özelliği veya immun reaksiyonu etkileyecek seviyede değildir. Bu sonuç, önceki çalışmada sağlanan viral genom fragmanından alınan bilgilere dayanmaktadır (Johnson ve ark. 2006, Tatan ve Oğuzoğlu 2018). Bu yaklaşım Türkiye’de sahada dolaşan virüs tipinin yapılan sürveylans, koruma ve kontrol kapsamında yapıldığı ve sahadaki başarının aşılamalarda sahadaki suşa karşı etkili olduğunun ifadesidir.

Şu anda insanlar ve hayvanlarda kullanılan güvenli ve etkili kuduz aşılıarı birkaç hücre kültüründe üretilmektedir. İnsanlarda, temas

öncesi koruyucu aşılama, örneğin sağlık ve laboratuvar çalışanlarına ve kuduza endemik bölgelerde yaşayan insanlara, kas içine üç doz halinde 0, 7 ve 28 günlerde uygulanır. Hücre kültürü aşılı ile aşılama sonrası 4 gün içinde IgG kanda tespit edilmesi, 7. günde artarak devam etmesi, aşılama sonucu iyi bir bağışıklık oluştuğunu göstermiştir. Aşılama ve pasif transfer çalışmalarından sonra 2 yıla kadar etkili bir korunma sağlanmaktadır (Johnson ve ark. 2010). Bu bağlamda, hayvanlarda yapılan aşılamalarda etki ve bağışıklık durumu sahada görülen vaka sayısının azalması ile bu çalışma sonucunu desteklemektedir.

Kuduz, Türkiye'de bildirilmesi zorunlu bir hastalıktır. Mücadelede, Dünya Sağlık Örgütü (DSO), Uluslararası Salgın Hastalıklar Dairesi ve Avrupa Birliği ile güçlü bağları vardır. Epidemiyolojik durum, kuduz takibi, teşhis olanakları ve kapasiteleri, raporlama, ilgili mevzuat, yönetmelik ve standartların takibi, konakçı rezervuarı, hedeflenmiş kuduz kontrol programları bakanlık tarafından, Türkiye'de Kuduz Hastalığından Korunma ve Kuduz Hastalığı ile Mücadele Yönetmeliği hükümleri kapsamında yürütülmektedir. Bunun yanında, Kuduzla ilgili mücadelede kurumlar arası işbirliği kurulup, özellikle Mahalli İdareler, İl Özel İdareleri, Sağlık Müdürlükleri, Üniversiteler ve Sivil Toplum Kuruluşları ile koordineli çalışmaya özen gösterilip ve ortak mücadele planları geliştirilmektedir. Sahipsiz köpeklerin üremelerinin kontrolü amacıyla gerekli girişimlerde bulunmaktadır. Çevredeki tüm şüpheli ısırık vakaları dikkatle takip edilip, tüm şüpheli vakalarda gerekli marazi madde alınacak, en seri şekilde soğuk zincirle ilgili

laboratuvara gönderilmekte ve hastalık çıkması halinde filyasyon yapılmaktadır. Laboratuvarca tespit edilen kuduz pozitif vakalar, virus yapısında olabilecek değişikliklerin izlenmesi amacı dizin analizleri yapılmaktadır. Aşılar Genel Müdürlüğümüzce ihale yapılmak suretiyle temin edilip, kampanya şeklinde ücretsiz yapılamaktadır. Kampanya süresince sahipli ve sahipsiz tüm köpek ve kedilere ulaşılarak parenteral aşılanmaları yapılmaktadır. Tilki ve sansar gibi yabani hayvanlardan kaynaklanan aktif mihrakların olduğu 1. derece riskli yerleşim yerlerinde; yapılacak risk değerlendirmesine göre sadece meraya çıkan sığırlara sınırlı aşı uygulaması il Özel idareleri ve Belediye kaynakları ile ya da hayvan sahipleri tarafından temin edilip yapılmaktadır. 2013 yılındaki Karakoçan bölgesinde sığır kuduzu vakalarındaki artış üzerine İl özel idare tarafından sağlanan aşılarla 2013- 2014 yıllarında toplam 6126 sığır aşılaması yapılmıştır.

## 5. SONUÇ

Bu çalışma, Kuduz epidemilerinde Türkiye’de yapılan uygulamaların saha yansımalarını ortaya koymak açısından ilk defa yapılmış olması önem arz etmektedir. Ayrıca kuduz epidemilerinde, dünyada kedi köpek aşılaması ve tazminat ödemesinin uygulamaları ile Türkiye’deki yapılan hastalığın koruma ve kontrolünde uygulamalar uyum göstermesi hastalık korunma ve kontrolünde saha etkinliğinin yüksek oranlarda olması, hastalık korunma ve kontrolünde yapılanların yerinde ve gerekli olduğu vurgulanmıştır

## 6.KAYNAKLAR

- Albertini, A. A., Ruigrok, R. W., & Blondel, D. (2011). Rabies virus transcription and replication. *Advances in virus research*, 79, 1-22.
- Anonim (2013). World Health Organization (WHO).  
<https://apps.who.int/iris/handle/10665/85346>, (Erişim Tarihi:12.10.2021)
- Anonim (2016). The World Organisation for Animal Health (OIE).  
<https://www.oie.int/en/educate-vaccinate-eliminate-achieving-zero-human-deaths-from-dog-transmitted-rabies-by-2030/> (Erişim Tarihi:12.10.2021)
- Anonim (2018). World Health Organization (WHO). <https://www.who.int/publications/i/item/who-wer9316>, (Erişim Tarihi:12.10.2021)
- Anonim (2019). Rabies control strategy for Great Britain. <https://www.gov.uk/government/publications/animal-disease-control-strategy-rabies>, (Erişim Tarihi:12.10.2021)
- Balcha, C., & Abdela, N. (2017). Review of rabies preventions and control. *International Journal of Public Health Science*, 6(4), 343-350.
- Cleaveland, S., Kaare, M., Tiringa, P., Mlengeya, T., & Barrat, J. (2003). A dog rabies vaccination campaign in rural Africa: impact on the incidence of dog rabies and human dog-bite injuries. *Vaccine*, 21(17-18), 1965-1973.
- Coleman, P. G., & Dye, C. (1996). Immunization coverage required to prevent outbreaks of dog rabies. *Vaccine*, 14(3), 185-186.
- Freuling, C. M., Klöss, D., Schröder, R., Kliemt, A., & Müller, T. (2012). The WHO Rabies Bulletin Europe: a key source of information on rabies and a pivotal tool for surveillance and epidemiology. *Rev Sci Tech*, 31(3), 799-807.
- Harischandra, P. L., Gunsekera, A., Janakan, N., Gongal, G., & Abela-Ridder, B. (2016). Sri Lanka takes action towards a target of zero rabies death by 2020. *WHO South-East Asia Journal of Public Health*, 5(2), 113.
- Jemberu, W. T., Molla, W., Almaw, G., & Alemu, S. (2013). Incidence of rabies in humans and domestic animals and people's awareness in North Gondar Zone, Ethiopia. *PLoS neglected tropical diseases*, 7(5), e2216.

- Johnson, N., Cunningham, A. F., & Fooks, A. R. (2010). The immune response to rabies virus infection and vaccination. *Vaccine*, 28(23), 3896-3901.
- Johnson, N., Un, H., Vos, A., Aylan, O., & Fooks, A. R. (2006). Wildlife rabies in Western Turkey: the spread of rabies through the western provinces of Turkey. *Epidemiology & Infection*, 134(2), 369-375.
- Singh, R., Singh, K. P., Cherian, S., Saminathan, M., Kapoor, S., Manjunatha Reddy, G. B., ... & Dhama, K. (2017). Rabies–epidemiology, pathogenesis, public health concerns and advances in diagnosis and control: a comprehensive review. *Veterinary Quarterly*, 37(1), 212-251.
- Tatan, Y., & Oğuzoğlu, T. Ç. (2018). Kuduz Enfeksiyonunun Moleküler Evrimi, Çeşitliliği ve Coğrafik Dağılımı. *Etlik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi*, 29(1), 82-86.
- Taylor, L. H., & Nel, L. H. (2015). Global epidemiology of canine rabies: past, present, and future prospects. *Veterinary Medicine: Research and Reports*, 6, 361.
- Ugolini, G. (2010). Advances in viral transneuronal tracing. *Journal of neuroscience methods*, 194(1), 2-20.
- Vigilato, M. A. N., Clavijo, A., Knobl, T., Silva, H. M. T., Cosivi, O., Schneider, M. C., ... & Espinal, M. A. (2013). Progress towards eliminating canine rabies: policies and perspectives from Latin America and the Caribbean. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 368(1623), 20120143.





## BÖLÜM 17

### GAZİANTEP İLİ ŞAHİNBEY, ŞEHİTKAMİL VE OĞUZELİ YÖRELERİNDE YETİŞEN CEVİZ (*Juglans regia* L.) GENOTİPLERİN SELEKSİYONU\*

Dr. Öğr. Üyesi Abdullah OSMANOĞLU<sup>1</sup>  
Zir. Y. Müh. Ali GÖKSÜNCÜKGİL<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup>Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Bingöl, Türkiye, ORCID: 0000-0003-0429-4328. aosmanoglu@bingol.edu.tr (Sorumlu yazar)

<sup>2</sup> Bingöl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bingöl, Türkiye, ORCID: 0000-0002-9786-5726. aligoksuncukgil@gmail.com

\*Yüksek lisans tezinden üretilmiştir.



## 1.GİRİŞ

Geçmişten bugüne kadar uzanan çok eski ve köklü bir meyvecilik kültürüne sahip olan ülkemiz, birçok meyve türlerinin anavatanları arasında bulunduğu gibi cevizinde anavatanları arasındadır (Şen, 2009). Cevizin (*Juglans regia* L.) Doğu Avrupa'dan başlayarak Türkiye ile Irak ve İran'ın doğusunu da yetiştirme sınırları içerisinde alarak Himalaya Dağları'nın ilerisine kadar giden geniş bir doğal yetiştirme alanına sahip olduğu bildirilmektedir (Akça, 2005). *J.regia*, üstün meyve özellikleri bakımından diğer ceviz türlerinden tamamen farklıdır. Bazı *Juglans* türleri ise anaç olarak kullanılabilme imkânlarından dolayı ekonomik bir öneme sahiptirler (Rom ve Carlos 1987).

2019 verilerine göre ülkemiz 225 bin tonluk bir üretimle Çin, ABD, İran'dan sonra 4. sırada gelmektedir (Tablo 1).

**Tablo 1. Dünya ceviz üreticisi ülkelerin yıllara göre kabuklu ceviz üretimleri (Ton)**

YILLAR	ÇİN	ABD	İRAN	TÜRKİY E	DÜNYA
2015	1941886	549754	420000	190000	3878393
2016	2114495	625050	349192	195000	4062752
2017	2250164	571530	393598	210000	4200995
2018	2385834	615980	304040	215000	4346892
2019	2521504	592390	321074	225000	4498442

Anonim, 2021a. FAO

Ülkemizde iklime bağlı olarak verimde dalgalanmalar görülse de toplu meyveliklerin alanı ve ağaç sayısı olarak her yıl bir artışın olduğu görülmektedir (Tablo 2).

Uzun yıllardan beri ceviz yetişen Anadolu'da çok zengin popülasyonumuz içerisinde bulunması muhtemel üstün nitelikli cevizlerin seçilmesi ile çok sayıda ceviz çeşidinin elde edilmesine ve bunun yanında çoğaltmanın da standardize edilerek, elde edilen bu çeşitlerle çok sayıda kapama bahçenin kurulmasına imkan vardır. Bu konuda ülke olarak çok zaman kaybettiğimiz ortadadır (Osmanoğlu, 1998).

**Tablo 2. Türkiye'nin ceviz üretimi**

Yıl	Toplu meyveliklerin alanı (dekar)	Ağaç başına ortalama verim (kg)	Meyve veren yaşta ağaç sayısı (bin)	Meyve vermeyen yaşta ağaç sayısı (bin)	Üretim (ton)
2015	718196	25	7596	5560	190000
2016	868528	24	8171	6873	195000
2017	920128	24	8767	7895	210000
2018	1117749	22	9875	8897	215000
2019	1245527	20	11251	10004	225000
2020*	1417899	23	12488	11579	286706

Anonim, 2021b. TÜİK (\*tahmini)

Ceviz bitkisi erkek ve dişi çiçek salkımları aynı ağaç üzerinde ve farklı yerlerde bulunan bir çiçek yapısına sahiptir. Erkek çiçeklerin içerdiği püsküller (kedicikler), bir önceki yılın sürgünleri üzerinde bulunan yan tomurcukların gelişmesiyle meydana gelirken, dişi çiçekler ise o yılın gelişme dönemine ait ilkbahar sürgünlerinin ucunda meydana gelmektedir. Ceviz ağaçlarında genellikle dikogami yaygındır ve tozlanma rüzgârla gerçekleşir (Şen, 2009).

Zengin bir besin maddesi kaynağı olan ceviz, içerdiği mineral maddelerin oranlarının oluşumunda etkili olan; ceviz ağaçlarının

yetiştirildiği toprak koşulları, iklim ve kültürel uygulamalarla birlikte hasat zamanı gibi birçok faktörler etkili olmaktadır. Bitkinin gelişebilmesi için doğal bir ortam olan ve besinlerin oluşmasında en önemli etkiye sahip olan toprağın genel yapısında bulunan mineral madde parçacıkları, organik maddeler, canlı kısım, su ve hava bulunmaktadır. Toprağın oluşumda etkili olan bu maddeler oransal olarak birçok değişiklik göstermekle birlikte, bitki gelişiminde de çok önemli rolü üstlenmektedir (Ergene, 1993).

Ülkemizde tohumdan yetişmekte olan zengin bir ceviz popülasyonu vardır. Bu ceviz popülasyonları içerisinde en üstün özelliklere sahip olan ceviz tiplerinin seçilmesi amacıyla yapılan ilk akademik çalışmalar (Ölez, 1971), tarafından başlatılmıştır ve daha sonraki araştırmacılar tarafından farklı bölgelerde devam ettirilmiştir. Bu yapılan seleksiyon çalışmalarının genel amacı öncelikle kaliteli meyve (kabuklu meyve ağırlığı, iç ağırlığı, iç oranı, içte büzüşme, kabuk pürüzlülüğü vb.) ıslahı olmakla birlikte, bitkinin soğuğa dayanımı, gelişme durumu, yan dalın verimi v.b üzerinde durulan ıslah kriterleri oluşturulmuştur (Koyuncu ve ark., 2005). Cevizin ıslahında ve yeni ceviz çeşitlerinin elde edilmesinde yani klasik anlamda melezlemeden başlayarak yeni bir çeşit elde edinceye kadar sürekli devam eden düzenli bir ıslah programı eşliğinde olabileceği gibi; binlerce yıldır tohumla yapılan yetiştiriciliğin bir sonucu olarak meydana gelen çöğür ağaçları popülasyonları arasından, istenilen özellikleri taşımakta olan ağaçların seçilmesiyle de olabileceği bildirilmektedir (Şen, 2009). Buna karşılık, melezleme ıslahı genellikle mukavemet ve anaç

ıslahında kullanılmaktadır. Bu çalışmaların sonucunda belirlenen en üstün özellikli tiplerin bazıları çeşit olarak tescil edilmiştir. Ancak, bu çeşitler seçilmiş oldukları bölgelerin dışındaki diğer bölgelerde herhangi bir adaptasyon çalışması yapılmadan gönderilmektedir ve bu durum ise cevizlerde verim, don zararı, yan tomurcuklarda verimsizlik vb. gibi önemli sorunların ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Akkuzu ve Çelik 2001).

Araştırma yaptığımız yörede mevcut meyve kalitesi açısından çeşit olmaya aday olabilecek üstün nitelikli cevizlerin belirlenmesi, ceviz ağacının yetiştirilme şekli ve genellikle meyvesi beğenilen kaliteli tipleri üretime kazandırabilmek için seçilen çok kıymetli tiplerle bölge ekolojisine uyum sağlamış olan üstün özellikli genotiplerin tespit edilmesi ve mevcut popülasyon içerisinde ceviz ıslah amaçları doğrultusunda üstün özelliklere sahip genotiplerin seçilmesi, bunların meyve ve ağaç özelliklerinin tanımlanması ve ileriki dönemlerde yapılacak olan araştırmalara katkı sağlayabilmek amaçlanmıştır.

## **2. MATERYAL VE METOT**

### **Materyal**

Araştırma, Gaziantep iline bağlı Şehitkamil, Şahinbey ve Oğuzeli ilçesine ait mahallelerinde yürütülmüştür. Dolayısıyla araştırma materyalimizi il sınırları içerisinde eski ceviz ağaçlarının bulunduğu çoğunluğunu tohumdan yetişmiş ağaçlardan oluşan ceviz bahçelerinden oluşturmaktadır.

Genelde ilçe merkezleri ile cevizin yoğun olarak yetiştirildiği mahallelerde dolaşmış ve bahçelerdeki ceviz ağaçları dikkatli bir şekilde tek tek incelenmiştir. Yapılan incelemeler sırasında yetiştiricilerin verdiği ön bilgiler doğrultusunda ve belirlenen seleksiyon kriterleri dikkate alınarak 155 ceviz tipinden meyve örnekleri alınmıştır. Alınan örneklerin hasatları, ilk yıl 18 Ağustos 2014-4 Eylül 2014; ikinci yıl ise 25 Ağustos 2015-11 Eylül 2015 tarihleri arasında yapılmıştır. Değerlendirmede işaretlenen ceviz ağaçlarının yer dağılımı tablo 3’de ve şekil 1’de verilmiştir.

**Araştırma bölgesinin genel coğrafik ve iklim özellikleri:** Gaziantep ilimiz bir geçit bölgesi görevi görerek Akdeniz Bölgesi ile Güneydoğu Anadolu Bölgesinin birleşim

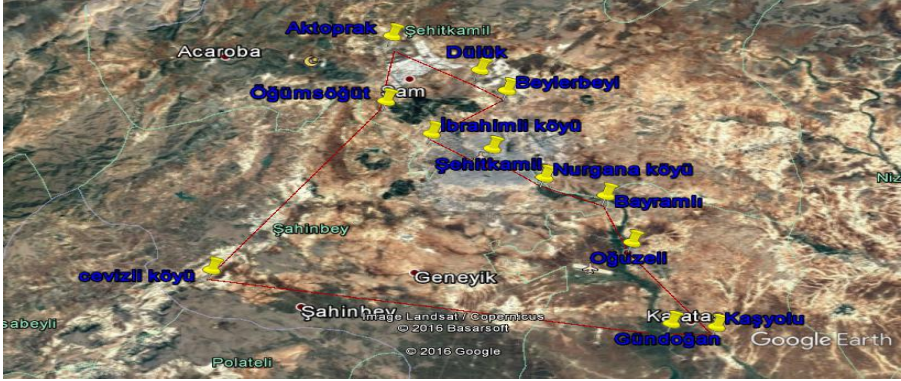
**Tablo 3. Ceviz örnekleri alınan mahalleler ve örnek alınan ağaç sayıları**

Alınan Yer	Ceviz Ağacı Sayısı
Oğuzeli Merkez	38
Kaş yolu	02
Gündoğan	09
Dülük	10
İbrahimli	05
Öğümsöğüt	16
Aktoprak	20
Beylerbeyi	06
Cevizli	32
Bayramlı	07
Nurgana	10
<b>Toplam</b>	<b>155</b>

noktasında yer almaktadır. Gaziantep 36 28' ve 01' Doğu boylamlarıyla 36 38' ve 37 32' kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Deniz seviyesinde yüksekliği 855 metre olup. İlimizin denize olan uzaklığı ise 140 km’dir. İl sınırları içerisindeki arazinin



şekillerine göre dağılımı dağlar %51,9, ovalar %26,9, platolar %19,0, yaylalar %2,2'dir (Anonim, 2017a).



Şekil 1. Meyve alınan mahallelerin uydu fotoğrafı ( G. Earth 2017)

Gaziantep'in Güney bölgesinde ve Batı kesiminde Akdeniz iklimine ait ılıman yarı karasal iklim karakterleri gözlemlenirken il merkezi ve çevresindeki kısımlarda ise özellikle doğu ve kuzey kesimlerinde ılıman karasal iklim özellikleri gözlemlenmiştir. Coğrafik ve topoğrafik yapısından dolayı ılımanlıktan karasallığa geçiş yaşanmaktadır (Anonim, 2017b). Araştırmanın ilk yılı yapılan geziler sırasında tespit edilen ağaçlardan alınan 155 tipin meyve örneği, fiziksel olarak değerlendirmelere tabi tutulmuştur. Bu değerlendirmeler sonucunda kriterlere uygun 31 tip seçilmiştir. Seçilen bu tipler ikinci yıl fenolojik gözlemlere tabi tutulmuştur. Fenolojik gözleme tabi tutulan ceviz ağaçlarının bulunduğu yer dağılımı tablo 4'de verilmiştir.

**Tablo 4.** Fenolojik gözlem yapılan ağaçların bulunduğu yerler ve sayısı

Ağacın Bulunduğu Yer	Ceviz Ağacı Sayısı
Oğuzeli merkez	03
Gündoğan	05
Öğümsöğüt	03
Aktoprak	02
Beylerbeyi	02
Cevizli	12
Bayramlı	02
Nurgana	02
<b>Toplam</b>	<b>31</b>

### Metot

Seleksiyon kriterlerine uygun olan üstün özellikli ceviz ağaçlarını seçmek amacıyla yürütülen bu çalışmada, belirlenen ağaçlardan rastgele kuzey, güney, doğu ve batı yönlerinden olmak üzere 15-20 adet ceviz örneği alınmıştır. Alınan bu örneklerin meyveleri yeşil kabuklarından ayrılarak üzerinde yeri ve ağacını tanımlayan etiketli ve delikli plastik poşetlere konularak değerlendirme ortamına getirilmiştir. Normal oda sıcaklığında üzeri kapalı, gölgeli ve havadar bir ortamda kurutulmuştur.

Örneklerin toplanması esnasında gerekli olan ön bilgileri elde etmek amacıyla örneklerin alındığı bölgelere göre ‘Şehitkamil ceviz seleksiyonu formu, Şahinbey ceviz seleksiyonu formu ve Oğuzeli ceviz seleksiyon formu’ oluşturulmuştur. Bu forma ağaç sahibinden alınan bilgiler ve çevrede yapılan gözlemlere göre, ağacın yaşı ve kalitesi gibi bilgiler tahmini olarak tespit edilip kaydedilmiştir.

Meyve örneği alınan ağaçların sıra numarasına göre; 27 GA 001'den başlamak üzere sıra ile tip numaraları verilmiştir. Sonraki yıllarda alınacak genotiplerin daha kolay belirlenmesi için ağaçların gövdesine kırmızı yağlı boya ile ağaç gövdesine tip numarası yazılmıştır. Böylelikle ikinci yılda alınacak olan meyve ağaçlarının karıştırılmasının önüne geçilmiştir.

İlk yıl ki alınan 155 meyve örneğinde, fiziksel analizleri yapılarak meyve ağırlığı, iç ağırlığı ve randımanları dikkate alınarak tartılı derecelendirmeye tabi tutulmuş ve ikinci yılında meyve örneği alınacak tipler belirlenmiştir.

#### **Ağaç özellikleri olarak;**

**Ağaç boyu:** Toprakdan itibaren ağaç tacının en yüksek noktası arasındaki uzaklığı ifade eder. Ağaçların boyu ise 5 m uzunluğuna sahip mira ile ölçülmektedir (Şekil 2).

**Sulanma durumu:** Üreticilerden alınan bilgiler doğrultusunda belirlenmiştir.

**Ağacın yaşı:** Üreticilerden alınan bilgiler doğrultusunda tahmini olarak belirlenmiştir.

**Tacın şekli ve genişliği:** Yapılan gözlemlerin sonucunda taç şekillerini “dik”, “yarı dik” ve “yayvan” olarak kriterlere ayrılmıştır. Genişliği ise şerit metre ile ölçülerek tespit edilmiştir.

**Gövde uzunluğu ve çevresi:** Ağacın topraktan çıkış noktasından başlanarak gövde üzerinde ilk dallanmanın başladığı nokta arasında kalan mesafe gövde uzunluğu olarak kabul edilmiş ve şerit metre ile ölçülerek tespit edilmiştir. Çevresi ise yerden 40-50 cm yükseklikten gövde çevresi şerit metre ile ölçülerek tespit edilmiştir.

**Gövdede ana dal sayısı:** Gövde üzerindeki ilk dallanmanın başladığı noktadaki dallar sayılarak, ana dal olarak tespit edilmiştir.

**Salkımda meyve sayısı (Adet):** Ağaç üzerinde bulunan meyvelerin bir veya daha fazla sayıda yan yana beraber bulunma durumlarına göre sayılarak tespit edilmiştir.

#### **Fiziksel özellikler olarak;**

**Kabuk rengi:** Meyveleri kabuk renkleri için 3 grupta toplamıştır. Açık (A), esmer (orta) (E), koyu (K) olarak yapılan bu sınıflama, gözleme dayalı olarak yapılan bir sınıflandırmadır (Şen 1980).

**Meyve boyutları:** Meyvenin eni (genişlik), boyu (uzunluk) ve yüksekliği (kalınlık) belirlenmesinde 0.01 mm' ye duyarlı kumpasla ölçülerek ortalama değerler tespit edilmiştir

**Şekil indeksi:** Cevizlerde meyve şekilleri, belirlenen meyvelerin en, boy ve yükseklikleri; 0.01 mm duyarlıklı kumpasla ölçüldükten sonra elde edilen değerler dikkate alınarak oval ve yuvarlak olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır.

$$\text{Şekil indeksi} = \frac{\text{meyve boyu}}{\frac{\text{meyve eni} + \text{meyve yüksekliği}}{2}}$$

Uygulanan formül neticesinde elde edilen ceviz deđerleri Őekil indeksi 1.25’den bűyűk olanlar “**oval**”, Őekil indeksi 1.25’den kűçűk olanlar ise “**yuvarlak**” olarak deđerlendirilmiŐtir Ően, 1980).

**Kabuk pűrűzlűlűđű:** Cevizlerdeki meyve kabuklarının yűzeyleri “dűz”, “orta” ve “pűrűzlű” olmak űzere gruplara ayrılmıŐtır (Ően, 1980).

**Kabukta yapıŐma:** Cevizin iki parçalı bir yapıya sahip olan meyve kabuğunun birbirine yapıŐtıđı noktaya elle bastırıldığında kabuktan hemen kolayca ayrılabiliyorsa yapıŐma “kűtű”, elle bastırıldığında açılmayıp ama zorlandığında hafif bir Őekilde aılabiliyorsa yapıŐma “orta”, herhangi bir mekanik gűle aılabiliyorsa yapıŐma “iyi” olarak deđerlendirilmiŐtir (Yarılgaa, 1997).



**Őekil 2.** Ađaa boyunun űlűlmesi

**Meyve iriliği:** Cevizlerin meyve iriliği tablo 5’de göre gruplandırılmıştır (Anonim, 1991).

**Tablo 5. Ceviz meyvelerinde şekil, çap ve sınıf gruplandırılması**

Meyve Şekli	Meyve Çapı	Meyve Sınıfı
Yuvarlaklarda	27 mm. ve Yukarısı	Ekstra
	24 – 27 mm.	1. Sınıf
	20 – 24 mm.	2. Sınıf
Ovallerde	26 mm. ve Yukarısı	Ekstra
	24 – 26 mm.	1. Sınıf
	20 – 24 mm.	2. Sınıf

**Meyve ağırlığı ve iç ağırlığı:** Kabuklu ağırlığın saptanabilmesi için belirli bir süre oda sıcaklığında kurutulduktan sonra yeşil kabuklarından ayrılan meyvelerin, 0.01 g duyarlı elektronik terazide tartılarak, ortalama meyve ağırlığı belirlenmiştir. İç ağırlığın belirlenebilmesi için ise kuru ceviz ağırlığı tartıldıktan sonra, kırılarak içleri çıkarılmıştır. Çıkarılan ceviz içleri, 0.01 g duyarlı elektronik terazide tartılarak, ortalama iç ağırlığı belirlenmiştir (Şen 1980).

**İç oranı (%)** =  $\frac{\text{ortalama iç ağırlığı}}{\text{ortalama kabuklu ağırlık}} \times 100$  formülü ile

belirlenmiştir (Şen, 1980).

**Kırılma durumu:** Avuç içine alınan iki ceviz eğer tek elle kırılıyorsa ‘kolay’, iki elle zorlanılarak kırılıyor ise ‘orta’ ve bu şekilde hiç kırılmıyorsa ‘zor’ olarak belirlenmiştir.

**İç dolgunluğu:** Verim ve ticari değer yönünden iç dolgunluğu son derece önem arz etmektedir. Çalışmada meyve içinin kabuğu tamamen doldurulması durumuna “iyi”, meyve içinin kabuktan 1-2

mm içte olması durumuna “orta”, meyve içinin kabuktan daha fazla ayrı olması durumunda ise iç dolgunluğu “kötü” olarak değerlendirme yapılmıştır (Şen 1980).

**Kabuk kalınlığı:** Meyve ağırlığının tespitinde izlenen sıra takip edilerek meyvelerde kabuk kalınlığı ölçülmüştür. Ölçümler her bir meyve yanağının orta kısmından 0.01 mm hassasiyetindeki kumpasla ölçülerek hesaplanmıştır (Şen, 1980).

**İç rengi:** Cevizlerde meyve iç rengi; hem ticari açıdan hem de ıslah çalışmaları açısından oldukça önem arz etmektedir. Yapılan seleksiyon araştırmalarında araştırmacılar, ceviz iç rengini çok önemli bir seleksiyon kriteri olarak belirleyip dikkate almışlardır. Her genotipten 10 tane ceviz kırılıp, kırılan bu ceviz içleri duyusal analize tabi tutularak içleri açık, sarı, koyu sarı (esmer) ve kahverengi olacak şekilde sınıflandırma yolu izlenmiştir.

**İçin bütün çıkma durumu:** Ceviz içinin bütün çıkma durumu hem ticari açıdan hem de ıslahçılar bakımından önemlidir ve ayrıca bu durum cevizin cazibesini artırmaktadır. Ceviz içinin kabuktan tek parça olarak ayrılanlara “bütün (B)”, iki parça olarak çıkanlara “yarım (Y)” daha küçük parça halinde çıkanlara ise “kötü (K)” olarak değer kılınmıştır ( Akça ve Osmanoğlu, 1996).

**İçte büzüşme:** 10 meyvede iç cevizden her biri dört parça olarak kabul edilmiştir ve böylece parçaların durumuna bakılarak; herhangi bir parçasında büzüşme yoksa “Y” harfi ile belirtilmiş, herhangi bir parçasında büzüşme varsa %25, iki parçasında büzüşme durumu var

ise %50, üç parçada büzüşme var ise %75, hepsi büzüşmüş ise %100 şeklinde değerlendirilmiş ve % olarak hesaplanmıştır.

**İç çürüklülüğü:** 10 meyvede her bir iç cevizi 4 parça olarak kabul edilmiş ve parçaların çürüklük durumlarına göre iç çürüklülüğü tespit edilerek % olarak değerlendirilmiştir.

**İçte damarlılık:** Seçilen genotiplerin damarlılık durumu düz, hafif damarlı ve çok damarlı olarak sınıflandırılmıştır (Yarılgaç, 1997).

**Fenolojik özellikler olarak;** 2015 ilkbahar gelişme periyodunda gözlemlenerek kaydedilmiştir. Ağaçların fenolojik gözlemlerinde; ilk yapraklanma zamanı, çiçeklenme zamanı ve çiçeklenme tipi, tomurcuk patlama tarihi, hasat tarihleri belirlenmiştir.

**Çiçeklenme durumu;** Ceviz çiçekleri bir cinsli olup erkek ve dişi organlar ayrı çiçekler üzerinde, fakat aynı ağaçta bulunmaktadır. Bu özelliği nedeniyle tek evcikli dir. Erkek ve dişi çiçeklerin birbirlerine göre olgunlaşma zamanları aynı olmakla birlikte farklı zamanlarda da açıp olgunlaşabileceği ifade edilmiştir. Erkek ve dişi çiçeklerin farklı zamanlarda açması ve olgunlaşma duruma dikogami denilmektedir ve cevizlerde çiçek olgunluğu üç ayrı şekilde ifade edilmektedir. *Protandry:* Aynı ağaç üzerinde bulunan erkek çiçeklerin dişi çiçeklerden önce olgunlaşma durumuna denilmektedir. *Protogeny:* Aynı ağaç üzerinde bulunan dişi çiçeklerin erkek çiçeklerden önce olgunlaşma durumuna denilmektedir. *Homogamy:* Aynı ağaç üzerinde erkek ve dişi çiçeklerin aynı anda olgunlaşma durumuna denilmektedir (Şen, 2009).



Ağaç yapraklarının açmaya ve tomurcukların patlamaya başladığı zamanlar gözlemlene yoluyla tespit edilerek kayıt altına alınmıştır (Şen, 2011).

### 3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Gaziantep ili merkez ilçelerinin mahallelerinde yürütülen bu araştırma 2014 yılında başlamış olup toplam 155 adet ceviz ağacından meyve numuneleri alınarak, fiziksel analiz çalışmaları yapılmıştır. 2014 yılında meyve ağırlıkları göz önüne alınarak tespit edilen 31 ağaç belirlenmiştir. Daha sonra meyve numuneleri alınan bu ağaçların ilkbahar döneminde fenolojik gözlemleri yapılmış ve kayıt altına alınmıştır. 2015 yılında tekrar seçilen ağaçlardan meyve örneği alınmıştır.

#### **İlk yıl (2014) sonuçlarına göre (tablo 6);**

**Kabuk rengi:** Seleksiyon tiplerinden 51 tip (%32,90) açık, 88 tip (%56,77) esmer, 16 tip (%10,32) koyu kabuk renkli olarak tespit edilmiştir.

**Kabuk pürüzlülüğü:** 26 tipin (%16,77) düz, 100 tipin (%64,51) orta, 29 tipin ise (%18,70) pürüzlü kabuk özelliklerine sahip olduğu değerlendirilmiştir.

**Şekil indeksi:** 155 ceviz örneğinin 132'sinin (%85,16) meyve şekil indeksi 1,25'den küçük bulunarak meyveleri yuvarlak grubuna,

23'ünün (%14,83) meyve şekil indeksi ise 1,25'den büyük bulunarak oval grubuna dahil edilmek üzere iki gruba ayrılmıştır.

**Kırılma durumu:** Araştırılan tiplerden 66 tanesi (%42,58) kolay, 62 tanesinin (%40,00) orta derece ve 27 tanesinde (%17,41) zor kırılabilen kabuk yapısına sahip olduğu belirlenmiştir.

**İç dolgunluğu:** 131 genotipin (%84,51) iyi, 22 genotipin (%14,19) orta ve 2 genotipin (%1,29) kötü iç dolgunluğuna sahip olduğu tespit edilmiştir.

**İçte büzüşme:** Araştırmaya konu olan her cevizin iç kısmını dört parça olarak kabul ederek bu parçaların durumuna göre değerlendirilmekte olup bir parçada meydana gelen büzüşme için %25, iki parça için %50, üç parça için %75, dört parça için ise %100 olarak kriterlere ayrılmıştır. Bu kriterler sonucunda seleksiyon genotiplerinden 150 (%96,77) genotipte herhangi bir büzüşme gözlemlenmeyip, 4 genotipte (%2,58) %25, 1 genotipte ise (%0,64) %75 içte büzüşme oranına sahip olduğu tespit edilmiştir.

**İç çürüklüğü:** Seleksiyon tiplerinin her birisinden alınan numunelerin iç kısmını dört parça olarak kabul ederek bu parçaların durumuna göre değerlendirilmekte olup bir parçada meydana gelen iç çürüklük için %25, iki parça için %50, üç parça için %75, dört parça için ise %100 olarak kriterlere ayrılmıştır. Bu kriterler sonucunda seleksiyon genotiplerinden 151 (%97,41) tanesinde iç çürüklüğü gözlemlenmeyip

olup, 4 genotipte ise (%2,59) %25 iç çürüklüğü oranına sahip olduğu tespit edilmiştir.

**İçte damarlılık ve kabuğa yapışma:** Numunelerin 3'ü (%1,03) düz, 138'i (%89,03) hafif damarlı ve 14'ü (%9,03) çok damarlı olarak değerlendirip kayıt altına alınmıştır. Alınan örneklerden 155 tipin 11'inde (%7,09) iyi derecede, 67'sinde (%43,22) orta derecede, 77'sinde (%49,67) kötü derecede yapışma gözlenmiştir. Bu kriterlerin belirlenmesinde iç kısmın kabuktan ayrılma derecesine göre tespit edilip kayıt edilmiştir.

**Meyve boyutları (mm):** Seleksiyon genotiplerinden alınan meyve numunelerini 0,01 mm duyarlılıkta kumpasla yapılan ölçümleri neticesinde; meyve uzunluğu 77 genotipte 38,10 mm' den büyük, 73 genotipte 31,90 ile 38,10 mm arasında, 4 genotipte 29,10 ile 31,90 mm arasında ve 1 tipte 29,10 mm' den küçük bulunmuştur. Meyve yüksekliği, 2 genotipte 37,90 mm' den büyük, 105 genotipte 31,00 mm ile 37,90 mm arasında, 45 tipte 27,10 mm ile 31,00 mm arasında ve 3 genotipte 27,10 mm' den küçük olduğu tespit edilmiştir. Meyve genişliği 3 genotipte 35,77 mm' den büyük, 24 genotipte 33,10 mm ile 35,76 mm arasında, 95 genotipte 29,10 ile 33,10 mm arasında ve 33 genotipte 29,10 mm' den küçük olduğu ölçümlerden sonra tespit edilmiştir.

**Meyve iriliği:** Türk Standartları Enstitüsünün belirlediği ceviz standartlarına göre meyvenin iriliği hem meyvenin şekli bakımından yuvarlak ve oval olarak hem de meyvenin en büyük çapına göre

sınıflandırılmaktadır. İncelenen 155 genotipin 106 tanesi yuvarlak şekle, 49 tanesi ise oval şekle sahip olduğu belirlenmiştir. Yuvarlak meyveli 106 genotipin 102'si extra, 4'i ise 1. sınıf olarak, oval meyveli 49 tipin 48'i extra, 1'i ise 1. sınıf olarak tespit edilmiştir.

**Tablo 6.** Birinci yıl meyve örneği alınan 155 genotipin özellikleri

Özellikler	Değişim Aralığı	Tip Sayısı	Dağılımı %
<b>Kabuk Rengi</b>	Açık	51	32,90
	Esmer	88	56,77
	Koyu	16	10,32
<b>Meyve Uzunluğu (mm)</b>	38,10 ≤	77	49,67
	31,90 - 38,10	73	47,09
	29,10 - 31,90	4	2,58
	≤ 29,10	1	0,64
<b>Meyve Genişliği (eni) (mm)</b>	35,77 ≤	3	1,93
	33,10 - 35,76	24	15,48
	29,10 - 33,10	95	61,29
	≤ 29,10	33	21,29
<b>Meyve Yüksekliği (mm)</b>	37,90 ≤	2	1,29
	31,00 - 37,90	105	67,74
	27,10 - 31,00	45	29,03
	≤ 27,10	3	1,93
<b>Meyve Şekli (yuvarlak) (oval)</b>	1,0-1,25	132	85,16
	1,25 ≤	23	14,83
<b>Meyve İriliği (yuvarlak) (oval)</b>	Ekstra	102	65,82
	1.Sınıf	4	2,58
	2.Sınıf	0	0,00
	Ekstra	48	30,96
	1.Sınıf	1	0,64
	2.Sınıf	0	0,00
<b>Kabuk Pürüzlülüğü</b>	Düz	26	16,77
	Orta	100	64,51
	Pürüzlü	29	18,70
<b>Kabukta Yapışma</b>	İyi	11	7,09
	Orta	67	43,22
	Kötü	77	49,67
<b>Kırılma Durumu</b>	Kolay	66	42,58
	Orta	62	40,00
	Zor	27	17,41

<b>Meyve Ağırlığı</b>	13,28≤	28	14,51
	10,04 - 13,28	81	52,25
	7,01 - 9,99	34	21,93
	≤ 6,99	2	1,29
<b>İç Ağırlığı</b>	6,50≤	33	21,29
	5,15 - 6,49	59	38,06
	4,00 - 4,92	47	30,32
	2,00 - 3,99	15	0,67
	< 2,00	1	0,64
<b>İç Oranı (%)</b>	58,11≤	2	1,29
	53,11 - 58,10	13	8,38
	50,00 - 52,89	27	17,41
	39,91 - 49,88	100	64,51
	30,91 - 39,84	13	8,38
<b>İç Dolgunluğu</b>	İyi	131	84,51
	Orta	22	14,19
	Kötü	2	1,29
<b>Kabuk Kalınlığı (mm)</b>	2,11≤	4	2,58
	1,50 - 2,11	101	65,16
	1,20 - 1,49	41	26,45
	0,96 - 1,19	9	5,80
<b>İç Rengi</b>	Açık	43	27,41
	Sarı	88	56,77
	Esmer	24	15,48
	Kahverengi	0	0,00
<b>İçin Bütün Çıkma Durumu</b>	Bütün	75	48,38
	Yarım	69	44,51
	Çeyrek (kötü)	11	7,05
<b>İçte Büzüşme</b>	Yok	150	96,77
	%25	4	2,58
	%50	0	0,00
	%75	1	0,64
	%100	0	0,00
<b>İç Çürüklüğü</b>	Yok	151	97,41
	%25	4	2,59
	%50	0	0,00
	%75	0	0,00
	%100	0	0,00
<b>İçte Damarlılık</b>	Düz	3	1,03
	Hafif Damarlı	138	89,03
	Damarlı	14	9,03

**Meyve ağırlığı (g):** İncelemeye alınan 155 genotipin 28 tanesi 13,28 g'dan büyük, 81 tanesi 10,04 g ile 13,28 g arasında, 34 tanesi 7,01 g ile 9,99 g arasında, 2 tanesi ise 6,99 gramın altında olduğu belirlenmiştir.

**İç ağırlığı:** Genotiplerden alınan meyve numunelerinin iç ağırlıkları 155 genotipinden 33 tanesi 6,50 g'dan büyük, 59 tanesi 5,15 g ile 6,50 g arasında, 47 tanesi 4,00 g ile 5,14 g arasında, 15 tanesi 2,00 g ile 3,99 g arasında, 1 tipte ise 2,00 gramın altında olduğu belirlenmiştir.

**İç oranı ve rengi:** 155 genotipin 2' sinde iç oranı %58,41'den büyük, 13' ünde %53,11 - 58,40 arasında, 100' ünde %39,91-49,88 arasında, 13' ünde ise %30,91-39,84 arasında olduğu tespit edilmiştir. Seleksiyon tiplerinden alınan genotiplerden 43 tanesi (%27,41) açık renkli, 88 tanesi (%56,77) sarı renkli, 24 tanesi (%15,48) esmer renkli içlere sahip olduğu belirlenmiştir.

**Kabuk kalınlığı (mm):** 155 genotipin 4 tanesi 2,11'den büyük, 101 tanesi 1,50-2,11 mm arasında, 41 tanesi 1,20-1,49 mm arasında, 9 tanesi 0,96-1,19 mm arasında olduğu tespit edilmiştir.

**İçten bütün çıkma durumu:** 75 tanesi (%48,38) iç bütün kabuktan ayrılırken, 69 tanesi (%44,51) yarım, 11 tanesinde ise (%7,09) çeyrek olarak çıkarılmıştır.

**İkinci yılın sonuçlarına göre (Tablo 7);**

**Kabuk rengi ve pürüzlülüğü:** Seleksiyon tiplerinden alınan numunelerden, 14 genotip (%45,16) açık, 15 genotip (%48,38) esmer,

2 genotip (%6,45) koyu kabuk renkli olarak tespit edilmiştir. Selekte edilen 6 genotipin (%19,35) düz, 23 genotip (%74,19) orta, 2 genotip (%6,45) pürüzlü kabuk özelliklerine sahip olduğu değerlendirilmiştir.

**Şekil indeksi:** Seleksiyon tiplerinden 31 ceviz numunesinin 20'si (%64,51) meyve şekil indeksi 1,25'den küçük bulunarak meyveleri yuvarlak grubuna, 11'nin (%35,48) meyve şekil indeksi ise 1,25'den büyük bulunarak oval grubuna dahil edilmek üzere iki gruba ayrılmıştır.

**Kırılma durumu:** Araştırılan 31 genotipin 9 tanesinin (%29,03) kolay, 17 tanesinin (%54,83) orta derece ve 5 tanesinde (%16,12) zor kırılabilen kabuk yapısına sahip olduğu belirlenmiştir.

**İç dolgunluğu ve büzüşme:** Seleksiyon genotiplerinden 31 genotipin 29 tanesi (%93,54) iyi, 2 tanesi (%6,45) orta iç dolgunluğuna sahip olduğu tespit edilmiştir. Araştırmaya konu olan her cevizin iç kısmını dört parça olarak kabul ederek bu parçaların durumuna göre değerlendirilmekte olup bir parçada meydana gelen büzüşme için %25, iki parça için %50, üç parça için %75, dört parça için ise %100 olarak kriterlere ayrılmıştır. Bu kriterler sonucunda seleksiyon genotiplerinden içte büzüşme görülmediği tespit edilmiştir.

**İç çürüklüğü ve damarlılık:** Seleksiyon tiplerinin her birisinden alınan numunelerin iç kısmını dört parça olarak kabul ederek bu parçaların durumuna göre değerlendirilmekte olup bir parçada meydana gelen iç çürüklük için %25, iki parça için %50, üç parça için %75, dört parça için ise %100 olarak kriterlere ayrılmıştır. Bu kriterler

sonucunda seleksiyon genotiplerinden iç çürüklüğü görülmediği tespit edilmiştir. Seleksiyona tabi olan ceviz örneklerinin, 2 tip (%6,45) düz, 20 tip (%64,51) hafif damarlı ve 9 tipin (%29,03) çok damarlı olarak değerlendirip kayıt altına alınmıştır.

**Kabukta yapışma:** Alınan numunelerden 31 tipin 2' sinde (%6,45) iyi derecede, 15' inde (%48,38) orta derecede, 14'ünde (%45,16) kötü derecede yapışma gözlenmiştir. Bu kriterlerin belirlenmesinde iç kısmın kabuktan ayrılma derecesine göre tespit edilip kayıt edilmiştir.

**Meyve boyutları (mm):** Seleksiyon genotiplerinden alınan meyve numunelerini 0.05 mm duyarlıkta kumpasla yapılan ölçümleri neticesinde; meyve uzunluğu, 24 genotipte 38,10 mm' den büyük, 7 genotipte 31,90 ile 38,10 mm arasında bulunmuştur. Meyve yüksekliği, 1 genotipte 37,90 mm' den büyük, 26 genotipte 31,00 mm ile 37,90 mm arasında, 4 tipte 27,10 mm ile 31,00 mm arasında olduğu tespit edilmiştir. Meyve genişliği, 2 genotipte 35,77 mm' den büyük, 11 genotipte 33,10 mm ile 35,76 mm arasında, 18 genotipte 29,10 ile 33,10 mm arasında olduğu ölçümlerden sonra tespit edilmiştir.



**Tablo 7.** Meyve örneği alınan 31 tipin fiziksel değerlendirme sonuçları

Özellikler	Değişim Aralığı	Tip Sayısı	Dağılımı %
<b>Kabuk Rengi</b>	Açık	14	45,16
	Esmer	15	48,38
	Koyu	2	6,45
<b>Meyve Uzunluğu (mm)</b>	38,10 ≤	24	77,41
	31,90 - 38,10	7	22,58
	29,10 - 31,90	0	0,00
	≤ 29,10	0	0,00
<b>Meyve Genişliği (eni) (mm)</b>	35,77 ≤	2	6,45
	33,10 - 35,76	11	35,48
	29,10 - 33,10	18	58,06
	≤ 29,10	0	0,00
<b>Meyve Yüksekliği (mm)</b>	37,90 ≤	1	3,22
	31,00 - 37,90	26	83,87
	27,10 - 31,00	4	12,90
	≤ 27,10	0	0,00
<b>Meyve Şekli (yuvarlak) (oval)</b>	1,0-1,25	20	64,51
	1,25 ≤	11	35,48
<b>Meyve İriliği (yuvarlak) (oval)</b>	Ekstra	20	64,51
	1.Sımf	0	0,00
	2.Sımf	0	0,00
	Ekstra	11	35,48
	1.Sımf	0	0,00
	2.Sımf	0	0,00
<b>Kabuk Pürüzlülüğü</b>	Düz	6	19,35
	Orta	23	74,19
	Pürüzlü	2	6,45
<b>Kabukta Yapışma</b>	İyi	2	6,45
	Orta	15	48,38
	Kötü	14	45,16
<b>Kırılma Durumu</b>	Kolay	9	29,03
	Orta	17	54,83
	Zor	5	16,12
<b>Meyve Ağırlığı</b>	13,28≤	16	51,61
	10,04 - 13,28	13	41,93
	7,01 - 9,99	2	6,45
	≤ 6,99	0	0,00
<b>İç Ağırlığı</b>	6,50≤	13	41,93
	5,15 - 6,49	16	51,61
	4,00 - 4,92	2	6,45
	2,00 - 3,99	0	0,00
	< 2,00	0	0,00

<b>İç Oranı (%)</b>	58,11≤	2	6,45
	53,11 - 58,10	3	9,67
	50,00 - 52,89	5	16,12
	39,91 - 49,88	21	67,74
	30,91 - 39,84	0	0,00
<b>İç Dolgunluğu</b>	İyi	29	93,54
	Orta	2	6,45
	Kötü	0	0,00
<b>Kabuk Kalınlığı (mm)</b>	2,11≤	0	0,00
	1,50 - 2,11	19	61,29
	1,20 - 1,49	8	25,80
	0,96 - 1,19	4	12,90
<b>İç Rengi</b>	Açık	0	0,00
	Sarı	8	25,80
	Esmere	19	61,29
	Kahverengi	4	12,90
<b>İçin Bütün Çıkma Durumu</b>	Bütün	15	48,38
	Yarım	13	44,51
	Çeyrek (kötü)	3	7,05
<b>İçte Büzüşme</b>	Yok	31	100,00
	%25	0	0,00
	%50	0	0,00
	%75	0	0,00
	%100	0	0,00
<b>İç Çürüklüğü</b>	Yok	31	100,00
	%25	0	0,00
	%50	0	0,00
	%75	0	0,00
	%100	0	0,00
<b>İçte Damarlılık</b>	Düz	2	6,45
	Hafif Damarlı	20	64,51
	Damarlı	9	29,03

**Meyve iriliği:** Türk Standartları Enstitüsünün belirlediği ceviz standartlarına göre meyve iriliği hem meyvenin şekli bakımından yuvarlak ve oval olarak hem de meyvenin en büyük çapına göre sınıflandırılmaktadır. İncelenen 31 genotipin 20 tanesi yuvarlak şekle, 11 tanesi ise oval şekle sahip olduğu belirlenmiştir. Yuvarlak meyveli

20 genotipin 20'si extra sınıf olarak, oval meyveli 11 tipin 11'i extra sınıf olarak tespit edilmiştir.

**Meyve ağırlığı (g):** Numunelerin alındığı 31 genotipin 16 tanesi 13,28 g'dan büyük, 13 tanesi 10,04 g ile 13,28 g arasında, 2 tanesi 7,01 g ile 9,99 g arasında olduğu belirlenmiştir.

**İç ağırlığı:** Genotiplerden alınan meyve numunelerinin iç ağırlıkları 31 genotipin 13 tanesi 6,50 g'dan büyük, 16 tanesi 5,15 g ile 6,50 g arasında, 2 tanesi 4,00 g ile 5,14 g arasında olduğu belirlenmiştir.

**İç oranı (% randımanı):** 31 genotipin 2' sinde iç oranı %58,41'den büyük, 3' ünde %53,11 - 58,40 arasında, 21' inde %39,91 - 49,88 arasında olduğu tespit edilmiştir.

**Kabuk kalınlığı (mm):** 31 genotipin 19 tanesi 1,50- 2,11 mm arasında, 8 tanesi 1,20-1,49 mm arasında, 4 tanesi 0,96 - 1,19 mm arasında olduğu tespit edilmiştir.

**İç rengi ve içın bütün çıkma durumu:** Seleksiyon tiplerinden alınan genotiplerden 8 tanesi sarı renkli, 19 tanesi esmer renkli ve 4 tanesi ise kahverengi renkli içlere sahip olduğu belirlenmiştir. 15 tanesi (%48,38) iç bütün kabuktan ayrılırken olarak, 13 tanesi (%41,93) yarım, 3 tanesinde ise (%9,67) çeyrek olarak çıkarılmıştır.

**Fenolojik gözlemler:** Araştırmanın başladığı 2014 yılı hasat döneminde 155 tane ceviz ağacından alınan meyve numuneleri içerisinde değerlendirilmeler sonucu belirlenen 10 tipe ait fenolojik gözlemler 2015 yılının ilkbaharında gerçekleştirilmiştir. Bu gözlemler

sonucunda tespit edilen 10 tipin tamamının çiçeklenme yapısı *protandrous* olduğu belirlenmiştir. Genotiplerde erkek çiçekler 24 Mart-31 Mart, dişi çiçekler ise 22 Nisan-27 Nisan tarihleri arasında açmıştır. Dişi çiçeklerin tam çiçeklenme tarihleri 25 Nisan-30 Nisan olarak kayıt edilmiştir. Seçilen tiplerde ilk yapraklanma 28 Mart-5 Nisan tarihleri arasında değişiklik göstermiştir (Tablo 8).

**Tablo 8. Seçilen tiplerin genel fenoloji tarihleri**

Özellikler	Gözlem Tarihleri
İlk yapraklanma tarihi	28 Mart-5 Nisan
Erkek çiçeklenme tarihi	24 Mart-31 Mart
Dişi çiçeklenme tarihi	25 Nisan-30 Nisan
Çiçeklenme karakteri	<i>Protandrous</i>
Tam çiçeklenme tarihi	14 Nisan-26 Nisan
Hasat	25 Ağustos-9 Eylül

**Ceviz tiplerinin seçimi ve tanıtımı:** İlk yılda (2014) alınan meyveler belirlenen seleksiyon özellikleri bakımından 155 genotipten; yapılan tartılı değerlendirme sonucu 31 genotip ümitvar olarak seçilmiştir. Belirlenen 31 genotip ikinci yılda (2015) vejetasyon döneminin başında fenolojik gözlemlere tabi tutularak bu ağaçlardan tekrar meyve numuneleri alınmış ve değerlendirmeye tabi tutulmuştur. İki yıllık yapılan incelemeler sonucunda elde edilen sonuçlar incelenip örneklerin tüm değerlerinin ortalaması alınarak, tartılı derecelendirmeye tabi tutulmuş ve yapılan tartılı değerlendirme sonucu, 10 genotip ümitvar olarak seçilmiştir.

**Tablo 9. 27 GA 010 nolu genotip**

Ağaç Sahibi	: Cafer AYTAÇ		
Ağacın Bulunduğu Yer	: Gündoğan		
Ağaç Bulunduğu Yerin Rakımı (m)	: Mahallesi		
Rüzgarlanma Durumu	: 640		
Güneşlenme Durumu	: Var		
Sulanma Durumu	: İyi		
Seçilme Durumu	: Sulanıyor		
	: Kabuklu Ceviz		
<b>AĞAÇ ÖZELLİKLERİ</b>			
Tahmini Yaşı	: 20	Gövdede Ana Dal	: 2
Taç Yüksekliği (m)	: 14,00	Dallanma Sıklığı	: Sık
Taç Şekli	: Yarı Dik	Hastalık Zararı	: Yok
Taç Genişliği (m)	: 8,30	Soğuk Zararı	: Yok
Gövde Çevresi (m)	: 72,00	Tahmini Verim (kg)	: 50-80
Gövde Uzunluğu (m)	: 1,70	Salkımdaki Meyve Sayısı	: 2'li
Verim Durumu	: Düzenli		
<b>MEYVE ÖZELLİKLERİ</b>			
Ort. İç Ağırlığı (g)	: 8,55±0,32	Ort.Meyve Ağırlığı (g)	: 20,40±0,34
Ort. İç Oranı (%)	: 45,65	Ort.MeyveUzunluğu (mm)	: 39,17±0,49
İç Dolgunluğu	: Tam Dolu	Ort. Meyve Yüksekliği (mm)	: 35,77±0,36
İçte Büzüşme (%)	: Yok	Ort. Meyve Genişliği (mm)	: 1,09
İç Rengi	: Esmer	Genişliği (mm) Şekil	: Ekstra
İçte Çürüme (%)	: Yok	İndeksi Meyve	: Kötü
İçte Damarlılık Durumu	: Hafif Damarlı	İriliği Kabukta	: 1,34±0,04
Bütün Çıkma Durumu	: Bütün	Yapışma Ort.	: Orta
Kabuk Rengi	: Esmer	Kabuk Kalınlığı (mm)	: 11,85
Kabukta Pürüzlülük	: Orta	Kırılma Durumu	
		Ort. Kabuk Ağırlığı (g)	
<b>FENOLOJİK GÖZLEMLER</b>			
İlk Yapraklanma Tarihi	: 28-30 Nisan		
Erkek Çiçeklenme Tarihi	: 28 Nisan		
Dişi Çiçeklenme Tarihi	: 6 Mayıs		
Çiçeklenme Tipi	: Protandrous		
Tam Çiçeklenme Tarihi	: 13-15 Mayıs		

**Şekil 3. 27 GA 010 nolu genotip**

**Tablo 10.** 27 GA 011 nolu genotip

Ağaç Sahibi			: Cafer AYTAÇ
Ağacın Bulunduğu Yer			: Gündoğan
Ağaç Bulunduğu Yerin Rakımı (m)	Rüzgarlanma Durumu	Güneşlenme Durumu	Mahallesi : 640
Sulanma Durumu	Seçilme Durumu	: Var	
		: İyi	
		: Sulanıyor	
		: Kabuklu Ceviz	
<b>AĞAÇ ÖZELLİKLERİ</b>			
Tahmini Yaşı	: 22	Gövdede Ana Dal	: 3
Taç Yüksekliği (m)	: 20,00	Dallanma Sıklığı	: Seyrek
Taç Şekli	: Yayvan	Hastalık Zararı	: Yok
Taç Genişliği (m)	: 10,90	Soğuk Zararı	: Yok
Gövde Çevresi (m)	: 1,42	Tahmini Verim (kg)	: 40-60
Gövde Uzunluğu (m)	: 2,40	Salkımdaki Meyve Sayısı	: 2'li
Verim Durumu	: Düzenli		
<b>MEYVE ÖZELLİKLERİ</b>			
Ort. İç Ağırlığı (g)	: 7,35±0,28	Ort. Meyve Ağırlığı (g)	: 13,12±0,34
Ort. İç Oranı (%)	: 56,01	Ort. Meyve Uzunluğu (mm)	: 35,04±0,46
İç Dolgunluğu	: Tam Dolu	Ort. Meyve Yüksekliği (mm)	: 32,74±0,30
İçte Büzüşme (%)	: Yok	Meyve Genişliği (mm)	: 1.06
İç Rengi	: Esmer	Şekil İndeksi	: Ekstra
İçte Çürüme (%)	: Yok	Meyve İriliği	: Orta
İçte Damarlılık Durumu	: Çok Damarlı	Kabukta Yapışma	: 1,47±0,04
Bütün Çıkma Durumu	: Orta	Ort. Kabuk Kalınlığı (mm)	: Orta
Kabuk Rengi	: Koyu	Kırılma Durumu	: 5,77
Kabukta Pürüzlülük	: Pürüzlü	Ort. Kabuk Ağırlığı (g)	
<b>FENOLOJİK GÖZLEMLER</b>			
İlk Yapraklanma Tarihi	Erkek	: 25-30 Mart	
Çiçeklenme Tarihi	Dişi	: 25 Mart	
Çiçeklenme Tarihi	Çiçeklenme Tipi	: 22 Nisan	
Tam Çiçeklenme Tarihi		: <i>Protandrous</i>	
		: 22-26 Nisan	

**Şekil 4.** 27 GA 011 nolu genotip

**Tablo 11. 27 GA 014 nolu genotip**

Ağaç Sahibi	: Hoca Şerif SALAN		
Ağacın Bulunduğu Yer	: Gündoğan Mahallesi		
Ağaç Bulunduğu Yerin Rakımı (m)	Rüzgarlanma Durumu	: 640	
	Güneşlenme Durumu	: Var	
Sulanma Durumu	Seçilme Durumu	: İyi	
		: Sulanıyor	
		: Kabuklu Ceviz	
<b>AĞAÇ ÖZELLİKLERİ</b>			
Tahmini Yaşı	: 25-28	Gövdede Ana Dal	: 4
Taç Yüksekliği (m)	: 31,00	Dallanma Sıklığı	: Seyrek
Taç Şekli	: Yayvan	Hastalık Zararı	: Yok
Taç Genişliği (m)	: 15,00	Soğuk Zararı	: Yok
Gövde Çevresi (m)	: 1,43	Tahmini Verim (kg)	: 35-50
Gövde Uzunluğu (m)	: 1,90	Salkımdaki Meyve Sayısı	: 2'li
Verim Durumu	: Düzenli		
<b>MEYVE ÖZELLİKLERİ</b>			
Ort. İç Ağırlığı (g)	: 7,01±0,24	Ort. Meyve Ağırlığı (g)	: 15,05±1,29
Ort. İç Oranı (%)	: 46,86	Ort. Meyve Uzunluğu (mm)	: 42,00±0,52
İç Dolgunluğu	: Tam Dolu		: 37,14±0,67
İçte Büzüşme (%)	: Yok	Ort. Meyve Yüksekliği (mm)	: 35,95±0,38
İç Rengi	: Sarı	Ort. Meyve Genişliği (mm)	: 1,15
İçte Çürüme (%)	: Yok	Genişliği (mm)	: Ekstra
İçte Damarlılık Durumu	: Hafif Damarlı	Şekil İndeksi	: Kötü
Bütün Çıkma Durumu	: Bütün	Meyve İriliği	: 1,72±0,49
Kabuk Rengi	: Esmere	Kabukta Yapışma	: Kolay
Kabukta Pürüzlülük	: Düz	Ort. Kabuk Kalınlığı (mm)	: 8,04
		Kırılma Durumu	
		Ort. Kabuk Ağırlığı (g)	
<b>FENOLOJİK GÖZLEMLER</b>			
İlk Yapraklanma Tarihi	: 25-31 Mart		
Erkek Çiçeklenme Tarihi	: 25 Mart		
Dişi Çiçeklenme Tarihi	: 22 Nisan		
Çiçeklenme Tipi	: Protandrous		
Tam Çiçeklenme Tarihi	: 23-26 Nisan		

**Şekil 11. 27 GA 014 nolu genotip**

**Tablo 12.** 27 GA 103 nolu genotip

Ağaç Sahibi	: Mustafa TAŞDEMİR		
Ağacın Bulunduğu Yer	: Cevizli Mahallesi		
Ağaç Bulunduğu Yerin Rakımı (m)	: 771		
Rüzgarlanma Durumu	: Var		
Güneşlenme Durumu	: İyi		
Sulanma Durumu	: Susuz		
Seçilme Durumu	: Kabuklu Ceviz		
<b>AĞAÇ ÖZELLİKLERİ</b>			
Tahmini Yaşı	: 50	Gövdede Ana Dal	: 4
Taç Yüksekliği (m)	: 22,00	Dallanma Sıklığı	: Sık
Taç Şekli	: Yayvan	Hastalık Zararı	: Yok
Taç Genişliği (m)	: 13,45	Soğuk Zararı	: Yok
Gövde Çevresi (m)	: 1,30	Tahmini Verim (kg)	: 80-100
Gövde Uzunluğu (m)	: 1,90	Salkımdaki Meyve	: 1-2'li
Verim Durumu	: Düzenli	Sayısı	
<b>MEYVE ÖZELLİKLERİ</b>			
Ort. İç Ağırlığı (g)	: 7,06±0,17	Ort. Meyve Ağırlığı (g)	: 15,48±0,34
Ort. İç Oranı (%)	: 45,62	Ort. Meyve Uzunluğu (mm)	: 45,21±0,50
İç Dolgunluğu	: Tam Dolu	Ort. Meyve Yüksekliği (mm)	: 35,71±0,38
İçte Büzüşme (%)	: Yok	Ort. Meyve Genişliği (mm)	: 35,55±0,30
İç Rengi	: Esmer	Şekil İndeksi	: 1,27
İçte Çürüme (%)	: Yok	Meyve İriliği	: Ekstra
İçte Damarlılık Durumu	: Hafif Damarlı	Kabukta Yapışma	: Kötü
Bütün Çıkma Durumu	: Orta	Ort. Kabuk Kalınlığı (mm)	: 2,03±0,07
Kabuk Rengi	: Açık	Kırılma Durumu	: Zor
Kabukta Pürüzlülük	: Orta	Ort. Kabuk Ağırlığı (g)	: 8,42
<b>FENOLOJİK GÖZLEMLER</b>			
İlk Yapraklanma Tarihi	: 28-31 Mart		
Erkek Çiçeklenme Tarihi	: 29 Mart		
Dişi Çiçeklenme Tarihi	: 22 Nisan		
Çiçeklenme Tipi	: <i>Protandrous</i>		
Tam Çiçeklenme Tarihi	: 25-30 Nisan		

**Şekil 6.** 27 GA 103 nolu genotip



**Tablo 13.** 27 GA 104 nolu genotip

Ağaç Sahibi	:		
Ağacın Bulunduğu Yer	:	Cevizli Mahallesi	
Ağaç Bulunduğu Yerin Rakımı (m)	:	Rüzgarlanma	: 780
Durumu	:	Güneşlenme Durumu	: Var
Sulanma Durumu	:	Seçilme	: İyi
Durumu	:		: Susuz
	:		: Kabuklu Ceviz
<b>AĞAÇ ÖZELLİKLERİ</b>			
Tahmini Yaşı	: 35	Gövdede Ana Dal	: 4
Taç Yüksekliği (m)	: 17,00	Dallanma Sıklığı	: Sık
Taç Şekli	: Yayvan	Hastalık Zararı	: Yok
Taç Genişliği (m)	: 13,10	Soğuk Zararı	: Yok
Gövde Çevresi (m)	: 1,23	Tahmini Verim (kg)	: 60-75
Gövde Uzunluğu (m)	: 2,34	Salkımdaki Meyve Sayısı	: 2'li
Verim Durumu	: Düzenli		
<b>MEYVE ÖZELLİKLERİ</b>			
Ort.İç Ağırlığı (g)	: 7,17±0.16	Ort. Meyve Ağırlığı (g)	: 14,76±0,36
Ort.İç Oranı (%)	: 48,67	Ort. Meyve Uzunluğu (mm)	: 43,02±0,54
İç Dolgunluğu	: Tam Dolu		: 35,26±0,43
İçte Büzüşme (%)	: Yok	Ort. Meyve Yüksekliği (mm)	: 34,10±0,32
İç Rengi	: Esmer	Ort.Meyve Genişliği (mm)	: 1,24
İçte Çürüme (%)	: Yok		: Ekstra
İçte Damarlılık Durumu	: Düz	Şekil İndeksi	: Kötü
Bütün Çıkma Durumu	: Orta	Meyve İriliği	: 1,63±0,08
Kabuk Rengi	: Açık	Kabukta Yapışma	: Orta
Kabukta Pürüzlülük	: Orta	Ort.Kabuk Kalınlığı (mm)	: 7,59
		Kırılma Durumu	
		Ort.Kabuk Ağırlığı (g)	
<b>FENOLOJİK GÖZLEMLER</b>			
İlk Yapraklanma Tarihi	:	28-31 Mart	
Erkek Çiçeklenme Tarihi	:	29 Mart	
Dişi Çiçeklenme Tarihi	:	22 Nisan	
Çiçeklenme Tipi	:	Protandrous	
Tam Çiçeklenme Tarihi	:	25-30 Nisan	

**Şekil 7.** 27 GA 104 nolu genotip

**Tablo 14.** 27 GA 110 nolu genotip

Ağaç Sahibi	: Halil KAPLAN		
Ağacın Bulunduğu Yer	: Cevizli Mahallesi		
Ağaç Bulunduğu Yerin Rakımı (m)	Rüzgarlanma	: 846	
Durumu	Güneşlenme Durumu	: Var	
Sulanma Durumu	Seçilme	: İyi	
Durumu	: Sulanıyor		
	: Kabuklu Ceviz		
<b>AĞAÇ ÖZELLİKLERİ</b>			
Tahmini Yaşı	: 25	Gövdede Ana Dal	: 4
Taç Yüksekliği (m)	: 14,00	Dallanma Sıklığı	: Sık
Taç Şekli	: Yayvan	Hastalık Zararı	: Yok
Taç Genişliği (m)	: 17,50	Soğuk Zararı	: Yok
Gövde Çevresi (m)	: 0,96	Tahmini Verim (kg)	: 50-70
Gövde Uzunluğu (m)	: 0,80	Salkımdaki Meyve Sayısı	: 2'li
Verim Durumu	: Düzenli		
<b>MEYVE ÖZELLİKLERİ</b>			
Ort.İç Ağırlığı (g)	: 7,54±0,23	Ort. Meyve Ağırlığı (g)	: 15,92±0,39
Ort.İç Oranı (%)	: 47,35	Ort. Meyve Uzunluğu (mm)	: 46,44±0,50
İç Dolgunluğu	: Tam Dolu	Ort. Meyve Yüksekliği (mm)	: 35,97±0,48
İçte Büzüşme (%)	: Yok	Ort. Meyve Genişliği (mm)	: 35,95±0,22
İç Rengi	: Kahverengi	Şekil İndeksi	: 1,29
İçte Çürüme (%)	: Yok	Meyve İriliği	: Ekstra
İçte Damarlılık Durumu	: Çok Damarlı	Kabukta Yapışma	: Orta
Bütün Çıkma Durumu	: Bütün	Ort. Kabuk Kalınlığı (mm)	: 1,84±0,04
Kabuk Rengi	: Açık	Kırılma Durumu	: Orta
Kabukta Pürüzlülük	: Orta	Ort. Kabuk Ağırlığı (g)	: 8,38
<b>FENOLOJİK GÖZLEMLER</b>			
İlk Yapraklanma Tarihi	: 28-31 Mart		
Erkek Çiçeklenme Tarihi	: 29 Mart		
Dişi Çiçeklenme Tarihi	: 22 Nisan		
Çiçeklenme Tipi	: <i>Protandrous</i>		
Tam Çiçeklenme Tarihi	: 25-30 Nisan		

**Şekil 8.** 27 GA 110 nolu genotip

**Tablo 15.** 27 GA 114 nolu genotip

Ağaç Sahibi	: Mehmet TURGUT		
Ağacın Bulunduğu Yer	: Cevizli Mahallesi		
Ağaç Bulunduğu Yerin Rakımı	: 770		
(m) Rüzgarlanma Durumu	: Var		
Güneşlenme Durumu	: İyi		
Sulanma Durumu	: Sulanıyor		
Seçilme Durumu	: Kabuklu Ceviz		
<b>AĞAÇ ÖZELLİKLERİ</b>			
Tahmini Yaşı	: 22	Gövdede Ana Dal	: 5
Taç Yüksekliği (m)	: 12,00	Dallanma Sıklığı	: Sık
Taç Şekli	: Yayvan	Hastalık Zararı	: Yok
Taç Genişliği (m)	: 9,00	Soğuk Zararı	: Yok
Gövde Çevresi (m)	: 1,15	Tahmini Verim (kg)	: 60-85
Gövde Uzunluğu (m)	: 1,14	Salkımdaki Meyve Sayısı	: 2'li
Verim Durumu	: Düzenli		
<b>MEYVE ÖZELLİKLERİ</b>			
Ort.İç Ağırlığı (g)	: 7,02± 0,22	Ort. Meyve Ağırlığı (g)	: 14,09±0,29
Ort.İç Oranı (%)	: 49,80	Ort. Meyve Uzunluğu (mm)	: 39,04±0,35
İç Dolgunluğu	: Tam Dolu	Ort. Meyve Yüksekliği	: 34,54±0,33
İçte Büzüşme (%)	: Yok	(mm) Ort. Meyve Genişliği	: 31,90±0,47
İç Rengi	: Esmer	(mm) Şekil İndeksi	: 1,18
İçte Çürüme (%)	: Yok	Meyve İriliği	: Ekstra
İçte Damarlılık Durumu	: Çok Damarlı	Kabukta Yapışma	: İyi
Bütün Çıkma Durumu	: Orta	Ort. Kabuk Kalınlığı (mm)	: 1,48±0,05
Kabuk Rengi	: Kahverengi	Kırılma Durumu	: Kolay
Kabukta Pürüzlülük	: Orta	Ort. Kabuk Ağırlığı (g)	: 7,07
<b>FENOLOJİK GÖZLEMLER</b>			
İlk Yapraklanma Tarihi	: 28-31 Mart		
Erkek Çiçeklenme Tarihi	: 29 Mart		
Dişi Çiçeklenme Tarihi	: 22 Nisan		
Çiçeklenme Tipi	: Protandrous	:	
Tam Çiçeklenme Tarihi	: 25-30 Nisan		

**Şekil 9.** 27 GA 114 nolu genotip

**Tablo 16.** 27 GA 116 nolu genotip

Ağaç Sahibi	: Halil ASLAN		
Ağacın Bulunduğu Yer	: Cevizli Mahallesi		
Ağaç Bulunduğu Yer in Rakımı (m)	: 770		
Rüzgarlanma Durumu	: Var		
Güneşlenme Durumu	: İyi		
Sulanma Durumu	: Susuz		
Seçilme Durumu	: Kabuklu Ceviz		
<b>AĞAÇ ÖZELLİKLERİ</b>			
Tahmini Yaşı	: 25	Gövdede Ana Dal	: 6
Taç Yüksekliği (m)	: 20,00	Dallanma Sıklığı	: Sık
Taç Şekli	: Yarı dik	Hastalık Zararı	: Yok
Taç Genişliği (m)	: 16,00	Soğuk Zararı	: Yok
Gövde Çevresi (m)	: 1,41	Tahmini Verim (kg)	: 65-90
Gövde Uzunluğu (m)	: 1,87	Salkımdaki Meyve Sayısı	: 2'li
Verim Durumu	: Düzenli		
<b>MEYVE ÖZELLİKLERİ</b>			
Ort. İç Ağırlığı (g)	: 7,29±0,28	Ort. Meyve Ağırlığı (g)	: 16,34±0,42
Ort. İç Oranı (%)	: 44,58	Ort. Meyve Uzunluğu (mm)	: 43,81±0,50
İç Dolgunluğu	: Tam Dolu	Ort. Meyve Yüksekliği (mm)	: 38,79±0,49
İçte Büzüşme (%)	: Yok	(mm) Ort. Meyve Genişliği	: 34,50±0,36
İç Rengi	: Esmer	(mm) Şekil İndeksi	: 1,20
İçte Çürüme (%)	: Yok	Meyve İriliği	: Ekstra
İçte Damarlılık Durumu	: Çok damarlı	Kabukta Yapışma	: Kolay
Bütün Çıkma Durumu	: Bütün	Ort. Kabuk Kalınlığı (mm)	: 1,87±0,05
Kabuk Rengi	: Esmer	Kırılma Durumu	: Orta
Kabukta Pürüzlülük	: Orta	Ort. Kabuk Ağırlığı (g)	: 9,05
<b>FENOLOJİK GÖZLEMLER</b>			
İlk Yapraklanma Tarihi	: 28-31 Mart		
Erkek Çiçeklenme Tarihi	: 29 Mart		
Dişi Çiçeklenme Tarihi	: 22 Nisan		
Çiçeklenme Tipi	: <i>Protandrous</i>		
Tam Çiçeklenme Tarihi	: 25-30 Nisan		

**Şekil 10.** 27 GA 116 nolu genotip

**Tablo 17.** 27 GA 122 nolu genotip

Ağaç Sahibi	:		
Ağacın Bulunduğu Yer	:	Cevizli	
Ağaç Bulunduğu Yerin Rakımı (m)	:	Mahallesi	
Rüzgarlanma Durumu	:	777	
Güneşlenme Durumu	:	Var	
Sulanma Durumu	:	İyi	
Seçilme Durumu	:	Susuz	
	:	Kabuklu	
	:	Ceviz	
<b>AĞAÇ ÖZELLİKLERİ</b>			
Tahmini Yaşı	: 25	Gövdede Ana Dal	: 5
Taç Yüksekliği (m)	: 16,00	Dallanma Sıklığı	: Sık
Taç Şekli	: Yayvan	Hastalık Zararı	: Yok
Taç Genişliği (m)	: 13,00	Soğuk Zararı	: Yok
Gövde Çevresi (m)	: 1,32	Tahmini Verim (kg)	: 65-85
Gövde Uzunluğu (m)	: 2,30	Salkımdaki Meyve Sayısı	: 2'li
Verim Durumu	: Düzenli		
<b>MEYVE ÖZELLİKLERİ</b>			
Ort. İç Ağırlığı (g)	: 7,01±0,19	Ort. Meyve Ağırlığı (g)	: 14,86±0,31
Ort. İç Oranı (%)	: 47,20	Ort. Meyve Uzunluğu (mm)	: 39,81±0,45
İç Dolgunluğu	: Tam Dolu	Ort. Meyve Yüksekliği (mm)	: 34,65±0,42
İçte Büzüşme (%)	: Yok	(mm) Ort. Meyve Genişliği	: 34,78±0,39
İç Rengi	: Kahverengi	(mm) Şekil İndeksi	: 1,15
İçte Çürüme (%)	: Yok	Meyve İriliği	: Ekstra
İçte Damarlılık Durumu	: Hafif damarlı	Kabukta Yapışma	: Kötü
Bütün Çıkma Durumu	: Bütün	Ort. Kabuk Kalınlığı (mm)	: 1,65±0,06
Kabuk Rengi	: Açık	Kırılma Durumu	: Orta
Kabukta Pürüzlülük	: Pürüzlü	Ort. Kabuk Ağırlığı (g)	: 7,85
<b>FENOLOJİK GÖZLEMLER</b>			
İlk Yapraklanma Tarihi	:	28-31 Mart	
Erkek Çiçeklenme Tarihi	:	29 Mart	
Dişi Çiçeklenme Tarihi	:	22 Nisan	
Çiçeklenme Tipi	:	Protandrous	
Tam Çiçeklenme Tarihi	:	25-30 Nisan	

**Şekil 11.** 27 GA 122 nolu genotip

**Tablo 18.** 27 GA 138 nolu genotip

Ağaç Sahibi	: Mehmet Başkak		
Ağacın Bulunduğu Yer	: Beylerbeyi Mahallesi		
Ağaç Bulunduğu Yerin Rakımı (m)	: 888		
Rüzgarlanma Durumu	: Var		
Güneşlenme Durumu	: İyi		
Sulanma Durumu	: Sulanıyor		
Seçilme Durumu	: Kabuklu Ceviz		
<b>AĞAÇ ÖZELLİKLERİ</b>			
Tahmini Yaşı	: 8	Gövdede Ana Dal	: 2
Taç Yüksekliği (m)	: 4,00	Dallanma Sıklığı	: Sık
Taç Şekli	: Dik	Hastalık Zararı	: Yok
Taç Genişliği (m)	: 4,50	Soğuk Zararı	: Yok
Gövde Çevresi (m)	: 0,31	Tahmini Verim (kg)	: 5-15
Gövde Uzunluğu (m)	: 0,42	Salkımdaki Meyve Sayısı	: 2'li
Verim Durumu	: Düzenli		
<b>MEYVE ÖZELLİKLERİ</b>			
Ort. İç Ağırlığı (g)	: 7,07±0,20	Ort. Meyve Ağırlığı (g)	: 13,97±0,23
Ort. İç Oranı (%)	: 50,80	Ort. Meyve Uzunluğu (mm)	: 39,35±0,65
İç Dolgunluğu	: Tam Dolu	Ort. Meyve Yüksekliği (mm)	: 33,92±0,45
İçte Büzüşme (%)	: Yok	(mm) Ort. Meyve Genişliği	: 34,81±0,34
İç Rengi	: Esmer	(mm) Şekil İndeksi	: 1,15
İçte Çürüme (%)	: Yok	Meyve İriliği	: Ekstra
İçte Damarlılık Durumu	: Hafif damarlı	Kabukta Yapışma	: Orta
Bütün Çıkma Durumu	: Bütün	Ort. Kabuk Kalınlığı (mm)	: 1,57±0,04
Kabuk Rengi	: Açık	Kırılma Durumu	: Kolay
Kabukta Pürüzlülük	: Orta	Ort. Kabuk Ağırlığı (g)	: 6,90
<b>FENOLOJİK GÖZLEMLER</b>			
İlk Yapraklanma Tarihi	: 28-31 Mart		
Erkek Çiçeklenme Tarihi	: 29 Mart		
Dişi Çiçeklenme Tarihi	: 22 Nisan		
Çiçeklenme Tipi	: <i>Protandrous</i>		
Tam Çiçeklenme Tarihi	: 25-30 Nisan		

**Şekil 12.** 27 GA 138 nolu genotip

Gaziantep ve yöresinde nokta ıslahı çerçevesinde 2014–2015 yılları arasında 2 yıl boyunca yapılan bu çalışmada tohumdan yetişmekte olan ilçe merkezi ve ceviz popülasyonunun yoğun olarak bulunduğu mahalleler (köyler) dolaşarak yüksek verimli ve üstün kriter özelliklerine sahip ceviz tiplerine seleksiyon ıslahı çalışması uygulanarak meyve ve ağaç üzerinde yapılan ölçüm ve değerlendirmeler sonucunda belirlenen üstün genotipe sahip ceviz tiplerinin ülkemiz ceviz yetiştiriciliğine kazandırılması amaçlandırılmıştır. Bu çalışma esnasında mevcut popülasyonun tamamı dolaşmış, üreticinin verdiği ön bilgiler ve bazı seleksiyon kriterleri dikkate alınarak bazı elemeler yapıldıktan sonra 155 tipten meyve örneği alınmıştır. Daha sonra yapılan derecelendirmeler neticesinde 31 tip seçilmiş ve bir sonraki vejetasyon dönemi başında bu tiplerin fenolojik gözlemleri takip edilmiştir. Elde edilen değerler neticesinde selekte edilen bu 31 genotipin içinden 10 tanesi ümitvar olarak tespit edilmiş, meyve ağırlıkları 15,05 g ile 20,40 g, iç ağırlıkları 7,01 g ile 8,55 g, iç oranları ise %44,58 ile %56,00 arasında değişmiştir.

Yapılan çeşitli seleksiyon ıslahı çalışmalarında ümitvar olarak seçilen genotiplerde; Akça ve Aydın (2005), Tokat ili Niksar ilçesinde yürüttükleri bir araştırmada incelenmeye tabi olan çeşitlerin ortalama meyve ağırlığı Yalova 1 çeşidinde 16,04 g, Yalova 3 çeşidinde 17,30 g, Şebin çeşidinde 10,16 g, Bilecik çeşidinde ise 12,20 g olarak saptamışlardır. Çeşitlerin ortalama iç ağırlıklarını ise Yalova 1 çeşidinde 8,17 g, Yalova 3 çeşidinde 8,72 g, Şebin çeşidinde 6,56 g,

Bilecik çeşidinde 5,92 g, iç randımanı, Yalova 1 çeşidinde %51,45, Yalova 3 çeşidinde %50,28, Şebin çeşidinde %64,80 ve Bilecik çeşidinde %48,56 olduğunu belirtmişlerdir. Kahraman (2006), Aksaray ili Ağaçören ilçesi'nde yaptığı seleksiyon çalışmasında seçtiği ceviz tiplerinin meyve ağırlıkları 14,27-21,27 g, iç ağırlıkları 7,36-10,03 g, iç oranları %36,81-57,82 ve kabuk kalınlıkları 1,26-1,60 mm arasında değiştiği belirlenmiştir. Baymış (2008) üzerinde yapmış olduğu çalışmada meyve ağırlığı 9,10-25,32 g, iç ağırlığı 4,08-12,50 g, iç oranı %35,84-56,41 arasında olduğunu belirlemiştir. Beyhan (2009) Sakarya ilinin Akyazı ilçesinde 2007-2008 yılları arasında yürütülen seleksiyon ıslahı çalışmasında, meyve ağırlıkları 11,20-18,00 g, iç ağırlıkları 6,00-8,50 g, iç oranları %47,61-63,00 arasında değiştiğini saptamıştır. Yiğit ve ark., (2013), yapılan incelemeler sonucunda ağırlıkları 11-21,5 g, meyve iç ağırlıkları 5,1-9,0 g, iç randımanı %38,5-60 aralığında olduğu tespit edilmiştir. Yabancı araştırmacıların yaptığı çalışmalara bakıldığında; Shamsiev and Komarov (1978), Güney Özbekistan'da gerçekleştirdikleri seleksiyon araştırmasında elde edilen verilerin içerisinde en iri meyveli ceviz olarak bulunan 3 genotipin pomolojik özelliklerini tespit etmişlerdir. Bu genotiplerde meyve ağırlıklarının No.19'da (20,8 g), No.13 ve 111 genotiplerinde ise 16 ve 17,7 g ağırlığa sahip; iç oranlarının ise %50 oranında sahip olduğu bulunmuştur. Mousavi ve ark., (2004), Chaharmahal ve Bakhtiari'de seleksiyon çalışmasında tespit ettikleri meyve ağırlığının 11,50-17,50 g, iç ağırlığının 3,80-10,00 g ve iç oranının %35,50-62,80 arasında olduğu kayıt etmiştir. Sofi ve ark., (2004), Kashmir vadisinin 6 farklı bölgesinde üstün



özelliikli 10 ümitvar tipin sahip oldukları meyve ağırlıkları 13,73-27,16 g arasında olduğunu bildirmişlerdir. Bu araştırmada belirlenen ceviz tiplerinin büyük bir kısmında kabuklu meyve ağırlığı, iç ağırlığı ve iç oranı değerleri bakımında, ülkemizin farklı yerlerinde ve yurt dışında tespit edilen tiplerin kabuklu meyve ağırlığı, iç ağırlığı ve iç oranı ile benzer, yakın ve hatta bazılarında daha yüksek olduğu görölmektedir.

Seçilen tiplerde kabuk kalınlıkları 1,34 mm ile 2,03 mm arasında değişmiştir. Meyve özellikleri dışında, üzerinde fazlaca durulan bir başka özellik ise kabuk kalınlığıdır. Bu özellik bakımından ceviz kabuğunun kırılması üzerinde doğrudan etkili olurken, iç oranını ve için kabuktan çıkma durumunu da etkilemektedir. Bu nedenle elde ettiğimiz değerler daha önce araştırılan birçok çalışma sonucu ile uyumlu olmakla beraber genelde kabuk kalınlıkları incedir.

Çeşitli seleksiyon çalışmalarında ümitvar olarak belirlenen genotiplerde belirlenen kabuk kalınlığı; Osmanoğlu (1998), Posof yöresinde yapmış olduğu seleksiyon çalışmasında ümitvar olarak belirlediği genotiplerin kabuk kalınlıklarının 0,74 mm (75 PSF 118) ile 2,11 mm (75 PSF 116) arasında değiştiğini belirtmiştir. Ünver ve Çelik (2005) tarafından Ankara yöresinde yapılan incelemeler sonucunda kabuk kalınlıkları 1,04-2,03 mm arasında değişmiştir. Muradoğlu (2005), Hakkari ve Bitlis (Ahlat) ilinin merkez ilçelerinde 2001 yürüttüğü bir seleksiyon ıslahı çalışmasında ümitvar olarak belirlenen 50 ceviz genotipini kabuk kalınlıkları 1,04-2,05 mm arasında olduğunu belirlemiştir. Çelik ve ark., (2011), Denizli ilinin

Tavas yöresinde yürütülen seleksiyon çalışmasında 9 genotipi ümitvar olarak belirtilmiştir. Belirlenen genotiplerin kabuk kalınlığı 1,26-2,06 mm arasında olduğu tespit edilmiştir. Karadeniz (2011), Ordu ili ve çevresinde yetiştirilen ceviz popülasyonu üzerinde yürütülen seleksiyon çalışmasında önemli görülen 12 ceviz genotipinin kabuk kalınlığı 1,23-2,06 mm arasında olduğu saptanmıştır. Mehta ve ark., (1999), Himalaya dağları eteklerinde bulunan Garsa ve Jogindernagar yerleşim alanında gerçekleştirdikleri araştırmalarında kabuk kalınlığı 0,60-2,60 mm arasında olduğunu bildirmişlerdir. Godeanu ve Botu (1995) yaptıkları seleksiyon çalışmasında ümitvar olarak belirledikleri 4 genotipe ait kabuk kalınlıkları 1,20-1,80 mm arasında olduğunu belirtmişlerdir. Yapılan uluslararası ve yerli çalışmalarda bulunan değerlerle mukayese edildiğinde elde ettiğimiz sonuçlar diğer araştırmacıların elde ettiği verilere hemen hemen yakın bir kabuk kalınlığına sahip olduğu görülmektedir.

Çalışmamızda ümitvar olarak tespit tiplerde meyve genişliği 31,90 mm ile 35,95 mm, meyve yüksekliği 33,31 mm ile 38,79 mm, meyve uzunluğu ise 35,04 mm ile 46,44 mm arasında değişim göstermektedir. Seçimi yapılan genotipler meyve iriliği bakımından “ekstra” sınıfına girmektedir. Ülkemiz genelinde çalışılan diğer araştırma değerlerine bakıldığında elde ettiğimiz değerlere benzer olduğu gözlemlenmiştir.

Karadeniz ve Çorumlu (2014), Çorum ilinin İskilip ilçesinde ümitvar olarak belirlediği 18 ceviz tipinin meyve boyu 33,14-42,26 mm,

meyve eni 30,40-37,32 mm, meyve yüksekliği 30,26-36,77 mm arasında olduğunu saptamıştır. Beyhan (2009), Sakarya ilinin Akyazı ilçesinde yaptığı seleksiyon ıslahı çalışmasında, belirlenen genotiplerin meyve boyları 33,26-44,09 mm, meyve enleri 30,87-36,56 mm, meyve yükseklikleri 34,80-39,31 mm arasında değiştiğini saptamıştır. Solar (1990), Slovenya'nın kuzey batısında bulunan Moribar bölgesinde yapılan araştırma sonucu elde edilen 9 ümitvar çeşidin meyve özellikleri şu şekildedir; meyve boyu 34,8-43,1 mm, meyve eni 29,2-35,7 mm, meyve yüksekliği 30,2-35,7 mm arasında değişmiştir. Limongelli (1993), Serronto çöğürlerini ait genotipleri serbest tozlaşmaya tabi tuttuğu bir ıslah programında, elde ettiği Malazia ceviz çeşidine ait veriler; meyve uzunlukları 36-46 mm, meyve çapları 29-33 mm arasında olduğu belirtmiştir.

Araştırmamızda ümitvar olarak tespit edilen genotiplerin iç renkleri 2 tanesinde (%20,00) sarı, 6 tanesinde (%60,00) esmer, 2 tanesinde (%20,00) kahverengidir

Çeşitli seleksiyon çalışmalarında ümitvar olarak belirlenen genotiplerin iç rengi bakımından; Ünver ve ark., (2010), Ankara yöresinde yapılan seleksiyon çalışmasında 23 tip ümitvar olarak seçilmiştir. Tiplerin 5'inin iç rengi açık sarı, 18'inki de koyu sarı olarak belirlenmiştir. Gülsoy ve ark., (2016), Iğdır yöresi cevizlerinin (*Juglans regia* L.) seleksiyonu üzerine yaptığı çalışmada genotiplerin iç renginin 1 tanesinde açık sarı, 1 tanesinde koyu, 13 tanesinde sarı renkli olarak belirlenmiştir. Karadeniz (2011), Ordu yöresinde yapılan bir çalışmada, tiplerin iç renklerinin 5'inde açık ve 7'sinde esmer

olarak belirlenmiştir. Doğan ve ark., (2005), Bayındır yöresindeki araştırmada, İç rengi bakımından beş tanesinin rengi esmer, üç tanesinin rengi sarı olarak saptanmıştır. İç renginin açık olması ticari değerini artırmakla beraber albenisini artırmaktadır. Yapılan diğer araştırmalardaki iç rengi bakımından bizim çalışmamızda da esmer renkli iç ceviz daha fazla olduğu saptanmıştır.

#### 4. SONUÇ

Yaptığımız seleksiyon çalışması sırasında ümitvar olarak tespit edilen genotiplerin çiçeklenme tipleri gözlemlendiğinde 10 genotipin tamamının protandry çiçeklenme yapısına sahip olduğu gözlemlenmiştir. Yapılan bu çalışmada ümitvar seçilen tiplerde dikogami özelliğinin olduğu gözlenmiştir.

Diğer araştırmacıların seleksiyon ıslahı çalışmalarında ümitvar olarak belirlenen genotiplerde; Şimşek ve Osmanoğlu (2010), Mardin ilinin Mazıdağı ilçesinde yapılan ıslah çalışmasında, seçilen tiplerin çiçeklenme biçimleri ise 6 tipte protandri, 1 tipte protogeni ve 1 tipte homogami olarak tespit edilmiştir. Keleş (2012), Amasya iline bağlı Gümüşhacıköy ilçesinde selekte edilen 20 ümitvar genotipin çiçeklenme durumlarından 11 tanesi protandri, 5 tanesi protogeni ve 4 tanesi homogami özelliğine sahip bir çiçeklenme yapısında olduğunu göstermiştir. Aslansoy (2012), Afyon-Sultandağı yöresinde yaptığı seleksiyon çalışmasından 122 ceviz ağacı içinden ümitvar olarak belirlediği 28 genotipin 23'ü protandri ve 5'i protogeni çiçeklenme özelliğine sahiptir. Rouskas ve ark., (1997), 1986-1989 tarihinde

yaptıkları bir seleksiyon araştırması neticesinde belirlenen genotiplerin 7 tanesi protandrous, 2 tanesi homogamous, diğer 4 tipin ise protogynous çiçek yapısına sahip olduğunu belirtmişlerdir. Üzerinde çalıştığımız konular üzerine yapılan diğer çalışmalarla benzerlik göstermekte olup hatta bazıları ile elde ettiğimiz değerler arasında kısmen çiçeklenme yapısının sayısı daha düşük veya daha büyük bulunmuş olup bu aradaki oluşan farklılığın sebebinin daha çok diğer araştırmacıların gözlem yaptığı yöreler arasındaki ekolojik farklılıklardan, yetiştirme şekillerinden ve genotiplerin kendi has genetik yapılarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

## 5. KAYNAKLAR

- Akça, Y., (2005). Ceviz Yetiştiriciliği. Tarım ve Köy işleri Bakanlığı Yayın Daire Bşk. Matbaası, Ankara
- Akça, Y., Aydın, M., (2005). Tokat/Niksar ekolojik koşullarında bazı ceviz çeşitlerinin performanslarının değerlendirilmesi. Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, *Bahçe Ceviz* 34(1): 49–55
- Akça, Y., Osmanoğlu, A., (1996). Gevaş ceviz popülasyonunda üstün nitelikli ceviz tiplerinin ( *Juglans regia* L.) seleksiyon yolu ile ıslahı üzerinde bir çalışma. Fındık ve Diğer Sert Kabuklu Meyveler Sempozyumu, Samsun, *O.M.Ü.Z.F. Dergisi*, s. 388-393, 10-11 Ocak
- Akkuzu, H.E., Çelik, M., (2001). Bazı ceviz çeşitlerinin ( *Juglans regia* L.) Ankara koşullarında fenolojik ve pomolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Türkiye I. Ulusal Ceviz Sempozyumu*, s. 69-75
- Anonim, (1991). T.S.E. kabuklu ceviz standardı. TS 1275, Ankara
- Anonim, (2021a). Anonim, 2021a. FAO. FAOSTAT ( 11.05.2021)
- Anonim, 2021b.TUİK. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> ( 11.05.2021)
- Anonim, (2017a). [http://www.gaziantep.gov.tr/kurumlar/gaziantep.gov.tr/siteg/document/fiziki\\_cografya.pdf](http://www.gaziantep.gov.tr/kurumlar/gaziantep.gov.tr/siteg/document/fiziki_cografya.pdf), (erişim tarihi:15.03.2017)
- Anonim, (2017b). <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=GAZIANTEP> (erişim tarihi:15.03.2017)
- Aslansoy, B., (2012). *Sultandağı (Afyon) yöresi cevizlerinin (Juglans regia L.) seleksiyon yoluyla ıslahı üzerine araştırmalar* (Yüksek Lisans Tezi), Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya
- Baymış, M., (2008). *Yerli ve yabancı ceviz tip ve çeşitlerinin (Juglans regia L.) Kahramanmaraş ekolojik şartlarında performanslarının belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş
- Beyhan, Ö., (2009). Akyazı bölgesi cevizlerinin ( *Juglans regia* L.) seleksiyonu yoluyla ıslahı üzerine araştırmalar. *Bahçe Dergisi* 38(2): 1-8

- Çelik, F., Cimrin, K.M., Kazankaya, A., (2011). Tavas (Denizli) yöresinden selekte edilen ceviz (*Juglans regia L.*) genotiplerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi* 21(1): 42-48
- Doğan, A., Ayşe, G., Oğuz, H.İ., Aşkın, M.A., (2005). Bayındır (İzmir) yöresinde selekte edilen bazı ümitvar ceviz (*Juglans Regia L.*) tiplerinde meyve özelliklerinin belirlenmesi. *Bahçe* 34 (1)
- Ergene, A., (1993). Toprak Biliminin Esasları, A.Ü.Yayımları No:586, Z.F.Y.No:267, Erzurum
- Godeanu, I., Botu, M., (1995). Valuable walnut hybrids and selections for intensive growth in Romania. *Proceeding of The Third International Walnut Congress, Acta Horticulturae*, 13-19 June, Alcobaca, Portugal, No. 442, s. 95-100
- Gülsoy, E., Kaya, T., Şimşek, M., Pehlivan, M., (2016). Iğdır yöresi cevizlerinin (*Juglans regia L.*) seleksiyonu. *Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der.* 6(1): 25-30
- Kahraman, K.A., (2006). *Aksaray ili Ağaçören ilçesinde doğal olarak yetişen cevizlerin (Juglans regia L.) seleksiyon yoluyla ıslahı üzerinde bir araştırma* (Yüksek Lisans Tezi), Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya
- Karadeniz, T., (2011). Ordu yöresinde yetiştirilen ceviz genotiplerinin (*juglans regia L.*) seleksiyonu. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi* 1(1): 64-72
- Karadeniz, T., Çorumlu, M.S., (2014). İskilip ceviz genotipleri. *Bahçe* 43(1-2): 9-17
- Keleş, H., (2012). *Gümüştacıköy cevizlerinin (J. regia L.) seleksiyon yolu ile ıslahı* (Yüksek Lisans Tezi), Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Tokat
- Koyuncu, M.A., Koyuncu, F., Akıncı, F., Dilmaçunal, T., Vural, E., (2005) Gelincik (Isparta) doğal ceviz genotiplerinin yan dal verimliliği ve meyve özelliklerinin belirlenmesi. *Bahçe Ceviz* 34(1): 73-82
- Rom, R., Carlos, R.F., (1987). *Rootstock for Fruit Crops*. University of California, Davis, California p:415-450
- Limongelli, F., (1993). A new walnut cultivar. International Walnut Meeting. IRTA – *Generalitat de Catalunya Tarragona*, October 21-25, Spain, p. 46-48

- Mehta, K., Sharma, O.C., Kashyap, A.S., Thakur, B.S., (1999). Studies on variation in but and kernel characters and selection of superior walnut seedlings (*Juglans regia* L.) from Garsa and Jodindernagar areas of Himachal Pradesh. *Fourth International Walnut Symposium*, September 13-16, Bordeaux, France
- Mousavi, S.A., Moradi, H., Hassani, D., (2004). Identification. selection and collection of superior walnut (*Juglans regia* L.) genotypes in Chaharmahal and Bafhtiari province. *V.International Walnut Symposium*, November 9-13, Sorrento (Naples)-Italy.
- Muradoğlu, F., (2005). *Hakkari merkez ilçe ve Ahlat (Bitlis) yöresinde tohumdan yetişmiş ceviz (juglans regia L.) popülasyonunda genetik değişkenlik ve ümitvar genotiplerin seleksiyonu* (Doktora Tezi), Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van
- Osmanoğlu, A., (1998). *Posof (Ardahan) yöresi cevizlerinin (Juglans regia L.) seleksiyon yolu ile ıslahı üzerine araştırmalar* (Yüksek Lisans Tezi), Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van
- Ölez, H., (1971). *Marmara bölgesi cevizlerinin (Juglans regia L.) seleksiyon yolu ile ıslahı üzerine araştırmalar* (Doktora Tezi) Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ankara
- Rouskas, D., Katranis, N., Zakyntinos, G., Isaakidis, R., (1997). Walnut (*Juglans regia* L.) Seedlings Selection in Greece. *Acta Hort.* 442:109-116
- Shamsiev, KSH., Komarov, G.P., (1978). Promising forms of walnut for southern Uzbekistan. *Hort.Abst.* 48(8): 627
- Sofi, A.A., Verma, M.K., Pandit, A.H., Alamgeer, S.A., (2004). Evaluation of *Juglans regia* L. germoplasm of Kashmir valley on the basis of nut characteristics. *V.International Walnut Symposium*, November 9-13, Sorrento (Naples)-Italy
- Solar, A., (1990). Phenological and pomological characteristics of walnut cultivars in Northeastern Slovenia. *Acta Hort.* (ISHS) 284: 167-174



- Şen, S.M., (1980). *Kuzeydoğu Anadolu ve Doğu Karadeniz bölgesi cevizlerinin (J. regia L.) seleksiyon yolu ile ıslahı üzerinde araştırmalar*. A.Ü.Z.F. (Basılmamış Doçentlik Tezi), Erzurum
- Şen, S.M., (2009). *Ceviz Yetiştiriciliği*. Başak Matbaası, Ankara
- Şen, S.M., (2011). *Ceviz Yetiştiriciliği, Besin Değeri, Folklorü, ÜÇM Yayıncılık*, Ankara
- Şimşek, M., Osmanoğlu, A., (2010). Mazıdağı (Mardin) yöresindeki doğal cevizlerin (*Juglans regia L.*) seleksiyonu. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 20(2): 131-137.
- Ünver, H., Çelik, M., (2005). Ankara yöresi cevizlerinin (*Juglans regia L.*) seleksiyon yoluyla ıslahı. *Bahçe* 34(1)
- Ünver, H., Sakar, E., Çelik, M., (2010). Ankara yöresinde iç oranı yüksek ceviz (*Juglans regia L.*) tiplerinin belirlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* 14(3): 63-69
- Yarılgaç, T., (1997). *Gevaş yöresi cevizlerinin (Juglans regia L.) seleksiyon yoluyla ıslahı üzerinde araştırmalar* (Doktora Tezi), Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van
- Yiğit, T., Sarıtepe, Y., Özer, A., Aslan, A., Erdoğan, A., (2013). Hekimhan (Malatya) yöresinde selekte edilen bazı ceviz (*Juglans regia L.*) tiplerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi. *Meyve Bilimi* (1): 41-45

## BÖLÜM 18

### KETENCİK (*Camelina sativa* (L.) Crantz.) BİTKİSİNİN ENDÜSTRİ VE HAYVAN BESLENMEDE KULLANIMI

Dr. Merve GÖRE<sup>1</sup>, Doç. Dr. Tugay AYAŞAN<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Ege Üniversitesi, Ödemiş Meslek Yüksekokulu, Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Programı, İzmir-Türkiye. ORCID No: 0000-0001-9350-5910, e-posta: merve.gore@ege.edu.tr

<sup>2</sup> Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Organik Tarım İşletmeciliği Bölümü, Osmaniye-Türkiye. ORCID No: 0000-0001-7397-6483, e-posta: tugayayasan@osmaniye.edu.tr



## GİRİŞ

Ketencik, *Brassicaceae* (Lahanagiller) familyasının bir üyesi olup, yazlık ve kışlık olarak kültürü yapılan, tek yıllık ve çok yönlü kullanım potansiyeline sahip bir endüstri bitkisidir. *Camelina* türü içerisinde ekonomik öneme sahip tek cins olan *Camelina sativa*'nın güneydoğu Avrupa ve güneybatı Asya'da ortaya çıktığı düşünülmektedir (Francis ve Warwick, 2009). Arkeolojik bilgiler, ketencik tarımının güneydoğu Avrupa'da Neolitik dönemde başladığını ve Demir Çağı döneminde Avrupa'nın neredeyse tamamında önemli bir bitki olduğunu göstermektedir (Hjelmquist, 1979). 1960'lara kadar Kuzey Amerika ve çoğu Avrupa ülkesinde ticarete konu olan ketencik, yağ bitkisi olarak yetiştirilmesinin yanı sıra sürdürülebilir tarım politikalarında da önemli bir bitki olarak yer almıştır (Zubr, 1997). Yeni Dünya bitkilerinin keşfedilmesiyle önemini yitiren ketencik, son dönemlerde petrolden türetilmiş yakıtlara ikame edebilecek yenilenebilir kaynak olarak tekrardan önem kazanmıştır. Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de artan nüfusa paralel olarak başta gıda olmak üzere endüstriyel ürünler ve enerjiye olan insani ihtiyaçlar giderek artmaktadır.

Ketencik, ekstrem koşullara, özellikle kuraklığa, dayanıklılığı, su, gübre gibi tarımsal girdilere karşı kanaatkâr olması, marjinal alanlarda değerlendirilebilen bir bitki olması ve çok yönlü kullanım potansiyeli sebebiyle son dönemlerde ön plana çıkan bir bitki konumundadır (Göre ve Kurt, 2018).

### **Ketencik Morfolojisi**

Ketencik, tohum yoluyla çoğalan ve vejetatif üreme göstermeyen kendine döllen bir bitkidir (Walsh ve ark., 2012). Tohumları dormansi göstermeyen ketencik, çimlenme gerçekleştiikten sonra bitki, rozet büyüme formuna geçmektedir. İleriki büyüme dönemlerinde, çiçek tomurcukları ve çiçekleri taşıyan eksensel biçiminde dallar uçtan gelişir. Aşağıdan yukarı doğru dallanma gösteren bitkinin gövdesinin üzeri tüylerle kaplı ve yuvarlaktır (Kurt ve Seyis, 2008). Ketencik 1 metreye kadar boylanabilmekte ve olgunlaştığında odunsu dallı bir gövdeye sahip olmaktadır. Yaprakları mızrak şeklinde, pürüzsüz kenarlı ve 5-9 cm uzunluğundadır. Şemsiye salkım çiçek formu görülen ketencik çiçekleri dörtlü formda olup 4 adet sarı ya da beyaza yakın açık sarı renkli taç yaprak, 4 adet yeşil renkli çanak yaprak, 6 adet erkek organ ve 1 adet dişi organ ihtiva eder. Ketencik, keten kapsüllerine benzeyen meyveler üretir ve kapsül içinde ortalama 8 adet olmak üzere çok küçük boyutlarda tohum içerir. Kapsüllerin olgunlaşma ve hasat sonrası depolama şartlarına bağlı olarak, tohum rengi kahverengiden kırmızımtırağa kadar değişkenlik gösterir. Yetiştiricilik koşullarına, bitki çeşit özelliğine ve büyüme şartlarına bağlı olmakla birlikte bin tohum ağırlığı 0.8-1.8-gram arasındadır (Obeng ve ark., 2019). Brassica familyasının diğer üyelerinden farklı olarak ketencik tohumları bitki üzerinde daha sıkı tutunabilir ve kolayca yere düşmez. Bu özelliği sayesinde tohum dökülmesi ve tohum kırılmasını yaygın bir sorun olarak ortadan kaldırmaktadır (Ehrensing ve Guy, 2008).

## **Ketencik Yetiştiriciliği**

Geniş bir adaptasyon kabiliyetine sahip olan ketencik, ağır killi topraklar hariç tüm toprak tiplerinde ve yüksek rakımlı lokasyonlarda başarı ile yetiştirilmektedir. Bitki, kurak koşulları iyi tolere edebilir ancak özellikle çiçeklenme gibi hassas büyüme aşamasında meydana gelen kuraklık olumsuz bir etkiye sahip olabilir (Vollmann ve ark., 1996). Bunun yanı sıra, ketencik fidelerinin  $-11\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar düşük sıcaklıklarda zarar görmeden hayatta kaldıkları gözlemlenmiştir ki bu durum soğuğa toleranslı olduğunun bir göstergesidir. Özellikle ilkbahar ekimlerinde kısa vejetasyon döngüsüne sahip olması sebebiyle ikinci ürüne olanak sağlamaktadır. Genellikle ketencik yetiştiriciliği ilkbahar sezonunda yapıldığında yaşam döngüsü 80-100 günde, kış sezonunda yapıldığında 200-225 günde tamamlanmaktadır (Göre, 2021). Ekim öncesi toprak işleme yabancı ot kontrolünü sağlamak için önerilmekle birlikte, uygun tohum yatağı hazırlanması yüksek çıkış gücü açısından önemlidir (Schnell ve Davis, 2011). Ekimde kullanılacak tohum miktarı, toprağın sıcaklığına, toprağın nem durumuna ve yabancı ot potansiyeline bağlı olarak 0.5-0.7 kg/da arasında değişim gösterir (Önder, 2013). Bir başka deyişle, tavsiye edilen ekim oranı 300-500 bitki/m<sup>2</sup> şeklindedir ve daha yüksek tohumlama oranının yabancı ot mücadelesini artırdığı ancak olgunlaşma süresini kısaltabildiği bildirilmiştir (Johnson ve ark., 2013). Yapılan seyrek ekimlerde, ketenciğin dallanma özelliği sayesinde yüksek verim elde edildiği de bildirilmiştir (Urbaniak ve ark., 2008). Çok küçük tohumlara sahip olmasından dolayı 1-2 cm

derinlikte yüzlek bir ekim derinliği tercih edilmektedir. Ekim, serpme ekim yöntemiyle yapılabileceği gibi yem bitkisi veya kolza ekme makinaları da kullanılmaktadır. Sıcaklık ve toprak nemi, tüm kültür bitkilerinde olduğu gibi ketencik tarımında da bitki verimini ve tohum kalitesini etkileyen önemli çevresel şartlardır ve uygun ekim zamanı tayinini belirlemek yetiştiricilik açısından en önemli aşamadır. Ketencik verimi, yağ miktarıyla ölçülen bir parametre olduğundan dolayı ekim tarihinin gecikmesi hem verimde hem de yağ oranında azalmalara sebep olacaktır. İlkbahar geç ekimlerinde meydana gelen yüksek sıcaklıklar bitkide stres koşullarının oluşmasına sebep olmakta ve bunun sonucunda da erken çiçeklenmeye bağlı olarak tohum sterilitesine ve verimin azalmasına neden olmaktadır (Obeng ve ark., 2019). İtalya koşullarında yapılan ketencikte ilkbahar geç ekimlerde meydana gelen mevsimsel kuraklık nedeniyle bitki boyunda ve tane veriminde azalmalar meydana geldiği rapor edilmiştir (Angelini ve ark., 2020). Ketenciğin gübre uygulaması olmadan büyüyebileceği öne sürülmüş olsa da bu durum topraktaki besin elementlerinin seviyesine bağlı olacaktır. Araştırmalar, azot uygulaması yoluyla verimin arttığını ve 6-10 kg/da saf azot gübrelemesinin uygun olacağını göstermiştir Ayrıca toprak seviyesine bağlı olarak, fosfor ve kükürt uygulamasının da verimi artırıcı yönde etki ettiği belirtilmiştir (Jankowski ve ark., 2019). Wysocki ve ark., (2013), 22 kg/h kükürt uygulaması durumunda, ketenciğin tohum veriminde yaklaşık %1-6 oranında bir artış olduğunu bildirmiştir. Yapılan bir diğer çalışmada (Ropelewska ve Jankowski, 2020), ketencik tohumu için gerekli olan optimum kükürtlü gübre dozunun 30 kg/ha olduğu, kükürt dozu

arttıkça ketencik tohumundaki protein oranında bir artış, yağ oranında da bir azalış olduğu ifade edilmiştir.

Diğer Brassicaceae familyası üyelerinde olduğu gibi ketencik de aynı tarlada her 3-4 yılda bir defadan fazla yetiştirilmemesi önerilir. Genellikle buğdaygiller ile rotasyona uygun olduğu ve nadas alanlarının değerlendirilmesinde yer alabilen bir bitkidir (McVay ve Lamb, 2007). Ketencik için yabancı ot kontrolü, dar yapraklı olması ve çoğu herbisite karşı duyarlı olması nedeniyle zor olabilmektedir. Yabancı ot kontrolü için en güvenilir yöntem, ekim öncesi toprak işleme, ekim öncesi yapılan ilaçlama ve bununla birlikte ekim zamanı ve ekim sıklığının ayarlanmasıdır. Ketencik tohumlarını, dikenli yabancı marul (*Lactuca serriola* L.), tarla akça çiçeği (*Thlaspi arvense* L.) ve çoban çantası (*Capsella bursa-pastoris*) gibi yabancı otların tohumlarıyla büyük oranda benzerlik göstermesi nedeniyle ayırmak zordur ve hasat sırasında meydana gelen karışımlar tohumların kalitesinin düşmesine neden olabilir (Jha ve Stougaard, 2013). Hasat, kapsüllerin üçte ikisi yeşilden sarımsı kahverengine döndüğü dönemde biçerdöver ile yapılabilir. Güvenli bir depolama için tohum neminin %8 dolaylarında olması istenir ve bunu sağlayabilmek için harmandan önce güneşte kurutma önerilebileceği gibi, hasat sırasında yüksek oranda yeşil ot içermesi durumunda gölgede kurutma önerilir. Hasat sonunda yetiştirme tekniğine, yetiştirme sezonuna ve çeşit özelliğine bağlı olarak 50 ile 320 kg/da arasında tohum verimi elde edilir (Matteo ve ark., 2020).



## Ketencik Tohumu Kalitesi

Ketencik tohumların yağ içeriği ilkbahar ekimlerinde yaklaşık %30-35, kışlık ekimlerde %32-37 arasında olup, bu yağın yaklaşık %10'u doymuş yağ asitleri ve %90'ı doymamış yağ asitlerinden oluşur (Raziei ve ark., 2018). Çoklu doymamış yağ asitlerini oluşturan linolenik asit (Omega-3) bu oranın %35-45'ini karşılarken, linoleik asit (Omega-6) ise %15-20 oranındadır. Tekli doymamış yağ asitlerinden olan oleik asit (Omega-9) ketencik yağının yaklaşık %15-20'sini oluştururken, eicosenoic asit (gondoic asit)'in oranı %15-17 ve erusik asitin oranı da %0.50-2.50 aralığındadır. Diğer yağ bitkilerine kıyasla ketencikteki yağ asitleri bileşimi Tablo 1'de verilmiştir (Baydar, 2005; Göre ve ark., 2017; Kurt ve ark., 2017; Kurt ve Göre, 2020).

**Tablo 1. Diğer Yağ Bitkileri Ile Karşılaştırıldığında Ketencikteki Yağ Asitleri Bileşimi (%)**

Yağ kaynağı bitki	Palmitik asit (C16:0)	Stearik asit (C18:0)	Oleik asit (C18:1)	Linoleik asit (C18:2)	Linolenik asit (C18:3)	Eikosenoik asit (C20:1)	Erusik asit (C22:1)
Ketencik	6.5	2.5	17.5	25.0	32.0	15.0	1.5
Kolza	6.2	1.9	63.5	19.5	7.9	0.0	1.0
Keten	5.5	3.8	19.2	21.5	50.0	0.0	0.0
Aspir	6.1	1.8	14.3	75.5	2.3	0.0	0.0
Ayçiçeği	8.9	1.8	30.5	58.8	0.0	0.0	0.0

Ketencik yağı, kolzadan daha az, keten, aspir ve ayçiçeğinden daha fazla tekli doymamış yağ asidi içermektedir. Öte yandan ketencik yağı keten ve aspirden daha az, kolza yağından daha yüksek ve ayçiçek yağına yakın oranda çoklu doymamış yağ asidi içermektedir. Ketencik

yağının doymuş ve doymamış yağ asitleri kompozisyonu ayçiçeğine benzemekle birlikte ayçiçeği yağından daha yüksek oranda linolenik (Omega-3) içerir.

Ketencik tohumu yağının endüstriyel olarak işlenmesi için yağ çıkarma işlemi ezme ve presleme olmak üzere iki aşamalı yapılır. Presleme sonrası elde edilen ketencik yağı sarı renktedir ve aromatik bir tada sahiptir. Elde edilen yağ, endüstri sanayisinde kullanılmadan önce filtreleme ve deodorizasyon ön işlemlerine tabii tutulmalıdır (Hasrianda, 2016). Üstün kalitesine ilaveten ketencik yağı, 100 gramında 780-820 mg civarında yüksek miktarda tokoferol içermektedir ve bu özelliği sayesinde doğal bir antioksidan kaynağı olarak gıda endüstrisinde kullanıma uygundur. Ayrıca, 100 gram ketencik yağı 10 mg E vitamini içermesi sebebiyle de iyi bir vitamin kaynağıdır.

### **Ketencik Kullanım Alanları**

Düşük oranda doymuş yağ asidi içeriği ile yüksek kalitede yemeklik yağ sınıfına giren ketencik yağı, yanmaya karşı hassasiyeti artırmakta ve raf ömrünü kısaltmakta, yüksek oranda da çoklu doymamış yağ asitlerini içermektedir. İyot sayısı (144) bakımından kuruyan yağ sınıfında yer alan ketencik yağı, bu özelliğinden dolayı makine yağı sanayisinde ve vernik sanayisinde tercih edilmektedir. Geçmiş dönemlerde yoğun bir şekilde yetiştiriciliği yapılmış olan ketencik, gıda ve hayvan yemi kaynağı olarak kullanılmıştır. Buna ilaveten sapları lif olarak değerlendirilmiş olup; yağı yüksek oranda yanma

noktasına sahip olmasından dolayı lamba yakıtı olarak kullanılmıştır (Francis ve Warwick, 2009).

Biyoyakıt elde edilmesinde kullanılan soya fasulyesi, kolza, ayçiçeği gibi yağ bitkilerinin gıda ile kullanımı daha fazla tercih edilmesinden dolayı biyoyakıt kriterlerine sahip olan alternatif bir bitki olarak ketencik son zamanlarda dikkatleri üzerine çekmiştir. Biyodizel yakıtı olarak oksidatif stabilite, soğuk akışkanlık, viskosite, iyot sayısı gibi yakıt özellikleri dikkate alındığında, biyoyakıt üretiminin ana kaynağı soya fasulyesi yağına benzer özellikler gösterdiği ve bu özellikleriyle üstün bir biyodizel kaynağı olabileceği belirlenmiştir (Miller ve Kumar, 2013). Bu özellikleri sayesinde, ketencik yağı biyoyakıt üretimi için hammadde olarak kullanılmaya başlamıştır. Jet yakıtı olarak kullanılacak olan yakıtın etanol gibi oksijen içeren çözücüler ile işlem görmemesi gerekmektedir, ketencik yağı işlemlerinde ise hidrokarbon çözücülerin kullanımı en umut verici yenilenebilir yakıt olarak görülmektedir. Ketencikten türetilen jet yakıtı, Amerika Birleşik Devletleri Hava Kuvvetlerine ait A-10 Thunderbolt II ve F/A-18 Süper Hornet savaş uçakları tarafından kullanılmış ve başarılı olarak kayıtlara geçmiştir. Biyoyakıt için birincil pazar, askeri olduğu kadar ticari havayolu endüstrisidir. Birçok uluslararası ticari şirket (Sustainable Oils, LLC, INEOS vs.) ketencik yağı üreticileri arasındaki yerini almış durumdadır. Ketencikten üretilen yenilenebilir jet yakıtını satın almak için Amerika Birleşik Devletleri Seattle Uluslararası Havalimanında bulunan birçok havayolu şirketi mutabakat imzalamıştır (Williams, 2009). Ayrıca

Japon Havayollarının ketencikten türetilen biyoyakıt ile yaptığı test uçuşları neticesinde havacılığın emisyonlarını azaltmaya yardımcı olabileceği ileri sürülmüştür. Ketencikten türetilen biyoyakıtın üstün yağ özelliklerinin yanı sıra, diğer kaynak yağlara göre sera gazı salınımında tasarruf sağlamasından dolayı %78 daha çevreci olduğu belirlenmiştir (Shonnard, 2010). Ketencik, biyoyakıt ekim-üretim alanları için diğer kaynaklarla kıyaslandığında daha düşük ekolojik isteği ve daha az tarımsal girdi ihtiyacı sayesinde de avantaj sağlamaktadır.

Özellikle linoleik asit (Omega-3) ve  $\alpha$ -linolenik asit (Omega-3) olmak üzere yüksek seviyelerde esansiyel yağ asitleri sayesinde ketencik yağı bir gıda bileşeni olarak araştırılmakla birlikte insan beslenmesinde kolesterol düşürücü etkiye sahip olmasından dolayı önemli bir kaynak olarak kabul edilmektedir. Kolesterol seviyesi yüksek insanlar üzerinde yapılan bir araştırma neticesinde 6 hafta boyunca günlük 33 ml zeytinyağı, kolza ve ketencik yağı verilen hastaların kolesterol düzeylerinin ketencik yağı tüketenlerde %12 oranında düştüğü, bu oranın diğer bitkisel yağlardan neredeyse iki kat fazla olduğu rapor edilmiştir (Karvonen ve ark., 2002). Ayrıca, ketencik yağındaki yüksek Omega-3 seviyesinin bağışıklık sistemi üzerinde etkili olan hormonların işlevinde görev aldığı klinik çalışmalar sonucunda kanıtlanmıştır. %0-1 aralığında erusik asit içeren ketencik genotiplerinin gıda amaçlı bitkisel yağ olarak kullanımının uygunluğu yapılan deneysel araştırmalarca kanıtlanmıştır (Faten ve Habbasha, 2015). Ketencik yağının aromatik tadını

hafifletmek amacıyla diğer bitkisel yağlarla, özellikle kolza yağı ile, karıştırılarak bazı gıda ürünlerinin (mayonez, salata sosu vb.) yapımına da katkı sağlamaktadır. 2010 yılında Health Canada tarafından bir gıda maddesi olarak soğuk pres yapılmış ve rafine edilmemiş ketencik yağının kullanımı onaylanmıştır (Kim ve ark., 2014). Bazı Avrupa ülkelerinde ketencik yağının alternatif tıp olarak yanıkların, yaraların, göz iltihabı tedavilerinin yanı sıra mide rahatsızlıklarını iyileştirmek amacıyla kullanıldığı da rapor edilmiştir (Rode, 2002). Ketencik yağının yüksek oranda ihtiva ettiği eikosenoik asit bazı hastalıkların teşhis ve tedavisinde kritik bir belirteç olarak kullanılmaktadır. Yapılan klinik çalışmalar sonucunda, şizofreni tedavisi gören hastalarda eikosenoik asit seviyesinin artış gösterdiği belirlenmiştir (Kim ve ark., 2014). Ayrıca, otizmlili çocukların kırmızı kan hücrelerinde bulunan eikosenoik asit oranının diğer yaşlı çocuklara göre daha yüksek oranda bulunduğu rapor edilmiştir (Bu ve ark., 2006).

Günümüz kozmetik biliminde bir yandan yapılarının insan fizyolojisine uygun olması, toksik rolü olmaması ve alerjen kapasitesinin çok düşük olması nedeniyle doğal bileşenlerin rolü çok önemlidir. Öte yandan, cilt için koruyucu özelliklere ve sağlıklı ürünlere olan ilgi giderek artmaktadır. “Kozmetik Bileşen İncelemesi” (The CIR) tarafından cilt tahrişi, alerjenite, fototoksisite, fotoalerjenite ve mutajenite için testler yapıldıktan sonra ketencik tohumu yağı, kozmetik ve kişisel bakım ürünlerinde kullanım için güvenli olarak ilan edilmiştir. Ayrıca, Avrupa Birliği Yönetmeliğine göre bu

bileşiklerin Avrupa'da pazarlanan ürünlerde kullanılmasına izin verilmektedir. Ketencik yağının içerdiği bu bileşikler, özel dermatolojik etkilerinden dolayı güneş sonrası kremi, cilt bakım ürünleri ve banyo losyonları gibi kozmetik sanayisinde kullanılmasının yanısıra sabun ve yumuşak deterjan elde edilmesinde de değerlendirilmektedir.

Tarım ilaçlarının etkinliğini artırmak amacıyla katkı maddesi olarak kullanımının yanında pestisit yapımında kullanılan petrol yağının yerine de değerlendirilen ketencik yağı daha az kalıntı bırakan bir kaynak konumundadır. Yeşil gübre bitkisi ve örtü bitkisi olarak yetiştirilmesi, organik ve düşük maliyetli gübrelemeye katkı sağlarken toprak koruma açısından da sürdürülebilirliğe destek olmaktadır. Bunun yanı sıra, süs bitkisi olarak çevre düzenlemesi yapılan rekreasyon alanlarında da kullanılmaktadır (Jones ve Valamoti, 2005).

Ketencik yağının yanı sıra, ketencik unu biyolojik ve besleme değeri olarak soya fasulyesi ununa benzerlik gösterse de yüksek glukosinolat içeren kolza unu ile kıyaslandığında ketencik ununda sıfıra yakın denebilecek miktarda uçucu izotisiyanat bulunmuştur (Sang ve Salisbury, 1987). Temel amino asitlerin ketencik tohumunda sınırlı oranda bulunmasına rağmen, ketencik unu içeren beslenme düzenlerine ketencik unu eklenen farelerin kontrol grubuna kıyasla daha az kilo aldığı kanıtlanmıştır (Korsrud ve ark., 1978). Bu kanıtlanan bulgular, ketencik ununun diyeteye yönelik beslenme planlarının oluşturulmasında da kullanım potansiyeli olduğunu göstermektedir.

## **Hayvan Beslemede Ketencik Kullanımı**

Hayvan beslemede en önemli maliyet yem olup; bu kısım bütünün %65-70'ini oluşturmaktadır. Bu nedenle karma yem veya rasyon hazırlayan kişilerin, yem maliyetlerini aşağı düşürmesi gerekmektedir. Hayvan beslemeciler bunu yaparken, pahalı olan yem kaynaklarının yerine daha ucuz olan yem kaynaklarını araştırmışlar, araştırmaya da devam etmişlerdir. Bu yem kaynaklarından birisi de ketencik bitkisi ve elde edilen ürünlerdir. Ketencik, hayvan beslemede alternatif protein kaynağı olarak kullanılan bir yem hammaddesi olmakla birlikte, yapısındaki anti-nutrisyonel bileşikler nedeniyle hayvan beslemede sınırlı düzeyde kullanılması gerekmektedir (Lolli ve ark., 2020).

Ketencik bitkisi ile ilgili hayvan besleme çalışmaları incelendiğinde gerek yumurtacı tavuk gerek etlik piliçler üzerinde yapılan çalışmalar olduğu görülmüştür. Ayrıca ketencik bitkisinin biodizel kaynağı olarak son yıllarda popülaritesini artıran yağlı bir bitki olmasıyla ilgili çalışmalara da rastlanılmıştır.

Ketencik bitkisi ve ondan elde edilen ürünlerin kanatlı yemlerine dahil edilmesinin hayvanlara sağlayacağı 4 faydası bulunmaktadır (Cherian, 2012). Bunlar:

1. Kanatlı hayvanlarının enerji ve protein gereksinmesini sağlamak,
2. İnsanlara sağlıklarını geliştirici omega-3 yağ asitleri ve tokoferol bakımından zengin gıdalar sağlamak

3. Kanatlı ürünlerinin antioksidan aktivitesini ve lipit stabilitesini iyileştirmek
4. Ürünlerin market, pazar değerini artırmak.

### **Ketencik Küspesi**

Ketencik bitkisinden elde edilen ürünlerden birisi, ketencik küspesidir. Küspe, yağlı tohumlardan yağ çıkarıldıktan sonra geriye kalan ürüne verilen addır. Küspeler genel itibariyle protein bakımından zengin kaynaklardır. Ketencik küspesi yapısında %36-40 Ham protein, %11-12 yağ ve 4600 kcal/kg brüt enerji içermektedir. Ketencik küspesinin besin madde içeriği dikkate alındığında yağ asit kompozisyonunun yüksek düzeyde esansiyel yağ asitlerini içermesi nedeniyle dikkate değerdir. Ketencik küspesi, omega 3 ve omega 6 yağ asitlerince zengin mükemmel bir kaynaktır (Ayaşan, 2014).

Ketencik küspesindeki yağ, D-linoleik asit bakımından zengin bir kaynaktır. Ketencik küspesinin aminoasit içeriğine bakıldığında, glutamik asit ve aspartik asidin en yüksek değeri aldıkları, triptofan ve tirozin düzeyinin ise düşük değer aldıkları görülmüştür (Cherian, 2012; Ayaşan, 2014; Zanetti ve ark., 2021). Ruminantlar söz konusu olduğunda zengin bir doymamış yağ asitleri kaynağı olan ketencik küspesi, bir yemin enerji değerini iyileştirebilir ve ayrıca sütteki doymamış yağ asidi içeriğini artırabilir.

Koyunların yemlerine az miktarlarda (%3-6) katılan ketencik küspesi, sütteki yağ kompozisyonunu iyileştirirken; sütteki mono ve doymamış yağ asitlerinin düzeylerinde değişikliğe yol açtığı görülmüştür



(Szumacher-Strabel ve ark., 2010). Ruminant hayvanlarda ketencik küspesinin alternatif protein kaynağı olarak kullanılabilirliğini araştıran Colombini ve ark., (2014), ketencik küspesinin daha fazla ham protein içeriğine sahip olduğunu ve rumende sindirilemeyen protein içeriği bakımından kanola küspesine benzer olduğunu ifade etmiştir. Ruminant hayvanlarda ketencik küspesi ile soya küspesinin in vitro rumen yıkımlanabilirliklerinin karşılaştırılmasını araştıran Sızmaz ve ark., (2016), pahalı bir protein kaynağı olan soya küspesinin yerine ketencik küspesinin başarıyla kullanılabileceğini, her 2 küspenin ham protein sindirilebilirlik düzeylerinin birbirine benzer olduğunu ifade etmiştir.

Ruminant hayvanlarda selüloz sindirimi, rumende meydana gelmekte olup; bu durum, yem maddelerinin selüloz içeriğinin kimyasal doğası ve selüloz sindirim oranı tarafından etkilenmektedir. Ketencik küspesinin NDF'si %28.29, ADF içeriği de %18.38'dir (Sızmaz ve ark., 2016). Keçilerin yemlerine ketencik yemi katkısının peynir kalitesi üzerine etkisini araştıran Colonna ve ark., (2021), keçiden elde edilen Caciotta peynirin yapısında %53.67 kuru madde, %15.52 yağ, %25.78 protein, %2.61 kül içerdiğini açıklamıştır. Ketencik küspesi ve soya küspesinin besin madde içeriklerinin karşılaştırılması Tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 2.** Ketencik K s pesi ve Soya K s pesinin Besin Madde  ceriklerinin Karşılaştırılması (g/kg)

<b>Besin madde �ceriği</b>	<b>Soya K�s pesi</b>	<b>Ketencik K�s pesi</b>
Kuru madde	896.00	885.90
Organik madde	940.00	946.10
Ham protein	482.00	369.70
Ham yağ	16.50	14.90
Ham selüloz	52.50	110.70
K�l	60.00	53.90
ADF	-	183.80
NDF	79.60	282.90
NFC	361.90	278.60
Metabolik Enerji, MJ/kg	11.67	10.40

Kanatlı hayvanlarda ketencik k s pesi ile ilgili yapılan çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalardan birisinde, etlik piliçlerde ketencik k s pesinin performans  l tleri ve doku yağ asit kompozisyonu araştırılmıştır (Aziza ve ark., 2010). Araştırcılar buğday-soyaya dayalı yemle beslenen gruptaki hayvanlarla karşılaştırıldığında canlı ağırlık kazancı, karkas ağırlığı, yemden yararlanma oranı bakımından aralarında istatistiki bir farklılığın olmadığını açıklamışlardır.

Cherian ve Quezada (2016), yumurtacı tavukların ketencik veya keten tohumu ile beslenmesinin bağışıklık üzerine olan etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, karma yemdeki ketencik tohumunun yumurta n-3 yağ asidi ve IgY artırıcı etkisinin, kanatlı beslemede

ketencik kullanımının, fonksiyonel bir yem bileşeni olarak kullanılma potansiyeline daha fazla dikkat gösterilmesi gerektiğine vurgu yapmışlardır.

Ketencik yağ ekstraksiyonunun temel yan ürünü, ketencik küspesidir (Camellina cake). Cake demek tohumun yağı alındıktan sonra geri kalan kısım, yani küspesi demektir. Bu küspe, yağ içeriği yüksek küspe olup; ekstraksiyona girmemiş genelde pres yöntemi ile elde edilen ekspeller küspe şeklinde ifade edilmektedir. Ketencik küspesinin etlik civciv ve piliçlerin büyüme performansı, plazma lipit durumu, lenfoit organların yağ asit profiline etkisini araştıran Anca ve ark., (2019), etlik piliçlerin bitirme döneminde 80g/kg ketencik küspesi ile beslemenin, verim, plazma lipit durumu ile lenfoit dokuların yağ asidi içeriği üzerine herhangi bir olumsuz etkisinin olmadığını açıklamıştır. Bu konuda yapılan bir başka çalışmada, yumurtacı tavukların yemlerine farklı düzeyde ketencik küspesi katılarak, yumurta kabuk kalitesi ile performans ölçütlerine bakılmıştır (Lolli ve ark., 2020). Araştırmacılar %10 ve 20 düzeyinde yeme ketencik küspesi katkısının yem tüketimi, büyüme performansı ve sağlık üzerine zararlı bir etkisinin olmadığını, yumurta veriminin, gruplar arasında bir farklılık yaratmadığını, yumurtacı tavuklar için kullanılabilecek alternatif bir yem kaynağı olduğunu ifade etmişlerdir.

Yumurtacı tavukların yemlerinde doymamış yağ asit kaynağı olarak ketencik yağı ve küspesi kullanmanın etkilerini araştıran Orczewska-Dudek ve ark., (2020), ketencik küspesi katkısının hayvanlar üzerinde herhangi bir zararlı etki yapmadığını, bu nedenle de yem

karışımlarındaki maliyeti azaltma stratejilerinde başarıyla kullanılabileceğini, yumurta sarısı yağlarındaki uzun zincirli doymamış yağ asidi içeriğini artırdığını ifade etmişlerdir. Yine bu konuda bir araştırma yapan Oryschak ve ark., (2020), bu yem hammaddesinin etlik piliçler için uygun, güvenilir bir yem kaynağı olduğunu, etlik piliçlerin karma yemlerine %24 düzeyine kadar katılmasının, etlik piliçlerin sağlığı üzerine olumsuz bir etkisinin olmadığını saptamışlardır. Tavşanlar ile etlik piliçlerin yemlerine ketencik küspesi katkısının, hayvanların büyüme performansı ile oranları üzerine olan etkisinin önemsiz olduğu, buna karşılık yağ asidi profili üzerine olan etkisinin önemli olduğu vurgulanmıştır (Zajac ve ark., 2020).

## KAYNAKLAR

- Anca, G., Hăbeanu, M., Lefter, N.A., Ropotă, M. (2019). Performance parameters, plasma lipid status, and lymphoid tissue fatty acid profile of broiler chicks fed camelina cake. *Brazilian Journal of Poultry Science* 21(4): 1-8.
- Angelini, L.G., Abou, C.L., Foschi, L., Tavarini, S. (2020). Performance and potentiality of camelina (*Camelina sativa* L. Crantz) genotypes in response to sowing date under Mediterranean environment. *Agronomy* 10(12): 1929.
- Ayaşan, T. (2014). Ketencik bitkisinin (*Camelia sativa*) kanatlı beslenmesinde kullanılması. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi* 17(2): 10-13.
- Aziza, A.E., Quezada, N., Cherian, G. (2010). Feeding camelina sativa meal to meat-type chickens: Effect on production performance and tissue fatty acid composition. *Journal of Applied Poultry Research* 19: 157-168.
- Baydar, H. (2009). Isparta koşullarında kanola (*Brassica napus* L.) çeşitlerinin verim ve kalite özellikleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 9 (3): 1-6.
- Bu, B., Ashwood, P., Harvey, D., King, I., Water, J., Jin, L. (2006). Fatty acid compositions of red blood cell phospholipids in children with autism. *Prostaglandins, Leukotrienes And Essential Fatty Acids* 74(4): 215-221.
- Cherian, G. (2012). *Camelina sativa* in poultry diets: Opportunities and challenges. In *Biofuel co-products as livestock feed*, Makkar, HPS, ed. pp. 303–310. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- Cherian, G., Quezada, N. (2016). Egg quality, fatty acid composition and immunoglobulin Y content in eggs from laying hens fed full fat camelina or flax seed. *Journal of Animal Science and Biotechnology* 7(1): 1-8.
- Colombini S, Glen-Broderick, A., Galasso, I., Martinelli, T., Rapetti, L., Russoc, R., Reggianic, R. (2014). Evaluation of *Camelina sativa* (L.) Crantz meal as an alternative protein source in ruminant rations. *Journal of Sciences of Food and Agriculture* 94: 736-743.

- Colonna, M.A., Giannico, F., Tufarelli, V., Laudadio, V., Selvaggi, M., De Mastro, G., Tedone, L. (2021). Dietary supplementation with *Camelina sativa* (L. Crantz)fforage in autochthonous ionica goats: Effects on milk and caciotta cheese chemical, fatty acid composition and sensory properties. *Animals* 11(6): 1589.
- Ehrensing, D.T., Guy, S.O. (2008). *Camelina*. Oregon State University, Corvallis. <http://extension.oregonstate.edu/catalog/pdf/em/em8953-e.pdf> (Erişim tarihi: 21.09.2020).
- Faten M.I., El Habbasha, S.F. (2015). Chemical composition, medicinal impacts and cultivation of camelina (*Camelina sativa*): Review. *International Journal of PharmTech Research* 8(10): 114-122.
- Francis, A. Warwick, S.I. (2009). The Biology of Canadian Weeds. 142. *Camelina alyssum* (Mill.) Thell.; *C. microcarpa* Andr. ex DC.; *C. sativa* (L.) Crantz. *Canadian Journal of Plant Science* 89: 791-810.
- Göre M (2021) *Yazlık ve Kışlık Olarak Yetiştirilen Ketencik [Camelina sativa (L.) Crantz.] Bitkisinin Büyüme Parametreleri ile Tarımsal ve Teknolojik Özelliklerine Ekim Zamanlarının Etkileri* (Doktora Tezi) Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Samsun.
- Göre, M., Kurt, O. (2018). Samsun ekolojik koşullarında yetiştirilen bazı Ketencik [*Camelina sativa* (L.) Crantz] genotiplerinin verim ve bazı tarımsal karakterlerinin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Dergisi* 55(2): 179-186.
- Göre, M., Kurt, O., Özyılmaz, T. (2017). Melezleme yoluyla elde edilmiş bazı keten (*Linum usitatissimum* L.) genotiplerinin ham yağ oranları ve yağ asidi kompozisyonlarının belirlenmesi. *Akademia Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi* 2017 (Özel Sayı) 34-41.
- Hasrianda, E.F. (2016). *Optimization of oil content and specific fatty acids traits of crambe and camelina as industrial oil crops* (Master Thesis) Wageningen University, Wageningen, Netherlands.
- Hjelmquist, H. (1979). Beitrage zur Kenntnis der prlhistorischen Nutzpflanzen in Schweden. *Opera Botany*. 47: 34-57.

- Jankowski, K., Sokolski, M., Kordan, B. (2019). Camelina: Yield and quality response to nitrogen and sulfur fertilization in Poland. *Industrial Crops and Products* 141: 1117762.
- Jha, P., Stougaard, R.N. (2013). Camelina (*Camelina sativa*) tolerance to selected preemergence herbicides. *Weed Technology* 27(4): 712-717.
- Johnson, J.M., Gesch R.W. (2013). Calendula and camelina response to nitrogen fertility. *Industrial Crops and Product* 43: 684-691.
- Jones, G., Valamoti, S.M. (2005). Lallelantia, an imported or introduced oil plant in Bronze Age Northern Greece, *Vegetation History and Archaeobotany* 14 (4): 571-577.
- Karvonen, H.M., Aro, A., Tapola, N.S., Salminen, I., Uusitupa M.I.J., Sarkkinen E.S. (2002). Effect of -Linolenic acid-rich camelina sativa oil on serum fatty acid composition and serum lipids in hypercholesterolemic subjects. *Metabolism* 51(10): 1253-1260.
- Kim, S.W., Schäfer, R.M., Klier, C.M., Berk, M., Rice, S., Allott, K., Bartholomeusz, C.F., Whittle, S.L., Pilioussisf, E., Pantelis, C., McGorry, P.D., Amminger, G.P., (2014). Relationship between membrane fatty acids and cognitive symptoms and information processing in individuals at ultra-high risk for psychosis, *Schizophrenia Research* 158: 39-44.
- Korsrud, G.O., Keith, M.O., Bell, J.M., (1978). A comparison of the nutritional value of crambe and camelina seed meals with egg and casein. *Canadian Journal of Animal Sciences* 58: 493- 499.
- Kurt, O., Göre, M. (2020). Effects of sowing date and genotype on oil content and main fatty acid composition in camelina [*Camelina sativa* L. (Crantz)]. *Turkish Journal of Field Crops*. 25(2): 227-235.
- Kurt, O., Seyis, F. (2008). Alternatif yağ bitkisi: Ketencik [*Camelina sativa* (L.) Crantz]. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 23(2): 116-120.
- Kurt, O., Çelik, N., Göre, M., Hacikamiloğlu, M.S., Özyılmaz, T., Şenel, A.A. (2017). Bazı aspir (*Carthamus tinctorius* L.) hatlarının ham yağ oranları ve

- yağ asiti kompozisyonunun belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Doğa Bilimleri Dergisi* 20 (Özel Sayı): 206-210.
- Lolli, S.; Grilli, G.; Ferrari, L.; Battelli, G.; Pozzo, S.; Galasso, I.; Russo, R.; Brasca, M.; Reggiani, R.; Ferrante, V. (2020). Effect of different percentage of *Camelina sativa* cake in laying hens diet: performance, welfare, and eggshell quality. *Animals* 10(8): 1396-1402.
- Matteo, R.; D'Avino, L.; Ramirez-Cando, L.J.; Pagnotta, E.; Angelini, L.G.; Spugnoli, P.; Tavarini, S.; Ugolini, L.; Foschi, L.; Lazzeri, L. (2020). Camelina (*Camelina sativa* L. Crantz) under low-input management systems in northern Italy: Yields, chemical characterization and environmental sustainability. *Italian Journal of Agronomy* 15: 132–143.
- McVay, K., Lamb, P. (2007). Camelina production in Montana. Montana State University Extension, Bozeman. <http://msuextension.org/publications/AgandNaturalResources/MT200701AG.pdf> (Erişim tarihi. 03.01.2021).
- Miller, P., Kumar A., (2013). Development of emission parameters and net energy ratio for renewable diesel from canola and camelina. *Energy* 58: 426–37.
- Obeng, E., Obour, AK., Nelson, NO., Moreno, JA., Ciampitti, IA., Wang, D., and Durrett, TP. (2019). Seed yield and oil quality as affected by Camelina cultivar and planting date, *Journal of Crop Improvement* 33(2): 202-222.
- Orczewska-Dudek S., Pietras M., Puchała M., Nowak J. (2020). Camelina sativa oil and camelina cake as sources of polyunsaturated fatty acids in the diets of laying hens: Effect on hen performance, fatty acid profile of yolk lipids, and egg sensory quality. *Annals of Animal Science* 20(4): 1365-1377.
- Oryschak, M. A., Christianson, C. B., & Beltranena, E. (2020). Camelina sativa cake for broiler chickens: effects of increasing dietary inclusion on clinical signs of toxicity, feed disappearance, and nutrient digestibility. *Translational Animal Science* 4(2): 1263-1277.
- Önder, M., (2013). Kop Bölgesinde Tarımı Yapılabilecek Yeni Bir Yağ Bitkisi Ketencik [*Camelina sativa* (L.) Crantz], Ulusal Kop Bölgesel Kalkınma Sempozyumu. 14-16 Kasım 2013, Konya, Türkiye.



- Raziei, Z., Kahrizi, D., Ahmadvandi, H.R., 2018. Effects of climate on fatty acid profile in *Camelina sativa*. *Cellular and Molecular Biology* 64(5): 91-96.
- Rode, J., (2002). Study of autochthon *Camelina sativa* (L.) Crantz in Slovenia. *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants* 9(4): 313-318.
- Ropelewska, E., Jankowski, K.J. (2020). The physical and chemical properties of camelina (*Camelina sativa* (L.) Crantz) seeds subjected to sulfur fertilization. *OCL* 27(46): 6-12
- Sang, J.P., Salisbury, P.A., (1987). Wild Crucifer species and 4-hydroxyglucobassicin. *Cruciferae Newsl.* 12: 113-120.
- Schnell, J., Davis, S. (2011). Plant biology document of “The biology of *Camelina sativa* (L.) Crantz”. Plant and Biotechnology Risk Assessment Unit. Plant Health Science Division, Canadian Food Inspection Agency, Ottawa, Ontario.
- Shonnard D.R., Williams L., Kalnes T.N., (2010). Camelina derived jet fuel and diesel: sustainable advanced biofuels. *Environmental Progress and Sustainable Energy* 29(3): 382-392.
- Sizmaz, O., Calik, A., Sizmaz, S., Yildiz, G. (2016). A comparison of camelina meal and soybean meal degradation during incubation with rumen fluid as tested in vitro. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 63(2): 157-161.
- Szumacher-Strabel, M., Cies’lak, A., Zmora, P., Pers-Kamczyc, E., Bielińska, S. (2010). Camelina sativa cake improved unsaturated fatty acids in ewe’s milk. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 91: 2031–2037.
- Urbaniak, S. D., Caldwell, C. D., Zheljzkov, V. D., Lada, R., Luan, L. (2008). The effect of seeding rate, seeding date and seeder type on the performance of *Camelina sativa* L. in the Maritime Provinces of Canada. *Canadian Journal of Plant Science* 88: 501-508.
- Vollmann, J., Damboeck, A., Eckl, A., Schrems, H., Ruckenbauer, P. (1996). Improvement of *Camelina sativa*, an underexploited oilseed. In: J. Janick (ed.), *Progress in new crops*. ASHS Press, Alexandria, VA, USA.
- Walsh, K.D., Puttick, D.M., Hills M.J., Yang R.C., Topinka, K.C. Hall, L.M. (2012). Short Communication: First report of outcrossing rates in

- camelina [*Camelina sativa* (L.) Crantz], a potential platform for bioindustrial oils. *Canadian Journal of Plant Sciences* 92: 681–685.
- Williams J. (2009). 14 Airlines sign landmark MOU for camelina-based renewable jet fuel and green diesel. *Business Wire* (Erişim tarihi: 07.04.2021).
- Wysocki, D.J., Chastain, T.G., Schillinger, W.F., Guy, S.O., Karow, R.S. (2013). Camelina: Seed yield response to applied nitrogen and sulfur. *Field Crops Research* 145: 60–66.
- Zajac, M., Kiczorowska, B., Samolińska, W., Klebaniuk, R. (2020). Inclusion of camelina, flax, and sunflower seeds in the diets for broiler chickens: apparent digestibility of nutrients, growth performance, health status, and carcass and meat quality traits. *Animal* 10(2): 321-327.
- Zanetti, F., Alberghini, B., Jeromela, A. M., Grahovac, N., Rajković, D., Kiprovski, B., Monti, A. (2021). Camelina, an ancient oilseed crop actively contributing to the rural renaissance in Europe. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 41(1): 1-18.
- Zubr, J., (1992). New vegetable oil for food application. *Agro Food Industry Hi-tech* 7(8): 24-26.



## BÖLÜM 19

### BİNGÖL İLİNDEN ELDE EDİLEN HAM VE LİYOFİLİZE APILARNİLLERİN ŞEKER ORANLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Doktora öğrencisi Sinan ERDEM<sup>1</sup>, Doç. Dr. Hakan İNCİ<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Bingöl Üniversitesi Arı ve Arı Ürünleri ABD Orcid: 0000-0001-5342-6302, sinanerdem012@gmail.com

<sup>2</sup> Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Bingöl, Türkiye, 0000-0002-9791-0435, hinci@bingol.edu.tr



## 1. GİRİŞ

Arıcılıkta gelişen yeni teknikler ve değişen yaşam koşulları nedeniyle meydana gelen yetersiz beslenme, protein azlığı hastalıklarda artışlar gibi başlıca sorunların çözülmesi için yeni besin kaynakları konusunda çeşitli araştırmalar yapılmaktadır. Bu araştırmalar bal arılarının sadece bal üretmediği bunun yanında propolis, arı ekmeği, arı sütü, arı zehri ve apilarnil gibi besin değeri yüksek ürünlerin olduğu keşfedilmiştir. Sağlık yönünden faydalı etkileri göz önüne alındığında, doğal olan ürünlerden, özellikle arı kovanı ürünleri, uzun zamandan beri insanların hatta bütün canlıların dikkatini çekmiştir (Margaoan et al. 2017).

Bal arısı ürünleri, propolis, bal, arı sütü, arı poleni, apilarnil, arı ekmeği ve ana arı larvası gibi birçok ürün üretilebilmektedir. Bu ürünlerin yeterli miktarda ve doğru zamanda kullanımının, insan sağlığı üzerinde pozitif etkileri olduğu yapılmış bilimsel araştırmalarla ortaya koyulmuştur (Mateescu 2011; Topal vd. 2018; İlkaya ve İnci 2020).

Apilarnil, bal arılarında döllenmemiş yumurtanın (haploid(n)) ana arı tarafından veya anasız kalmış kovanlarda diğer dişi/işçi arılarca erkek arı gözü denilen ve genellikle peteklerin kenarlarında, nadiren ortalarında veya anasız kovanlarda peteğin neredeyse tümüne dağılmış, diğer petek gözlerine oranla sırlandığında biraz daha kubbeli ve büyük gözüken petek gözlerine atılan haploid yumurtadan gelişen, petek sırlanmadan önce, 3-7 günlük larvaların bu zaman aralığında

toplanmasıyla elde edilen larval formlara verilen addır. Apilarnil, biyolojik açıdan etkin/aktif bir arı ürünüdür. Ürün eldesi akabinde filtre veya liyofilize edilerek amaca göre kullanılır (Akçiçek ve Yücel 2015).

Yapılan bilimsel araştırmalar sonucunda Apilarnilin besin değerinin yüksek olması nedeniyle tıbbi ve beslenme destek amaçlı kullanılabilceği ortaya çıkmıştır. Apilarnilin hem gıda olarak kullanılması hem de sağlık alanında tedavi amaçlı kullanımının artacağı tahmin edildiğinden bu ürünün farkındalığının artması sağlanmalıdır. Apilarnilinin uzun süreli muhafaza edilmesinde uygulanan en iyi işlem liyofilizasyondur. Liyofilizasyon bir koruma ve kurutma tekniğidir. Ayrıca, taze apilarnilin hasat sonrası (-15)°C’de de uzun süreli saklanabilmektedir (Bruneau 2015).

Yaptığımız bu çalışmada, Bingöl iline ait Genç, Solhan ve Merkez bölgelerinden elde edilen ham ve liyofize apilarnilin biyoaktif özelliklerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Zengin besin değeri taşıyan böyle bir maddenin daha sonra yapılacak olan bilimsel çalışmalara kaynak olması amaçlanmıştır.

## **2. KAYNAK ÖZETLERİ**

### **2.1. Apilarnil Kimyasal İçeriği İle İlgili Yapılan Çalışmaları**

Stângaciu (1999), Bărnuțiu (2013), Balkanska et al. (2014), Mărgăoan et al. (2017), biyokimyasal içeriği, hasat dönemi, koloninin bulunduğu flora ve larvanın yaşı gibi birçok faktörün etkisi bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda protein miktarını %6,61-12, toplam toplam yağ

%3,44-8,38 ve nem içeriği %65-70,97 değerleri saptanmıştır. Toplam şeker %6-10, pH 6,49, kül %2 ve asitlik %0,88-3,18 olarak rapor edilmiştir. Şeker profillerinden sukroz %0,00- 0,14, fruktoz; %0,11-0,60, glukoz %3,40-6,74 aralığında tespit edilmiştir.

Isidorov et al. (2016), erkek arı (apilarnil) larvasının kimyasal analiziyle ilgili yapılan araştırmalarda, erkek larvasının kimyasal analizinde ham örneklerin %12,2 karbonhidrat, %73,6 su, %3,5 yağ, %10 protein, %0,7 kül içermiş enerji değeri 120,3 kcal/100 g tespit edilmiştir. Aynı araştırmada liyofilize örneklerin %24,2 lipid, %32 protein, %3 su, %2,7 kül, %38,9 karbonhidrat içermiş enerji değeri ise 501,4 kcal/100g olarak rapor edilmiştir. Bu araştırmada en önemli komponent gruplarından biri serbest amino asitler bulunmuş, 9 esansiyel amino asit içerdiği belirlenmiştir. Non-proteinojenik amino asitler arasında 4-hidroxyproline, aminobutirik, beta-alanine, sarcosine, homoserine ve pyroglutamik asitler bulunmaktadır. Araştırmada genel olarak aminoasitlerin, P-içeren ve N-içeren bileşikler, karbonhidratlara, lifatik asitler ve ilgili bileşikler ile gliseridlerin ve sterol temel bileşenler olduğu rapor edilmiştir.

### **3. MATERYAL VE YÖNTEM**

#### **3.1. Materyal**

##### **3.1.1. Apilarnil Örnekleri ve Arılıkların Belirlenmesi**

Bu tez çalışmasında *Apis mellifera caucasica* (Kafkas arısı) ve hibrit arı kullanılmıştır. Doğu Anadolu Bölgesine adaptasyon sağlamış,



yaşama gücü fazla olması ve yumurta verimi fazla olmasından dolayı seçilmiştir.

### **3.1.2. Çalışma Alanlarının Belirlenmesi**

Örnekleme metodu ile arılık sayısı belirlenmiş ve daha sonra, bir işçi arının dört-beş km'lik bir mesafeyi gezinebileceği göz önünde bulundurulmuş ve gezgin arıcı olmaması kriterleri dikkate alınmıştır. Çalışma, her alanda toplam 5 adet 20 çerçevesi güçlü arı kolonisinde gerçekleşmiştir. Bu amaçla çalışma süresi boyunca larvaların besleme görevi gören genç işçi arıların beslenmesi şerbet ve polen desteği verilmiş ve gelişimleri sağlanmıştır.

## **3.2. Yöntem**

### **3.2.1. Apilarnil Örneklerinin Toplanması ve Örneklerin Muhafaza Edilmesi**

Apilarnil örnekleri toplanmadan önce Bingöl ilinde belirlenen 5 farklı noktada ki arıcılar ile irtibata geçilmiş, bölgelerde hava sıcaklığına bağlı olarak apilarnil örnekleri farklı zamanlarda toplanmıştır. Bal arılarında apilarnilin en yoğun olduğu Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında yani kolonilerin oğul verme hazırlığı, polen ve nektar akımının fazla olduğu bu aylarda apilarnil toplanmıştır. Apilarnilde hasat işlemi 3-7 günlük larval yaşta iken yapılmıştır. Hasat yapılırken larva kaç günlük olduğuna dikkat edilip işlem arılıkta gölge bir yerde yapılmıştır ve güneş görmemiştir. Hasat edilen apilarnilin soğuk zincir muhafazası sağlanmıştır.

Bu yöntemle toplanılan apilarnil önce dondurulmuş, daha sonra içeriğindeki su buz haline getirilmiştir. En son olarak buz uygun şartlarda süblime edilmiştir. Apilarnil dondurma ve kurutma olmak üzere iki aşamadan oluşmuştur çoğunlukla  $-30^{\circ}$  ve  $-50^{\circ}$   $^{\circ}\text{C}$  ye kadar dondurulmuştur. Dondurulmuş ve soğutulmuş apilarnil dondurarak soğutma cihazında vakum altında kurutulmuştur. Hasat edilen apilarnil gerekli etiketlemeler yapıp kimyasal analizler aşamasına kadar  $-80^{\circ}\text{C}$  dondurucuda muhafaza edilmiştir.



**Şekil 3.2.** Ham Apilarnilin görünümü



**Şekil 3.3.** Liyofilize edilmiş apilarnilin görünümü

### **3.2.2. Apıarnil Örneklerinin Şeker Analizleri**

Apıarnil örnekleri kimyasal analiz aşamasına geçilmeden önce her bölgeden toplanılan apıarniller bir kısmı liyofilize edilerek hem ham hemde liyofilize apıarnilin kimyasal bileşenlerine bakılmıştır.

#### **3.2.2.1. Şeker İçeriği**

##### **HPLC ile Şeker Analizi için Numunenin Hazırlanması**

HPLC ile apıarnilde şeker analizi için numune hazırlarken, liyofilize apıarnil örnekleri 1/30 (g apıarnil/mL ultra safsu) ve ham apıarnil örnekleri 1/5 (g apıarnil/mL ultra safsu) olacak şekilde 15 mL'lik falkon tüpüne konuldu. Çalkalayıcıda 30 dk iyice çözünmesi sağlandı daha sonra vortekslenerek tamamen homojenize edildi. Daha sonra 4500 rpm de 5 dakika santrifüj edilerek üst kısımdaan 0,45 µm (ısolab) membran filtreden geçirilerek viallere aktarılmıştır.

##### **HPLC ile Şeker Analizinde Standartların Hazırlanması**

HPLC ile şeker metodu oluşturmak için früktoz (%98), glukoz (%99), sakkaroz (%99,5), maltoz ( $\geq$ % 97), ksiloz (%98), Melisitoz (%98), trehaloz ( $>$ % 98), raffinoz ( $>$ % 98) ve arabinoz (%98) şeker standartları kullanıldı. Standart çözeltileri früktoz ve glukoz için 25.000, 20.000, 15.000, 10.000, 5000, 1500 ve 300 ppm, sakkaroz ve maltoz için 2000, 1000, 500, 250, 100, 50 ve 10 ppm'lik konsantrasyonlarda ultra saf su ile çözdürülerek hazırlanmıştır.

## HPLC ile Şeker Analizinde Metot Oluşturulması

Çalışmada nünunelerin analizi için Agilent marka (Santa Clara, USA) G7111B 1260 Quat Pompa, G7129A Vialsampler, G713A kolon fırını ve G7162A 1260 RID dedektör kullanılmıştır. Ayrım, 5 µm, 4.6x250 mm NH<sub>2</sub> kolonda gerçekleştirilmiştir. Analiz TSE (Türk Standardı Enstitüsü) nin TS 13359 metodu ile gerçekleştirilmiştir. Buna göre analiz şartları şu şekilde uygulanmıştır: Mobil faz, % 80 Asetonitril (hplc grade), %20 ultra saf su, akış 1,3 mL/dk, enjeksiyon hacmi 10 µL, kolon fırın sıcaklığı 30 °C, RID dedektör sıcaklığı 30 °C maksimum basınç 350 bar, metot süresi 30 dk.

Analizlerde ayarlama, veri toplama ve veri analizi dahil olmak üzere cihazı kontrol etmek için Agilent OpenLab Intelligent Reporting Version 5.0.0.352 software cihaz yazılımı kullanılmıştır.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. Şeker Analizi Tayini

**Tablo 4. 1.** Liyofilize Apılarnil Şeker Tayini Sonucu

LİYOFİLİZE APİLARNİL		n	Sonuç	Standart sapma
L-KSİLOZ	ADAKLI	3	0,72±0,01c	0,02000
	GENÇ	3	0,77±0,01d	0,02000
	SOLHAN	3	0,0±0,0a	0,00000
	Merkez(meğmir)	3	0,89±0,01e	0,02000
	MERKEZ(metan)	3	0,34±0,01b	0,02000
	Toplam			0,54±0,08
L-ARABİNOZ	ADAKLI	3	0,93±0,01d	0,02000

	GENÇ	3	1,13±0,01e	0,02000
	SOLHAN	3	0,42±0,01a	0,02000
	MERKEZ(meğmir)	3	0,62±0,01c	0,02000
	MERKEZ(metan)	3	0,52±0,01b	0,02000
	Toplam		0,72±0,07	0,27521
L-FRUKTOZ	ADAKLI	3	4,64±0,01d	0,02000
	GENÇ	3	1,74±0,01c	0,02000
	SOLHAN	3	0,78±0,01a	0,02000
	MERKEZ(meğmir)	3	1,12±0,01b	0,02000
	MERKEZ(metan)	3	1,76±0,01c	0,02000
	Toplam		2,00±0,36	1,41613

**Tablo 4. 2.** Liyofilize Apılarnil Şeker Tayini Sonucu (Devamı)

L-GLUKOZ	ADAKLI	3	22,28±0,01d	0,02000
	GENÇ	3	22,68±0,01e	0,02000
	SOLHAN	3		
	MERKEZ(meğmir)	3	6,53±0,01a	0,02000
	MERKEZ (metan)	3	15,38±0,01b	0,02000
	Toplam		17,62±0,01c	0,02000
			16,89±1,57	6,08370
L-GALAKTOZ	ADAKLI	3	2,40±0,01c	0,02000
	GENÇ	3	3,58±0,01e	0,02000
	SOLHAN	3	1,05±0,01a	0,02000
	MERKEZ(meğmir)	3	2,97±0,01d	0,02000
	MERKEZ(metan)	3	1,96±0,01b	0,02000
	Toplam		2,39±0,23	0,89456
L-SÜKROZ	ADAKLI	3	0,0000	0,00000
	GENÇ	3	0,0000	0,00000
	SOLHAN	3	0,0000	0,00000
	MERKEZ(meğmir)	3	0,0000	0,00000
	MERKEZ(metan)	3	0,0000	0,00000

	Toplam		0,0000	0,00000
L-MALTOZ	ADAKLI	3	2,60±0,01c	0,02000
	GENÇ	3	2,78±0,01e	0,02000
	SOLHAN	3	1,75±0,01a	0,02000
	MERKEZ(meğmir)	3	2,72±0,01d	0,02000
	MERKEZ(metan)	3	2,38±0,01b	0,02000
	Toplam		2,44±0,010	0,38742

**Tablo 4. 3.** Liyofilize Apılarnil Şeker Tayini Sonucu (Devamı)

L-TREHALOZ	ADAKLI	3	1,48±0,01c	0,02000
	GENÇ	3	1,70±0,01e	0,02000
	SOLHAN	3	0,82±0,01a	0,02000
	MERKEZ(meğmir)	3	1,63±0,01d	0,02000
	MERKEZ(metan)	3	0,86±0,01b	0,02000
	Toplam		1,29±0,101	0,39459
L-MELEZİTOZ	ADAKLI	3	0,0000	0,00000
	GENÇ	3	0,0000	0,00000
	SOLHAN	3	0,0000	0,00000
	MERKEZ(meğmir)	3	0,0000	0,00000
	MERKEZ(metan)	3	0,0000	0,00000
	Toplam		0,0000	0,00000
L-RAFFİNOZ	ADAKLI	3	0,0000	0,00000
	GENÇ	3	0,0000	0,00000
	SOLHAN	3	0,0000	0,00000
	MERKEZ(meğmir)	3	0,0000	0,00000
	MERKEZ(metan)	3	0,0000	0,00000
	Toplam		0,0000	0,00000

**Tablo 4. 4.** Ham Apılarnil Şeker Tayini Sonucu

HAM APİLARNİL		n	Sonuç	Standart sapma
H-KSİLOZ	ADAKLI	3	0,21±0,01d	0,02000
	GENÇ	3	0,17±0,01c	0,02000
	SOLHAN	3	0,0000a	0,00000
	MERKEZ(meğmir)	3	0,0000a	0,00000
	MERKEZ(metan)	3	0,12±0,01b	0,02000
	Toplam		0,10±0,02	0,09047
H-ARABİNOZ	ADAKLI	3	0,64±0,01e	0,02000
	GENÇ	3	0,34±0,01b	0,02000
	SOLHAN	3	0,52±0,01d	0,02000
	MERKEZ(meğmir)	3	0,43±0,01c	0,02000
	MERKEZ(metan)	3	0,28±0,01a	0,02000
	Toplam		0,44±0,03	0,13369
H-FRUKTOZ	ADAKLI	3	0,77±0,01d	0,02000
	GENÇ	3	0,39±0,01b	0,02000
	SOLHAN	3	0,26±0,01a	0,02000
	MERKEZ(meğmir)	3	0,59±0,01c	0,02000
	MERKEZ(metan)	3	0,94±0,01e	0,02000
	Toplam		0,59±0,06	0,25571
H-GLUKOZ	ADAKLI	3	5,59±0,01d	0,02000
	GENÇ	3	0,42±0,01a	0,02000

	SOLHAN	3	1,95±0,01b	0,02000
	MERKEZ(meğmir)	3	5,44±0,01c	0,02000
	MERKEZ(metan)	3	5,41±0,01c	0,02000
	Toplam		3,76±0,57	2,23576

**Tablo 4. 5.** Ham Apilarnil Şeker Tayini Sonucu (Devamı)

H-GALAKTOZ	ADAKLI	3	0,82±0,01d	0,02000
	GENÇ	3	0,87±0,01e	0,02000
	SOLHAN	3	0,17±0,01a	0,02000
	MERKEZ(meğmir)	3	0,56±0,01b	0,02000
	MERKEZ(metan)	3	0,77±0,01c	0,02000
	Toplam		0,63±0,06	0,26625
H-SÜKROZ	ADAKLI	3	0,0000	0,00000
	GENÇ	3	0,0000	0,00000
	SOLHAN	3	0,0000	0,00000
	MERKEZ(meğmir)	3	0,0000	0,00000
	MERKEZ(metan)	3	0,0000	0,00000
	Toplam		0,0000	0,00000
H-MALTOZ	ADAKLI	3	0,65±0,01b	0,02000
	GENÇ	3	1,09±0,010c	0,02000
	SOLHAN	3	0,58±0,01a	0,02000



	MERKEZ(meğmir)	3	1,40±0,01e	0,02000
	MERKEZ(metan)	3	1,26±0,01d	0,02000
	Toplam		0,99±0,08	0,33886
H-TREHALOZ	ADAKLI	3	0,34±0,01d	0,02000
	GENÇ	3	0,38±0,01e	0,02000
	SOLHAN	3	0,23±0,01b	0,02000
	MERKEZ(meğmir)	3	0,30±0,01c	0,02000
	MERKEZ(metan)	3	0,11±0,01a	0,02000
	Toplam		0,27±0,02	0,09973

**Tablo 4. 6.** Ham Apilarnil Şeker Tayini Sonucu (Devamı)

H-MELEZİTOZ	ADAKLI	3	0,0000	0,00000
	GENÇ	3	0,0000	0,00000
	SOLHAN	3	0,0000	0,00000
	MERKEZ(meğmir)	3	0,0000	0,00000
	MERKEZ(metan)	3	0,0000	0,00000
	Toplam		0,0000	0,00000
H-RAFFİNOZ	ADAKLI	3	0,39±0,01d	0,02000
	GENÇ	3	0,04±0,01b	0,02000
	SOLHAN	3	0,0000a	0,00000
	MERKEZ(meğmir)	3	0,36±0,01c	0,02000

	MERKEZ(metan)	3	0,0000a	0,00000
	Toplam		0,15±0,04	0,18475

**Tablo 4. 7.** Ham Apılarnil Şeker Tayini Sonucu (Devamı)

LİYOFİLİZE APILARNİL		Kare Ortalaması	Df	Ortalama	F	Sig.	Önem Düzeyi(P)
L-KSİLOZ	Gruplar arası	1,618	4	0,404	1264,031	0,000	
	Gruplar içerisinde	0,003	10	0,000			*
	Toplam	1,621	14				
L-ARABİNOZ	Gruplar arası	1,056	4	0,264	660,225	0,000	
	Gruplar içerisinde	0,004	10	0,000			*
	Toplam	1,060	14				
L-FRUKTOZ	Gruplar arası	28,072	4	7,018	17544,900	0,000	
	Gruplar içerisinde	0,004	10	0,000			*
	Toplam	28,076	14				

**Tablo 4. 8.** Ham Apılarnil Şeker Tayini Sonucu (Devamı)

L-GLUKOZ	Gruplar arası	518,155	4	129,539	323847,150	0,000	
	Gruplar içerisinde	0,004	10	0,000			*

	Toplam	518,159	14				
L-GALAKTOZ	Gruplar arası	11,199	4	2,800	6999,525	0,000	
	Gruplar içerisinde	0,004	10	0,000			*
	Toplam	11,203	14				
L-SÜKROZ	Gruplar arası	0,000	4	0,000	.	.	
	Gruplar içerisinde	0,000	10	0,000			ÖNZ
	Toplam	0,000	14				
L-MALTOZ	Gruplar arası	2,097	4	0,524	1310,850	0,000	
	Gruplar içerisinde	0,004	10	0,000			*
	Toplam	2,101	14				
L-TREHALOZ	Gruplar arası	2,176	4	0,544	1359,900	0,000	
	Gruplar içerisinde	0,004	10	0,000			*
	Toplam	2,180	14				
L-MELEZİTOZ	Gruplar arası	0,000	4	0,000	.	.	
	Gruplar içerisinde	0,000	10	0,000			ÖNZ
	Toplam	0,000	14				
L-RAFFİNOZ	Gruplar arası	0,000	4	0,000	.	.	

	Gruplar içerisinde	0,000	10	0,000			ÖNZ
	Toplam	0,000	14				

a, b, c,d, cd: Aynı satırdaki farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir. n: tekkerür sayısı P:Önem düzeyi, ÖNZ: Önemsiz, \*: P<0,05.

**Tablo 4. 9.** Ham Apılarnil Şeker Tayını Sonucu (Devamı)

HAM APILARNİL		Kare Ortalaması	Df	Ortalama	F	Sig.	Önem Düzeyi(P)
H-KSİLOZ	Gruplar arası	0,112	4	0,028	116,875	0,000	
	Gruplar içerisinde	0,002	10	0,000			*
	Toplam	0,115	14				
H-ARABİNOZ	Gruplar arası	0,246	4	0,062	153,900	0,000	
	Gruplar içerisinde	0,004	10	0,000			*
	Toplam	0,250	14				
H-FRUKTOZ	Gruplar arası	0,911	4	0,228	569,625	0,000	
	Gruplar içerisinde	0,004	10	0,000			*
	Toplam	0,915	14				
H-GLUKOZ	Gruplar arası	69,976	4	17,494	43735,275	0,000	
	Gruplar içerisinde	0,004	10	0,000			*

	Toplam	69,980	14				
H-GALAKTOZ	Gruplar arası	0,988	4	0,247	617,775	0,000	
	Gruplar içerisinde	0,004	10	0,000			*
	Toplam	0,992	14				
H-SÜKROZ	Gruplar arası	0,000	4	0,000			
	Gruplar içerisinde	0,000	10	0,000			ÖNZ
	Toplam	0,000	14				
H-MALTOZ	Gruplar arası	1,604	4	0,401	1002,225	0,000	
	Gruplar içerisinde	0,004	10	0,000			*
	Toplam	1,608	14				

**Tablo 4. 10.** Ham Apılarnil Şeker Tayini Sonucu (Devamı)

H-TREHALOZ	Gruplar arası	0,135	4	0,034	84,525	0,000	
	Gruplar içerisinde	0,004	10	0,000			*
	Toplam	0,139	14				

H-MELEZİTOZ	Gruplar arası	0,000	4	0,000			
	Gruplar içerisinde	0,000	10	0,000			ÖNZ
	Toplam	0,000	14				
H-RAFFİNOZ	Gruplar arası	0,475	4	0,119	495,250	0,000	
	Gruplar içerisinde	0,002	10	0,000			*
	Toplam	0,478	14				

a, b, c,d, cd: Aynı satırdaki farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir. n: tekkerür sayısı P:Önem düzeyi, ÖNZ: Önemsiz, \*:  $P<0,05$ .

Bingöl iline ait ham apılarnil ile ilgili yaptığımız çalışmada şeker içeriğinin ve oranlarının yüzdeler olarak sonuçları;

Ksiloz (Odun Şekeri) için Adaklı, Genç, Solhan, Merkez (meğmir) ve Merkez (metan) bölgelerinin sonuçları sırasıyla:  $0,21\pm0,01d$ ,  $0,17\pm0,01c$ ,  $0,00a$ ,  $0,00a$  ve  $0,12\pm0,01b$  olarak hesaplanmıştır.

Arabinoz için Adaklı, Genç, Solhan, Merkez (meğmir) ve Merkez (metan) bölgelerinin sonuçları sırasıyla:  $0,64\pm0,01e$ ,  $0,34\pm0,01b$ ,  $0,52\pm0,01\pm0,01d$ ,  $0,43c$  ve  $0,28\pm0,01a$  olarak hesaplanmıştır.

Fruktoz (Meyve Şekeri) için Adaklı, Genç, Solhan, Merkez (meğmir) ve Merkez (metan) bölgelerinin sonuçları sırasıyla:  $0,77\pm0,01d$ ,  $0,39\pm0,01b$ ,  $0,26\pm0,01a$ ,  $0,59\pm0,01c$  ve  $0,59\pm0,01c$  olarak hesaplanmıştır.

Glukoz için Adaklı, Genç, Solhan, Merkez (meğmir) ve Merkez (metan) bölgelerinin sonuçları sırasıyla:  $5,59\pm0,01d$ ,  $0,42\pm0,01a$ ,  $1,95\pm0,01b$ ,  $5,44\pm0,01c$  ve  $5,41\pm0,01c$  olarak hesaplanmıştır.

Galaktoz (süt şekeri) için Adaklı, Genç, Solhan, Merkez (meğmir) ve Merkez (metan) bölgelerinin sonuçları sırasıyla:  $0,82\pm0,01d$ ,  $0,87\pm0,01e$ ,  $0,17\pm0,01a$ ,  $0,56\pm0,01b$  ve  $0,77\pm0,01c$  olarak hesaplanmıştır.

Sükroz (çay şekeri) Adaklı, Genç, Solhan, Merkez (meğmir) ve Merkez (metan) bölgelerinde sakkaroz tespit edilmemiştir.

Maltoz için Adaklı, Genç, Solhan, Merkez (meğmir) ve Merkez (metan) bölgelerinin sonuçları sırasıyla:  $0,65\pm0,01b$ ,  $1,09\pm0,01c$ ,  $0,58\pm0,01a$ ,  $1,40\pm0,01e$  ve  $1,26\pm0,01d$  olarak hesaplanmıştır.

Trehaloz için Adaklı, Genç, Solhan, Merkez (meğmir) ve Merkez (metan) bölgelerinin sonuçları sırasıyla:  $0,34\pm0,01d$ ,  $0,38\pm0,01e$ ,  $0,23\pm0,01b$ ,  $0,30\pm0,01c$  ve  $0,11\pm0,01a$  olarak hesaplanmıştır.

Melisitoz için Adaklı, Genç, Solhan, Merkez (meğmir) ve Merkez (metan) bölgelerinde Melisitoz tespit edilmemiştir.

Raffinoz için Adaklı, Genç, Solhan, Merkez (meğmir) ve Merkez (metan) bölgelerinin sonuçları sırasıyla:  $0,39\pm0,01d$ ,  $0,04\pm0,01b$ ,  $0,00a$ ,  $0,36\pm0,01c$  ve  $0,00a$  olarak hesaplanmıştır.

Ham apilarnilin şeker oranlarına ait elde edilen sonuçlar incelendiğinde bütün bölgelere ait ortalamalar arasındaki fark ksiloz, Arabinoz, Fruktoz, Glukoz, Galaktoz, Maltoz, Trehaloz ve Raffinoz için istatistiki olarak önemli ( $P < 0,05$ ) bulunmuştur.

Apilarnil ile ilgili daha önce yapılan şeker analizlerinde; Stângaciu (1999), Bărnuțiu (2013), Balkanska et al. (2014), Mărgăoan et al. (2017), yaptıkları çalışmalarda toplam şeker %6-10 ve şeker profillerinden fruktoz; %0,11-0,60, glukoz %40-6,74, sukroz %0,00-0,14 aralığında tespit etmişlerdir.

## **Liofilize apılarnilin şeker içeriğinin ve oranlarının yüzdelerik olarak sonuçları ise:**

Ksiloz (Odun Şekeri) için Adaklı, Genç, Solhan, Merkez (meğmir) ve Merkez (metan) bölgelerinin sonuçları sırasıyla:  $0,72\pm0,01c$ ,  $0,77\pm0,01d$ ,  $0,00a$ ,  $0,89\pm0,01e$  ve  $0,34\pm0,01b$  olarak hesaplanmıştır.

Arabinoz için Adaklı, Genç, Solhan, Merkez (meğmir) ve Merkez (metan) bölgelerinin sonuçları sırasıyla:  $0,93\pm0,01d$ ,  $1,13\pm0,01e$ ,  $0,42\pm0,01a$ ,  $0,62\pm0,01c$  ve  $0,52\pm0,01b$  olarak hesaplanmıştır.

Fruktoz (Meyve Şekeri) için Adaklı, Genç, Solhan, Merkez (meğmir) ve Merkez (metan) bölgelerinin sonuçları sırasıyla:  $4,64\pm0,01d$ ,  $1,74\pm0,01c$ ,  $0,78\pm0,01a$ ,  $1,12\pm0,01b$  ve  $1,76\pm0,01c$  olarak hesaplanmıştır.

Glukoz için Adaklı, Genç, Solhan, Merkez (meğmir) ve Merkez (metan) bölgelerinin sonuçları sırasıyla:  $22,28\pm0,01d$ ,  $22,68\pm0,01e$ ,  $6,53\pm0,01a$ ,  $15,38\pm0,01b$  ve  $17,62\pm0,01c$  olarak hesaplanmıştır.

Galaktoz (süt şekeri) için Adaklı, Genç, Solhan, Merkez (meğmir) ve Merkez (metan) bölgelerinin sonuçları sırasıyla:  $2,40\pm0,01c$ ,  $3,58\pm0,01e$ ,  $1,05\pm0,01a$ ,  $2,97\pm0,01d$  ve  $1,96\pm0,01b$  olarak hesaplanmıştır.

Sükroz (çay şekeri) Adaklı, Genç, Solhan, Merkez (meğmir) ve Merkez (metan) bölgelerinde sakkaroz tespit edilmemiştir.

Maltoz için Adaklı, Genç, Solhan, Merkez (meğmir) ve Merkez (metan) bölgelerinin sonuçları sırasıyla:  $2,60\pm0,01c$ ,  $2,78\pm0,01e$ ,  $1,75\pm0,01a$ ,  $2,72\pm0,01d$  ve  $2,38\pm0,01b$  olarak hesaplanmıştır.

Trehaloz için Adaklı, Genç, Solhan, Merkez (meğmir) ve Merkez (metan) bölgelerinin sonuçları sırasıyla:  $1,48\pm0,01c$ ,  $1,70\pm0,01e$ ,  $0,82\pm0,01a$ ,  $1,63\pm0,01d$  ve  $0,8\pm0,01b$  olarak hesaplanmıştır.

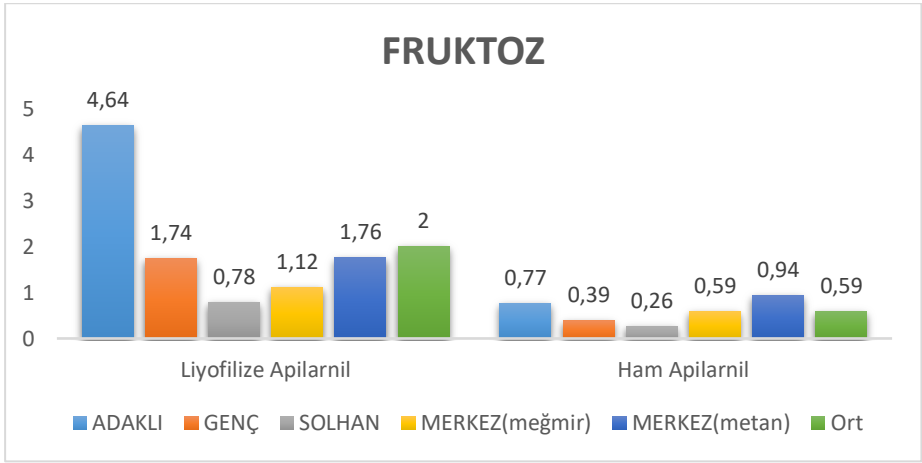
Melisitoz için Adaklı, Genç, Solhan, Merkez (meğmir) ve Merkez (metan) bölgelerinde Melisitoz tespit edilmemiştir.



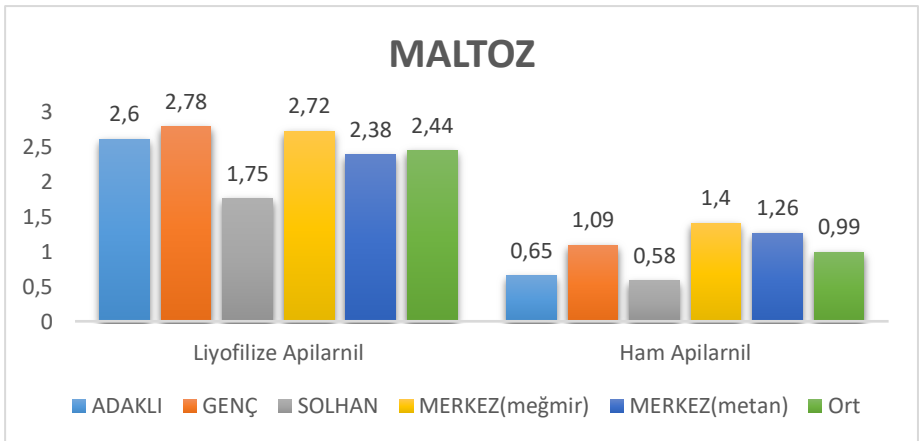
Raffinoz için Adaklı, Genç, Solhan, Merkez (meğmir) ve Merkez (metan) bölgelerinde Raffinoz tespit edilmemiştir.

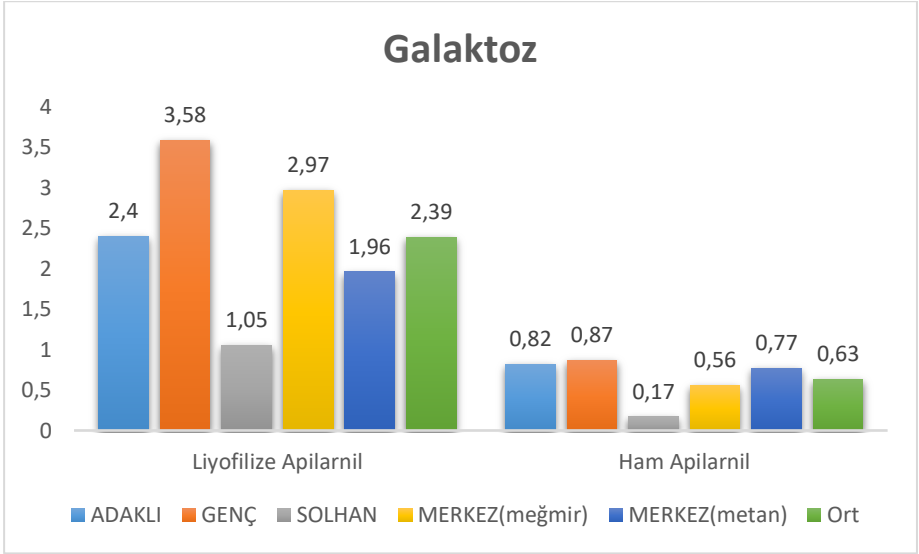
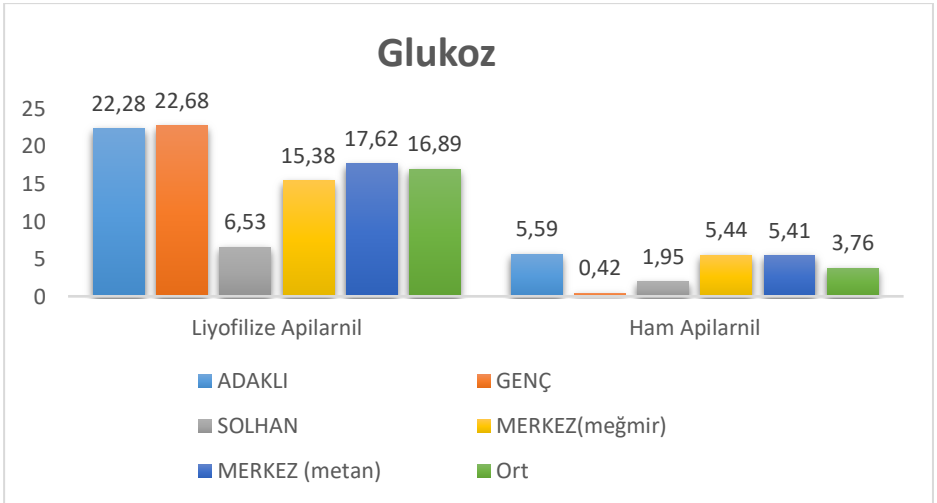
Liyofilize apılarnilin şeker oranlarına ait elde edilen sonuçlar incelendiğinde bölgelere ait ortalamalar arasındaki fark ksiloz, Arabinoz, Fruktoz, Glukoz, Galaktoz, Maltoz ve Trehaloz için istatistiki olarak önemli ( $P < 0,05$ ) bulunmuştur.

**Tablo 4.7.1.** Fruktoz Oranları



**Tablo 4.7.2.** Maltoz Oranları



**Tablo 4.7.3. Glaktoz Oranları****Tablo 4.7.4. Glukoz Oranları**

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bitki örtüsü bakımından zengin olan ülkemiz, arı ve arı ürünlerinin üretimi açısından büyük bir potansiyele sahiptir. Bu potansiyel, arı ürünlerinin kimyasal içeriğini ve biyolojik aktifliğini de etkilemektedir. Yapılan çalışmalar, bir arı ürünü olan apilarnilin bilimsel çalışmalara ışık tutabilecek potansiyele sahip olduğunu ortaya koymuştur. Apilarnil üzerinde çalışmalara yakın tarihte başlanmasından dolayı literatür kaynaklarının kısıtlı olması apilarnilin kimyasal içeriğinin tespiti daha önemli kılmış ve bu çalışmamızın Bingöl iline ait apilarnil için kaynak teşkil etmesi amaçlanmıştır. Günümüz teknolojisi, bilimsel araştırmaları daha kolay kılmakta ve sonuca ulaşma zamanını asgariye indirmektedir. Bu açıdan bakıldığında, günümüz teknolojisinden yararlanılmalı ve biyoaktif özelliğe sahip bir arı ürünü olan apilarnilin sadece kimyasal içerik araştırmalarla sınırlı kalınmamalı, insan sağlığı açısından kullanılabilir besin/ilaç eldesi vb nedenler için bilimsel araştırmalar devam etmelidir. Bu çalışmada Bingöl Merkez, Solhan, Adaklı ve Genç bölgelerinden elde edilen ham ve liyofilize edilmiş apilarnil örneklerinin biyoaktif özellikleri belirlenmiştir.

Apilarnil şeker analizinde ksiloz, Arabinoz, Fruktoz, Glukoz, Galaktoz, Sükroz, Maltoz, Trehaloz, Melisitoz ve Raffinoz olmak üzere 10 farklı şeker analizi yapılmıştır. Bu şeker analizlerinde ham apilarnilde Melisitoz, Sükroz şekerlerine rastlanılmamıştır. Diğer şekerlere ise ortalama; Ksiloz  $0,10\pm 0,02$ , Arabinoz  $0,44\pm 0,03$ , Fruktoz  $0,59\pm 0,06$ , Glukoz  $3,76\pm 0,57$ , Galaktoz  $0,63\pm 0,06$ , Maltoz  $0,99\pm 0,08$ ,

Trehaloz  $0,27\pm0,02$  ve Raffinoz  $0,15\pm0,04$  olarak bulunmuştur. Liyofilize şeker sonuçlarında ise Melisitoz, Sükroz ve Raffinoz şekerlerine rastlanılmamıştır. Diğer şekerlere ise ortalama; Ksiloz  $0,54\pm0,08$ , Arabinoz  $0,72\pm0,07$ , Fruktoz  $2,00\pm0,36$ , Glukoz  $16,89\pm1,57$ , Galaktoz  $2,39\pm0,23$ , Maltoz  $2,44\pm0,010$  ve Trehaloz  $1,29\pm0,101$  olarak bulunmuştur.

Apilarnil ile yaptığımız bu şeker çalışmasında ortaya çıkan sonuçlar daha önce ham apilarnil ile yapılan çalışmada Stângaciu (1999), Bărnuțiu (2013), Balkanska et al. (2014), Mărgăoan et al. (2017), sukroz %0,00- 0,14, fruktoz; %0,11-0,60, glukoz %3,40-6,74 aralığında tespit etmişlerdir bu sonuçlar bulduğumuz sonuçlar ile paralellik göstermektedir. Diğer şeker analizleri ile ilgili bilimsel çalışmalar ham apilarnil üzerinde kısıtlı olup liyofilize apilarnil ile ilgili çalışmalar yapılmamıştır.

Toplanılan apilarnillerin liyofilize edilip uzun süre saklanılabileceği görülmüştür. Apilarnilin kimyasal bileşiminin çok karmaşık olduğu ve toplanıldığı bölgenin florasına bağlı olduğu gözlenmiştir.

Sonuç olarak apilarnil biyoaktif özellikleri bakımından yüksek değerlere sahip olduğu bu araştırmanın sonuçlarına dayanılarak söylenilebilir. Bu çalışmanın apilarnil ile ilgili yapılacak standardizasyon çalışmalarına katkı sağlayacağı ve literatür çalışmalarına kaynak olabileceği düşünülmektedir.

**Açıklama:** Bu çalışma “Bingöl İlinde Elde Edilen Ham Ve Liyofilize Apılarnilin Biyoaktif Özelliklerinin Belirlenmesi” isimli Yüksek Lisans Tez çalışmasından özetlenmiştir. Bingöl Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeleri (BAP) kapsamında desteklenmiştir. Proje No: BAP-FBE.2020.00.002

## KAYNAKLAR

- Akçiçek, E., Yücel, B. (2015). Apiterapi'de Apilarnil. Arı Ürünleri ve Sağlık (Apiterapi). Sidas Yayınevi, İzmir, s. 183-190
- Balkanska, R., Karadjova, I., Ignatova, M. (2014). Comparative analyses of chemical composition of royal jelly and drone brood. Bulgarian Chemical Communication 46(2): 412-416
- Bruneau, E. (2015). First steps for good beekeeping practices-guide for apitherapy products. Apitherapy Symposium Book of Abstracts, p. 40
- İlkaya, M., İnci, H. (2020). The effect of apilarnil (male bee larva) on human nutrition, health site and medical treatment of some diseases. New approaches and applications in agriculture. Iksad Publications 6: 121-135
- Isidorov, VA., Bakier, S., Stocki, M. (2016). GC-MS investigation of the chemical composition of hoeybee drone and queen larva homogenate. Journal of Apicultural Research 60(1): 111-120
- Mărgăoan, R., Mărghițaș, LA., Dezmirean, D S., Bobiș, O., Bonta, V., Cătană, C., Mureșan, Cl., Margin, M G. (2017). Comparative Study on Quality Parameters of Royal Jelly, Apilarnil and Queen Bee Larvae Triturate. Bulletin of the University of Agricultural Sciences & Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Animal Science & Biotechnologies 74(1): 51-58
- Mateescu, C. (2011). Apiterapia sau Cum Sa Folosim Produsele. Biomedical Analysis 30; 1403-1410

Stângaciu, S., Bucuresti. (1999). Apiterapy course notes. Constanța  
Apiterapy Research p. 13

## BÖLÜM 20

### **POLİNASYON FAKTÖRÜ OLARAK BAL ARILARININ TARIMSAL VE DOĞAL EKOSİSTEMLERDE BİTKİSEL ÜRETİM, JENERASYON SÜREKLİLİĞİ, TOPRAK STRÜKTÜRÜ VE BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİN DEVAMLILIĞI AÇISINDAN ÖNEMİ**

Doktora öğrencisi Mehmet İLKAYA<sup>1</sup>,

Öğr. Gör. Nevzat ÇAĞLAYAN<sup>2</sup>, Prof. Dr. Bünyamin SÖĞÜT<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> Bingöl Üniversitesi Arı ve Arı Ürünleri ABD Orcid: 0000-0002- 1797-144X, ordinaryus3.14@gmail.com

<sup>2</sup> Bingöl Üniversitesi Gıda, Tarım Ve Hayvancılık Meslek Yüksekokulu Orcid: 0000-0002-4917-6731, nvztcaglayan@hotmail.com

<sup>3</sup> Bandırma Üniversitesi Bandırma Meslek Yüksekokulu Gıda Teknolojisi Bölümü Orcid: 0000-0002-7644-7226, bsogut@bandirma.edu.tr





## GİRİŞ

Çiçekli bitkilerde tohum oluşumu ve jenerasyon (nesil)ün sürekliliği önce polinasyon, sonrasında ise erkek ve dişi gametlerin kaynaşması(döllenme) ile sağlanır. Çiçekli bitkilerde tohum oluşumunun ilk safhası polinasyondur ve polinasyon sonrası döllenme, döllenmeyi takiben tohum (türün tüm genetik materyalini taşıyan yapı, türün maketi) oluşumu gerçekleşir (Free, 1993; Kesdek, 2012).

Tohumlu bitkilerde üremenin sürekliliği için gerekli olan polinasyon, döllenmeyi sağlayan ve elde edilen ürünün miktarını belirleyen gerekli ve en önemli faktör olmakla birlikte morfolojik açıdan tohumun şeklini, büyüklüğünü ve kalitesinide etkileyerek verim ve kalitede maksimum düzeyi sağlar.

Bitkisel üretimde maksimum verimlilik düzeyi göz önünde bulundurulduğunda, beklenen oranda ürün elde edebilmek için polinasyonun doğru zamanda ve yüksek seviyede gerçekleşmesi gereklidir. Polenlerin farklı vektörlerle çiçekli bitkilerde stamenden ovaryum stigmasına taşınması olarak tanımlanan polinasyon (Buchmann and Nabhan, 1996), bütün tohumlu bitkilerin devamlılığı açısından önemli bir safhadır(Free, 1970; Crane, 1975; Mc Gregor, 1976; Özbilgin, 1999; Westwood, 1993; Yılmaz, 2016).

Bitkilerde polinasyon ya aynı çiçeğin erkek ve dişi organları arasında, ya da aynı tür olması şartıyla farklı çiçeklerin dişi ve erkek organları arasında gerçekleşir. Bu olay aynı çiçeğin erkek ve dişi organları

arasında gerçekleşirse kendine dölleme (Autogamy), iki ayrı çiçeğin erkek ve dişi organları arasında gerçekleşirse yabancı dölleme (Allogamy) olarak isimlendirilir. Yabancı dölleme (Allogamy) sadece aynı türden bitkiler arasında gerçekleşir (Anonymous, 2009a).

Polinasyon, hem kültüre alınmış hem de yabani bitkiler için bitkisel üremenin ve üretimin temelidir. Çoğu bitki türünde polinasyon olmadan meyve ve tohum oluşumu gerçekleşmez. Doğada rüzgâr, böcekler, insanlar, kuşlar, su ve bazı memeli hayvan türleri polen taneciklerinin taşınmasında vektör görevi yapar. Bu polinatörler arasında en önemlileri ise besin ihtiyacını doğrudan çiçekli bitkilerin nektar, polen, bitki özsuğu veya direkt bitkinin kendisinden karşılayan böcek türleridir ve bu böcek türleri içinde bal arıları önemli bir yere sahiptir (Yılmaz, 2016).

Bal arıları, insan sağlığı açısından önemli bir yer tutan ve hem gıda olarak hem de bazı hastalıkların tamamlayıcı destek tedavisinde kullanılan arı sütü, bal, balmumu, polen, perga ve arıcılık tarihinin yakın döneminde kimyasal içeriğinin tespitiyle önemi anlaşılan propolis ve apilarnil(erkek arı larvası) gibi farklı ve birbirinden kıymetli arı ürünlerinin üretimini ve bunlardan insanlığın faydalanmasını sağlar. Bununla birlikte bal arıları, tohumlu bitki ekosistemlerinde polinatör görevi görerek döllemeye, meyve oluşumu ve tohum bağlamaya yardımcı olmaları, tarımsal ekosistemlerde kültüre alınmış bazı bitki gruplarında verim, üretimde kalite ve süreklilik sağlamaları açısından bitkilerde üreme, gelişme ve

verimliliğe katkılarıyla ön plana çıkarlar (Doğaroğlu, 1985; Free, 1970; Mc Gregor, 1976).

## **BAL ARILARININ POLİNASYONDAKİ ROLÜ**

Dünyada ekosistemlerinde bulunan tohumlu bitki gruplarının % 70'inde böcekler polinatör görevi görürler ve bu böcek grupları içinde *Apis* cinsine bağlı bal arısı türleri polinasyonun % 80' lik kısmını gerçekleştirirler. Bu nedenle arı türlerinin diğer polinatör böcek gruplarına nazaran bitkilerin üreme ve gelişmesindeki rolü oldukça önemlidir (Özbilgin, 1999; McGregor, 1976).

Rusya (Eski Sovyetler Birliği) da 80, Amerika birleşik devletlerinde 130 a yakın bitki türü arıların polinatör görevine ihtiyaç duyar. Buna ek olarak gezegenimizde insan gıdası açısından tarımsal üretimi önemli olan kültüre alınmış 82 bitki türünün % 77'sinin(63 tür) polinasyonunun arı türleri tarafından yapıldığı bildirilmiştir (Delaplane and Mayer, 2000).

Bal arıları başta olmak üzere, polinatör böcekler tarafından yapılan polinasyon neticesinde elde edilen bitkisel ürünler, insan temel gıda ihtiyacının takribi % 35'ine tekabül eder. İnsan temel gıda ihtiyacının 1/3'ü direkt ya da bilvasita arıların polinasyon kabiliyetine gereksinim duyan bitki türlerinden oluşmaktadır. Bu duruma ek olarak polinasyonun gerçekleşmediği durumlarda bitkisel üretimde % 30 a yakın bir azalma söz konusu olacağı bildirilmiştir(Buchmann and Nabhan,1996; Karadeniz, 2012).

Bal arısı kolonileri, dünya genelinde geniş coğrafyalarda kontrollü bir şekilde yetiştirilmeleri, koloni düzenlerinin idaresinin idame edilmesinin kolaylığı, tarımsal lokalitelere zahmetsizce sevklerinin sağlanabilmesi ve tabiattaki elzem polinatör böcek grubu niteliği taşımaları sebebiyle tarımsal üretimdeki verim artışında önemli yer tutar. Bal arıları beslenme ve besin depolama maksadıyla çiçek poleni ve nektarı toplarken, çiçeklerde stamenin anter kısmında, tekalar da üretilen polenleri aynı çiçeğin veya aynı türün başka bir çiçeğinin(Allogamy) ovaryumunun stigmasına taşımada vektör görevi görürler. Ancak çiçeği ekseri bir halka şeklinde saran stamenlerin yapısı, durumu ile nektar salgı bezlerinin yapısı, derinliği, büyüklüğü, polen ve nektar toplayan arıların polinasyondaki rollerini etkilediği için floraya göre arı ırklarının adaptasyonunun bitkisel üretim veriminde büyük bir öneme sahip olduğu ve bu doğrultuda flora ya göre arı ırkı seçiminin de gerektiği konusu göz önünde bulundurulmalıdır (Westwood, 1993; Karadeniz, 2012; Kesdek, 2012).

## **TARIMSAL VE DOĞAL EKOSİSTEMLERDE BAL ARILARININ BİTKİSEL ÜRETİME KATKILARI**

Bal arısı kolonileri tarımsal üretimde polinasyon vektörü olarak kullanılması polinasyonun yoğunluğu ve zamanına bağlı olarak elde edilecek olan meyveler şekil olarak düzgün üretilir, yağ ihtiva eden tohumların yağ oranı ve niteliği artar, tarımsal üretim lokalitelerinde hasat zamanı paralellik gösterir, arı ürünlerinde verim artışı gözlenir, koloniyi oluşturan popülasyonda da artış sağlanır (Yılmaz, 2016). Bal

arılarının polinasyona olan katkısı neticesinde bitkisel ürünlerde rasyonel olarak gelir artışı görülür.

Bal arılarının polinasyondaki rolü doğal flora da süreklilik ve çeşitliliğe neden olurken, tarımsal üretimde ürünün kalite ve miktarını arttırarak daha erken, tek tip ve kaliteli ürün teminini sağlar. Buna bağlı olarak ürünlerde plasentasyon hatasız gerçekleştiği için meyveler şekil olarak düzgün oluşmakta, temin edilen ürünün depolama ömrü uzun olmakta, tohumların çimlenme yeteneğinde de artış gözlenmekte olup, yüksek kalitede hibrit tohum temin edilebilmektedir (Karadeniz, 2012).

Bal arıların polinasyon vektörü olarak kullanılması bitkilerde meyve büyüklüğü, meyve oluşum oranı, meyvedeki tohum miktarı ve kalitesi açısından pozitif etki gösterir(Lampeitl, 2007). İlaveten çoğu bitkide polinasyonun arılar tarafından sağlanması çiçeklerde ilkbahar geç donlarında görülen zararın minimum düzeye indiği bildirilmiştir (Kesdek, 2012).

Allogamy(Yabancı döllenme)ye ihtiyaç duyan çoğu kültür bitkisinde arı kolonilerinin polinatör olarak kullanımı neticesinde bitkilerde meyve ve tohumun verim miktarı ve kalitesinde yüksek oranda artışların gözleendiği, tohum miktarının yeterli sayıda olduğu ayrıca meyvelerin tat ve aromasında maksimum kalitenin gözleendiği belirtilmiştir(Svensson, 1991). Eksik polinasyon neticesinde; amorf, aroması düşük ve pazar değeri az olan meyveler oluşmaktadır (McGregor, 1976; Free, 1993). Polinasyon eksikliği bitkisel ürünlerde kalite düşüklüğüne ek olarak verimde azalma ve bitkilerde meyve ve

tohum bağlamada gecikmeye neden olmaktadır. Bundan dolayı polinasyon; tarımsal ve doğal ekosistemlerde üretim artışında etkin bir biçimde rol oynayan en önemli mekanizmadır (Korkmaz ve Aydın, 1999; Anonymous, 2011).

Doğal ve tarımsal ekosistemlerde çiçekli bitkilerin meyve ve tohumlarının oluşum mekanizması açısından önemli olan polinasyonda bal arılarının etkisi büyüktür(Çakmak, 1999). Tek yıllık(annual) otsu bitkilerin, jenerasyonlarının sürekliliği açısından polinasyon gereksinimi yüksektir. Polinasyon sağlanamazsa döllenme gerçekleşmez, döllenme gerçekleşmezse bitkilerde tohum oluşumu olmaz ve bitkiler nesilleri(jenerasyon)nin sürekliliğini sağlayamazlar. Bu durumda bitkilerin vejetatif(kök, gövde, yaprak) üreme yeteneği yoksa, arı türlerine bağlı olarak polinasyonu sağlanan bitki türlerinde jenerasyonun süreklilik kazanması, yalnızca arı türlerinin etkinliğine bağlıdır(Anonymous, 2011).

Bal arıları, yalnızca kültür bitkilerinde polinasyonu sağlayarak ürünün miktar ve kalitesinde artış sağlamakla kalmayıp aynı zamanda diğer polinatörlerin yokluğunda ya da az olduğu dönemlerde doğal ekosistemlerde bitkilerin polinasyonunu sağlamakta ve buna ek olarak yeni jenerasyon üretme açısından tehdit altında olan bitki gruplarının devamlılığını olumlu yönde etkileyerek doğal ekosistemlerde flora ve fauna çeşitliliğinin dengede kalmasına imkan sağlar. Polinasyondaki rolleri açısından önemli bir görev üstlenen bal arıları doğal dengenin devamlılığına katkı sağlamaktadır. Böylelikle doğal ekosistemlerde biyolojik çeşitlilik dengede kalmaktadır. Bundan dolayı polinasyonun

olmadığı bir dünyada bitkilerin ve bitkilere bağlı yaşam çeşitliliğinin devamlılığı imkansızdır (Çakmak, 1999; Korkmaz ve Aydın, 1999; Anonymous, 2011).

Bal arısı türlerinin bitkilerdeki polinasyon rolünden dolayı, toprak kaybı olarak bilinen ve dünyada tarımsal ve doğal alanlarda zarara neden olan erozyonu önlemede dolaylı olarak etkisi büyüktür(Anonymous, 2011). Bundan dolayı erozyon sebebiyle toprak kaybının yoğun olarak yaşandığı lokalitelerde toprağın sürekliliği ve verimliliği açısından devamlılığın sağlanması bitki örtüsünün zenginliğine, bitki örtüsünün zenginliğinin korunması ise bal arılarının polinasyon faaliyetlerine bağlıdır. Arıların polinasyondaki rolüyle bitki tohumlarında verimlilik artmakta, bunun neticesinde kıraç, eğimli ve rüzgarlı alanlarda bitki örtüsü daha gür bir yapı kazanarak erozyonun önlenmesine yardımcı olmaktadır. Bal arılarınca gerçekleştirilen polinasyon neticesinde; toprak strüktürü, tabiat dengesi ve yaşamı korunmakta, tabiattaki biyolojik çeşitlilik süreklilik kazanmaktadır (Korkmaz ve Aydın, 1999; Anonymous, 2009b, Kesdek, 2012).

## **DÜNYADA BAL ARILARININ TARIMSAL ÜRETİMDE POLİNASYON FAKTÖRÜ OLARAK ROLÜ VE ÜRÜN ARTIŞINA ETKİSİ**

Bal arılarının polinasyondaki rolüne bağlı olarak tarımsal ekosistemlerde üretim üzerindeki olumlu etkisi neticesinde iktisadi açıdan gelirden artış sağlanır. Yapılan çalışmalarda bitkisel üretim lokalitelerine arı kolonilerinin yerleştirilmesi ile ürünün türüne göre değişkenlik görülmeyle birlikte yaklaşık olarak ürünlerde % 20- 60



artışı olduğu belirlenmiştir. Bu durum bitkisel üretimde bal arılarının potansiyelinin önemini göstermektedir (Yılmaz, 2016).

1980 de ABD’de bal arılarının tarımsal ekosistemlerde polinasyon vektörü olarak kullanılması neticesinde elde edilen tarımsal ürünlerin aynı yılda üretilen arı ürünlerinin(bal, balmumu, polen, propolis) iktisadi açıdan yaklaşık olarak 143 katı değerinde olduğu ve 20 milyar dolara tekabül ettiği belirtilmiştir(Levin, 1983). Tarımsal ekosistemlerde bal arılarının polinasyondaki rolü 1989 yılında ABD ekonomisinde 9.3 milyar dolarlık artış sağlamış (Robinson et.al., 1989), bu miktarın, 1992 yılında 13 milyar doları aştığı vurgulanmıştır (Çakmak, 1999). Sadece bal arılarının polinatör olarak kullanılmasıyla tarımsal üretimdeki getiriye katkısı 2000 yılında ABD’de 15 milyar dolar olduğu belirtilmiştir(Morse and Calderone, 2000; Delaplane and Mayer, 2000). 1995 yılı verilerine göre ABD’de bal arılarının polinatör olarak badem üretimine etkisi neticesinde elde edilen iktisadi değer yaklaşık 360.6 milyon dolara tekabül ettiği kaydedilmektedir (Traynor, 1999).

Bal arılarının Türkiye’de polinatör olarak tarımdaki iktisadi getirisinin arı ürünlerin (bal, balmumu, propolis, polen) den elde edilen iktisadi getiriden yaklaşık 10-15 kat fazla olduğu ve bu durumun Türkiye ekonomisine 1.6-2.4 milyar TL gelir sağladığı bildirilmiştir (Genç ve Dodoloğlu, 2002).

## SONUÇ

Dünyada İnsan nüfusunun hızla artması beslenme sorunlarını da beraberinde getirmiştir. Günümüzde bilhassa gelişmiş dünya ülkeleri, hızla yükselen dünya nüfusunun besin ihtiyacını karşılamak için tarımsal üretimde minimum alandan maksimum verim alma konusunda bilimsel çalışmalar yapmakta ve bu konuda alternatif yollar üzerinde çalışmalarını sürdürmektedir. Yapılan bazı bilimsel çalışmalarla tarımsal üretimde bitkisel ürün miktarını ve kalitesini etkileyen en etkili faktörün polinasyon olduğu ortaya koyulmuştur. Polinasyon faktörü olarak dünya üzerinde diğer polinatörler arasında en önemli vektörün bal arıları olduğu yapılan birçok araştırmayla tespit edilmiştir. Konuya ilişkin gerçekleştirilen çalışmalar dikkate alındığında bal arısı kolonilerinin günümüz şartlarında sevk ve kontrolünün kolaylığı, farklı iklim şartlarında kazandığı adaptasyon yeteneği ve polinasyondaki rolü göz önüne alındığında, tarımsal üretimde ve bitkisel verimlilikte modern tarım için gerekli bir ögedir.

Kültüre alınmış bazı tarımsal bitki gruplarında polinasyonun % 100 bal arıları ve diğer polinatör böcek türlerine bağlı olması, bitkisel üretimde polinasyonun önemini ortaya koymaktadır. Fakat dünyadaki diğer polinatörler içinde bal arılarının önemi, tarımsal üretime ve bitkisel ürünlerde verimliliğe olan katkısı, tarımla uğraşan birçok coğrafi bölgede üreticiler tarafından tam anlamıyla bilinmemesi nedeniyle bitkisel üretimde beklenen seviyeye ulaşamamaktadır. Bu bağlamda; tarımsal ve doğal ekosistemler içinde bulunan tohumlu bitki gruplarından faydalanma, verimde kalite ve artış, insan

nüfusunun besin ihtiyacını karşılama ve doğal dengenin korunması ile biyolojik çeşitliliğin devamı gibi önemli konulara bilinçli bir şekilde yaklaşılmalı ve bal arısı türlerinin tabiatın ve insan besin kaynaklarının devamlılığı için gerekliliği konusunda araştırmalar devam edilmeli ve toplum bilinci arttırılmalıdır.

## KAYNAKLAR

- Anonymous (2009a). Tozlaşma Nedir? Nasıl Gerçekleşir? 28.04.2009 tarihli web sitesi. (<http://www.msxlab.org/forum/botanik/246804-tozlasma-nedir-nasil-gerceklesir.html>).
- Anonymous (2009b). Transgenik Bitkilerin Çevre Açısından Riskleri. Ekim 2009 tarihli web sitesi [http://www.oocities.org/yesilanarsi/yazilar/transgenik\\_bitkilerin\\_etkileri.htm](http://www.oocities.org/yesilanarsi/yazilar/transgenik_bitkilerin_etkileri.htm)
- Anonymous (2011). Arıcılığın Tarımsal Üretimdeki Yeri ve Önemi.28.09.2011 tarihli web sitesi. (<http://www.genbilim.com/fen-bilimleri/biyoloji/arycilydyn-tarymsal-uretimdeki-yeri-ve-onem/>)
- Buchmann, S. L., Nabhan, G. P. (1996). Forgotten Pollinators. Island pres, Washington, D.C.
- Crane, E. (1975). Honey: A Comprehensive Survey. Heinemann, London.
- Çakmak, İ. (1999). Balarılar ve Tarım. May Agro-Tek. Yıl 3, sayı 7. Sayfa 7-9. Bursa.
- Delaplane, K.S., Mayer, D.F. (2000). Crop Pollination by Bees, CABI Publishing, University Press, Cambridge, 344 p.
- Doğaroğlu, M. (1985). Bitkisel Üretimde Verimliliği Artırmada Bal Arısının Yeri ve Önemi. Yem Sanayii Dergisi. Sayı 48. Sayfa 11-15. Ankara.
- Free, J. B. (1970). Insect Pollination of Crops. Academic pres Inc. London, 331 pp.
- Free, J. B. (1993). Insect Pollination of Crops, 2. Edition, Academic press, London, 684 pp.
- Genç, F., Dodoloğlu, A. (2002). Arıcılığın Temel Esasları. Atatürk Üniv. Zir. Fak. Yay. No: 166. 338 sayfa. Erzurum.
- Karadeniz, T. (2012). Meyve Yetiştiriciliğinde Polinasyonun Önemi, Verim ve Kaliteye Etkisi. 3. Uluslararası Muğla Arıcılık ve Çam Balı Kongresi (01-04 Kasım 2012) Bildiriler Kitabı. Sayfa 275-282. Muğla.
- Kesdek, M. (2012). Bal Arılarının Tozlaşmadaki Önemi. 3. Uluslararası Muğla Arıcılık ve Çam Balı Kongresi (01-04 Kasım 2012) Bildiriler Kitabı. Sayfa 299-306. Muğla.

- Korkmaz, A., Aydın, A. (1999). Sürdürülebilir Tarımda Bal Arısı (*Apis Mellifera* L.)'nın Rolü. Ziraat Mühendisliği. Sayı 323. Sayfa 24-26. Ankara.
- Lampeitl, F. (2007). Arıcılık. (Editör: Prof. Dr. Türker Savaş). İstanbul.
- Levin, M. D. (1983). Value of bee pollination to U.S. Agriculture. Bulletin of the Entomological Society of America. 29, 50-51.
- McGregor, S. E. (1976). Insect Pollination of Cultivated Crop Plants, Agriculture Handbook 496. Washington Dc., U.S. Depart. of Agric., 411 pp.
- Morse, R.A., Calderone, N.W. (2000). The Value of Honey Bees as Pollinators of U.S. crops in 2000, Cornell University, Ithaca, New York.
- Özbilgin, N. (1999). Bitkisel Üretimde Tozlaşma ve Tozlaşmada Arıların Rolü ve Önemi. ETAE Polinasyon Projesi (16-18 Şubat 1999). Menemen- İzmir.
- Robinson, W.S., Nowogrodski, R., Morse, R.A. (1989). The Value of Honeybees as Pollinators of US Crops. American Bee Journal, 128 (6), 411-423; 129 (7): 477-487.
- Svensson, B. (1991). The Importance of Honeybee-pollination for the Quality and Quantity of Strawberries in Central Sweden. The 6th International Symposium on Pollination. Tilburg, August (1990). Acta Horticulturae. 288: 260-264.
- Traynor, J. (1999). Providing Subsidies for Beekeepers. Bee Culture. 127 (11): 14.
- Westwood, M. N. (1993). Temperate - Zone Pomology, Physiology and Culture. Third Edition. Timber Press, Inc. Portland, Oregon. Page 523.
- Yılmaz, K. (2016). Bal Arılarının Bitkisel Üretimdeki Önemi. Ordu'da Tarım. Yıl 20, sayı 118. Sayfa 1-2. Ordu.

## CHAPTER 21

### A SURVEY ON OCCURRENCE OF EQUINE INFECTIOUS ANEMIA IN HORSES, MULES AND DONKEYS BREEDDED IN TUNCELI AND ELAZIG, TURKEY.

Doç. Dr. Metin GÜRÇAY<sup>1</sup>

1

---

<sup>1</sup> Bingol University Faculty of Veterinary Medicine, Department of Preclinical Sciences, Virology Department ORCID: 0000-0001-9160-7454, mgurcay@bingol.edu.tr



## **1.Introduction**

EIA is caused by a lentivirus (within the family Retroviridae). Equine infectious anemia (EIA) has been recognized as an important viral disease of members of the horse family since its 'filtrable virus' aetiology was proven early in the twentieth century (Vallee and Carre, 1904).

EIAV is closely related to some of the aforementioned lentiviruses, caprine arthritis and encephalitis virus (CAEV), maedi-visna virus (MVV), feline and human immunodeficiency virus (FIV and HIV) as it shares some common nucleotide sequences (Gonda and et al., 1987). The cross-reactivity between EIAV, HIV and FIV has also been reported (Egberink and et al., 1990); (Montelaro and et al., 1988 ). and infection is persistent lifelong (Cook and et al., 1996).

Classic signs of acute EIA include fever, anemia, icterus, ventral edema, and weight loss. Severe clinically signs of EIA were frequently observed in horses, but not in donkeys or mules (Cook and et al., 2001). Despite the lack of clinical signs, some horses represent a source of infection to other non-infected horses (Issel and et al., 1990). Animals generally recover from either the acute or chronic form of the clinical disease, but will remain lifelong carriers of the virus. The persistent carriers have played the major epidemiological role in spreading of EIA infection (Cook and et al., 1996); (Lew and et al., 1993); (Montelaro and et al., 1988); (Motie, 1986); (Nagarajan ve Simard, 2007); (Sugiura and et al.,1995).



Transmission occurs through mechanical transfer of blood from an infected horse, either by blood-sucking insects or through the use of contaminated needles or instruments. Transplacental, colostral, lacteal and venereal transmission have also been reported. Viraemia is intermittent and generally associated with acute or chronic clinical signs; therefore, transmission risk is greatest among horses with clinical signs (Sellon, 2003).

The AGID test, formerly named the Coggins test is commonly used for the diagnosis of EIA (Coggins and et al., 1972). The test is a reference test and is used in many countries (Burki and et al., 1992); (Coggins and et al., 1972) during importation and exportation since EIA is on List-B as indicated by the Office International des Epizooties (OIE) (Anonym, 2007). Other tests such as enzyme linked immunosorbent assay (ELISA) and competitive ELISA (C-ELISA) have also been introduced for the diagnosis of EIA (Anonim, 2007); (Pearson ve Gibson, 1988); (Perryman and et al., 1990); (Yapıcı and et al., 2007). Only since 1970's have researchers been able to diagnose infection with equine infectious anemia virus (EIAV) accurately with the use serodiagnostic methods (Coggins ve Patten, 1970); (Coggins ve Norcross 1970).

There has been no study carried out on EIA at present in Tunceli and Elazığ, located in east Anatolia region in Turkey. The aim of this study was to investigate the occurrence (prevalence of EIA in Mules, Donkeys and Horses bred in this region).

## 2. Materials and Methods

Blood samples were collected from 1821 horses, 244 mules and 4910 donkeys older than one year without clinical signs of the disease from Tunceli and Elazığ provinces located in the Eastern part of Turkey between February and October 2009 by government veterinarians. The animals used in this study belonged to owner of resident population in this region (Table 1). Clinical examinations were performed by checking the mouth, ears, eyes, lymph nodes (axillar, mandibular and prescapular) and skin.

**Table 1.** The Number of Investigated Serum Samples of Mules, Donkeys, and Horses in Tunceli and Elazığ.

<b>Province</b>	<b>Horse</b>	<b>Mule</b>	<b>Donkey</b>	<b>Total</b>
Tunceli	1319	157	1491	2967
Elazığ	502	187	3419	4108
<b>Total</b>	<b>1821</b>	<b>344</b>	<b>4916</b>	<b>7075</b>

The blood samples were taken into clot activator vacuum tubes and centrifuged at 3000 rpm for 10 min. The serum samples were inactivated at 56°C for 30 min and were stored at -20°C until use.

The commercial ELISA kits were obtained from ID. VET innovative diagnostics (France) and the test was carried out as described by the manufacturer (Anonim, 2007). Reagents were allowed to come to room temperature before use. All reagents were homogenised by inversion or Vortex.

All the samples were treated according to the manufacturer's directions (Anonim, 2007). The results were evaluated by reading of plates in 450 nm adsorbance spectrophotometer at the final step and were recorded. Then, all positive samples were retested by AGID at the reference laboratory of Etlik Veterinary Control and Research Institute in Ankara, Turkey. This Laboratory is upper unit of the our laboratory in Turkey and the reference for Equine infectious anemia.

### 3. Results

The six blood serum samples were found positive from 2967 serum samples in Tunceli province, and one serum sample was found positive from 4108 serum samples in Elazığ province. The seropositivity rates of EIA infection was calculated as 0.2 % in Tunceli, and 0.024% in Elazığ with the overall proportion of 0.99%.

Although 11 blood serum samples were found positive for EIAV by ELISA, seven samples were detected to be positive by AGID test. When the results were assessed by animal species, it was determined that two mules, two donkeys and three horses were positive by AGID test (Table 2).

**Table 2. The Seropositivity of EIA İnfection According to The Tests and Animal Species.**

Province	Animal Species	Number of serum samples	ELISA-positive samples	AGID-positive samples	Percentage of positive samples (%)
Tunceli	Horse	1319	5	3	0.23
	Mule	157	2	2	1.27
	Donkey	1497	1	1	0.067

<b>Elazığ</b>	Horse	502	-	-	0.00
	Mule	187	-	-	0.00
	Donkey	3419	3	1	0.029
<b>Total</b>	-	7075	11	7	0.099

#### 4. Discussion

The international trading of equines and semen are restricted due to the contagious diseases. In most of the countries, the EIA infection is a noticeable disease and the control measures include official screening or monitoring, precautions at borders, control of movement inside the country (Anonim, 2007).

Turkey acts as a bridge between Asia and Europe because of its geographic localization. Mules and donkeys have been used traditionally for transport as much as horses in Turkey, and these animals were kept by local people and generally unregistered. However, the east and southeast Anatolian regions constitute the border with Iran, Iraq, and Syria, and control of this border is very difficult due to the geographic situation. Movement at the border creates important health risks for the Equidae population in Turkey, because the situation regarding EIA infection in these other countries is not known (Pearson ve Knowles, 1984); (Turan and et al., 2002). EIA infection is widely seen in several countries (Motie, 1986); (Nagarajan ve Simard, 2001); (Pearson ve Knowles, 1984); (Pena and

et al., 2006). Therefore, it cannot be diagnosed without epidemiologic studies (Cook and et al., 1996); (Spyrou and et al., 2003).

On the other hand, five sero-surveys which employed AGID and ELISA tests were conducted on equines in different parts of Turkey, but no positive results have been reported so far (Ataseven ve Arslan, 2005); (Burgu and et al., 1989); (Kırmızıgül and et al., 2009); (Turan and et al., 2002); (Yapıcı and et al., 2007). However, antibodies against EIAV were detected in horses, donkeys and mules in the present study.

This is the first report on the presence of EIA infection in Tunceli and Elazığ provinces in the Eastern part of Turkey where horse, mule and donkey population is highly widespread. The current study indicated that EIA infection might not become a risk potential for working, racing and breeding of equidae in Turkey.

In this study, ELISA and AGID tests were used for diagnosis. Blood serum samples were tested by ELISA at first, and then positive samples were retested by AGID test.

The infected horse produces detectable humoral immune responses to EIAV proteins as early as 12 days after infection, but usually becomes AGID test positive by 15-25 days post inoculation (Coggins and et al., 1972); (Issel and et al., 1990); (Pearson and et al., 1971). The AGID test has stood the test of time and is accepted as the international standart for diagnosis of EIA infection (Coggins and et al., 1972);

(Anonim, 2007); (Pearson and et al., 1971). ELISA test has the advantage of being less subjective than the AGID test, and could be made completely objective if an ELISA reader is used. The antibody status of a horse can be established in 2 hours by comparing the colour produced by the test sample to that produced by a weak positive sample. Correlations of AGID and ELISA results are excellent if standardized protocols (Anonim, 2007).

Discordant results can occur by two major mechanisms. The most common reason for a positive ELISA result with a negative AGID interpretation is because of the low level of antibody to the p26 antigen in the sample, which is easier to detect in the ELISA test. Another possible reason for discordant results is the presence of antibodies in the sample directed at the interspecies determinant of the p26 antigen which will not be detected in the AGID test. These antibodies could occur in the horse following exposure to related lentiviruses in nature (Issel ve Cook, 1993).

Despite there are many studies on EIA infections on equines in different parts of Turkey, no positive results have been reported so far (Ataseven ve Arslan, 2005); (Burgu and et al., 1989); (Kırmızıgül and et al., 2009); (Turan and et al., 2002); (Yapıcı and et al., 2007). In this study, antibody was detected in 0.99 % (7/7075) of samples from equides which were clinically healthy. The existence of EIA infection has been reported in various countries, such as the USA, Brazil and Guyana, with the seroprevalence proportions ranging from 0.6% to 72.8% (Motie, 1986); (Pearson ve Knowles, 1984); (Pena and et al.,

2006). The results of this study are similar to those found in the various countries and indicate the presence of the disease in a large number of horses.

In conclusion, this study has shown that the EIA is existent in Tunceli and Elazığ, located in the Eastern region of Turkey. A control program in this region based on serological testing is important in order to the prevention of the EIA infection.

This study has shown that the EIA is present in Tunceli and Elazığ, the eastern region of Turkey. This region has borders with countries where many economically important infectious diseases are endemic. and there is horse movement because of exportation and importation. This region is important when considering the control of the disease. A control program in this region based on serological testing would promote the prevention of the diseases.

## **5.Acknowledgments**

This project was supported financially by Republic of Turkey Ministry Agriculture and Rural Affairs General Directorate of Production and Control.

## 6. REFERENCES

- Anonim (2007). The World Organisation for Animal Health (OIE). <https://www.oie.int/en/home/> (Erişim Tarihi:12.10.2021)
- Ataseven, V. S., & Arslan, H. H. (2005). Equine infectious anemia in mules, donkeys, and horses: Epidemiologic studies in the different geographic regions of Turkey. *Journal of Equine Veterinary Science*, 25(10), 439-441.
- Burgu, I., Akça, Y., Toker, A., & Alkan, F. (1989). Atlarda enfeksiyöz anemi'nin serolojik olarak araştırılması. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 36, 123-128.
- Bürki, F., Rossmanith, W., & Rossmanith, E. (1992). Equine lentivirus, comparative studies on four serological tests for the diagnosis of equine infectious anaemia. *Veterinary microbiology*, 33(1-4), 353-360.
- Coggins, L. (1972). Diagnosis of equine infectious anemia by immunodiffusion test.
- Coggins, L., & Patten, V. (1971, January). Immunodiffusion test for equine infectious anemia. In *JOURNAL OF THE AMERICAN VETERINARY MEDICAL ASSOCIATION* (Vol. 158, No. 2, p. 228). 1931 N MEACHAM RD SUITE 100, SCHAUMBURG, IL 60173-4360: AMER VETERINARY MEDICAL ASSOC.
- Coggins, L., & Norcross, N. L. (1970). Immuno-diffusion reaction in equine infectious anemia. *Cornell Veterinarian*, 60, 330-335.
- Cook, S. J., Cook, R. F., Montelaro, R. C., & Issel, C. J. (2001). Differential responses of *Equus caballus* and *Equus asinus* to infection with two pathogenic strains of equine infectious anemia virus. *Veterinary microbiology*, 79(2), 93-109.
- Cook, R.F., Montelaro, R.C., Issel, C.J. (1996) Equine infectious anemia. In, Studdert MJ (Ed): Virus Infections of Equines. Amsterdam, Elsevier, pp. 297-323.
- Egberink, H. F., Ederveen, J., Montelaro, R. C., Pedersen, N. C., Horzinek, M. C., & Koolen, M. J. (1990). Intracellular proteins of feline immunodeficiency virus



- and their antigenic relationship with equine infectious anaemia virus proteins. *Journal of General Virology*, 71(3), 739-743.
- Gonda, M. A., Braun, M. J., Carter, S. G., Kost, T. A., Bess, J. W., Arthur, L. O., & Van Der Maaten, M. J. (1987). Characterization and molecular cloning of a bovine lentivirus related to human immunodeficiency virus. *Nature*, 330(6146), 388-391.
- Issel, C. J., & Cook, R. F. (1993). A review of techniques for the serologic diagnosis of equine infectious anemia. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 5(1), 137-141.
- Issel, C. J., McManus, J. M., Hagius, S. D., Foil, L. D., Adams Jr, W. V., & Montelaro, R. C. (1990). Equine infectious anemia: prospects for control. *Developments in biological standardization*, 72, 49-57.
- Kırmızıgül, A. H., Yıldırım, Y., Gökçe, E., & Ataseven, V. S. (2009). Serologic evaluation of the equine infectious anemia in Kars and Ardahan-Turkey.
- Lew, A. M., Thomas, L. M., & Huntington, P. J. (1993). A comparison of ELISA, FAST-ELISA and gel diffusion tests for detecting antibody to equine infectious anaemia virus. *Veterinary microbiology*, 34(1), 1-5.
- Montelaro, R. C., Robey, W. G., West, M. D., Issel, C. J., & Fischinger, P. J. (1988). Characterization of the serological cross-reactivity between glycoproteins of the human immunodeficiency virus and equine infectious anaemia virus. *Journal of general virology*, 69(7), 1711-1717.
- Motie, A. (1986). An outbreak of suspected equine infectious anaemia in Guyana. *British Veterinary Journal*, 142(1), 36-40.
- Nagarajan, M. M., & Simard, C. (2001). Detection of horses infected naturally with equine infectious anemia virus by nested polymerase chain reaction. *Journal of virological methods*, 94(1-2), 97-109.
- Pearson, J. E., Becvar, C. S., & Mott, L. O. (1971). Evaluation of the immunodiffusion test for the diagnosis of equine infectious anemia. *US Livest Sanit Assoc Proc*.

- Pearson, J. E., & Gipson, C. A. (1988). Standardization of equine infectious anemia immunodiffusion and CELISA tests and their application to control of the disease in the United States. *Journal of Equine Veterinary Science*, 8(1), 60-61.
- Pearson, J. E., & Knowles, R. C. (1984). Standardization of the equine infectious anemia immunodiffusion test and its application to the control of the disease in the United States. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 184(3), 298-301.
- Pena, L. J., Pena, D. A., Barrios, P. R., Dale, R., de Almeida Lamêgo, M. R., & Moraes, M. P. (2006). Seroepidemiological survey of infection of equine infectious anemia, equine influenza type 2 and equine herpesvirus type 1 in herds of south Pará State, Brazil. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*.
- Perryman, L. E., O'Rourke, K. I., Mason, P. H., & McGuire, T. C. (1990). Equine monoclonal antibodies recognize common epitopes on variants of equine infectious anaemia virus. *Immunology*, 71(4), 592.
- Sellon, D.C. (2003) Disorders of Hematopoietic system. İn: *Equine Internal Medicine*, 2nd edn.,Eds: S.M. Reed, W.M. Barly and D.C. Sellon W.B.Saunders , Philadelphia .pp 721- 768.
- Spyrou, V., Papanastassopoulou, M., Psychas, V., Billinis, C., Koumbati, M., Vlemmas, J., & Koptopoulos, G. (2003). Equine infectious anemia in mules: virus isolation and pathogenicity studies. *Veterinary microbiology*, 95(1-2), 49-59.
- SUGIURA, T., KONDO, T., MATSUMURA, T., IMAGAWA, H., KAMADA, M., & IHARA, T. (1995). Field application of enzyme-linked immunosorbent assay for screening of equine infectious anemia. *Journal of Equine Science*, 6(1), 15-20.
- TURAN, N., YILMAZ, H., UYSAL, A., & ARSLAN, M. (2002). Seronegative findings on the investigations of equine infectious anemia in the Marmara

Region of Turkey. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 26(2), 299-302.

Vallée, H., & Carre, H. (1904). Sur la nature infectieuse de l'anémie du cheval. *CR Acad. Sci*, 139, 331-333.

Yapıkic, O., Yavru, S., Kale, M., Bulut, O., Simsek, A., & Sahna, K. C. (2007). An investigation of equine infectious anaemia infection in the Central Anatolia region of Turkey. *Journal of the South African Veterinary Association*, 78(1), 12-14.

## CHAPTER 22

### AN ASSESSMENT ON FABA BEAN (*Vicia faba* L.)

Agriculture Engineer Nazlı KALENDER<sup>1\*</sup>

Assoc. Prof. Dr. Yusuf DOĞAN<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup>Mardin Artuklu University, Vocational Higher School Of Kızıltepe, Mardin

\*Corresponding author: nazlibudakalender@hotmail.com



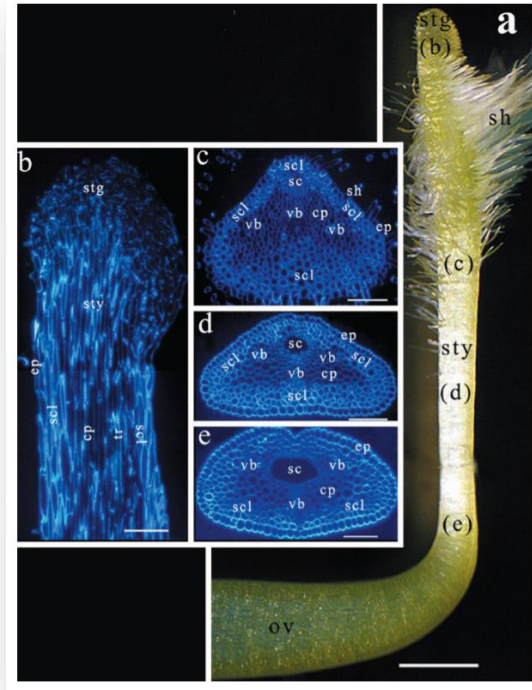
## **Introduction**

Faba bean is a low cost protein and starch source due its to rich seed content. Both dry seeds and vegetative plant parts are subject to human and animal consumption. Faba bean ranks fourth in pulse production in the world. It is commonly in rotation with cereals in major production zones in the world. Many pathogens are effective on faba beans which are limiting yields of the crop. Due to very limited breeding efforts of the crop, faba bean yield increase was very small during many decades. Major aims of faba bean breeding programmes are improving yields, disease resistance, winter hardiness, biological nitrogen fixation efficiency, machine harvestability and elimination of anti-nutritional factors.

Faba bean (*Vicia faba* L.) is an important legume (*Fabaceae*) due to high protein and starch content (Göl et al., 2017). It is among oldest legume crops grown globally as a cheap source of protein (Mulugeta et al., 2021). Ancient Egyptians were consuming faba beans thousands years ago and this food is still very popular in Egypt (Abdel-Sattar et al., 2021). Faba bean is an early domesticated crop in the Near East. This legume has role in culinary traditions in Middle East, Mediterranean region, China and Ethiopia (Satovic et al., 2013).

Protein content of faba bean dry seeds are higher than other common food legumes. It is generally cropped for dry seeds as human food or animal feed but fresh seeds and pods are vegetables in some other countries. Dry grains are used for paste and snacks and fresh seeds are used for savory dishes. Sprouts are used for food, too. Dried leaves and stems of faba beans are good fodder for sheep and cattle. Flowers

of the plants contain high amount of L-DOPA and these flowers can be used to make tea (Zong et al., 2019).



**Fig. 1.** General anatomy of faba bean pistil. **a)** Faba bean pistil. **b-e)** Calcofluor white-induced fluorescence of regions shown in “a”. **b)** Longitudinal section of the stigma, including the apical region of the style; **c-e)** transverse sections of the style: **c=**apical region; **d=**middle region; **e=**basal region; **cp=**cortical parenchyma cells; **ep=**epidermis; **ov=**ovary; **sc=**stylar canal; **scl=**sclerenchyma cells; **sh=**stylar hairs; **stg=**stigma; **sty=**style; **tr=**tracheids; **vb=**vascular bundles (Chen et al., 2006).

*V. faba* meal is a source of protein for fish diets. Results indicate that it can be added to the diet of beluga juveniles (*Huso huso* L.) up to 10 % without adverse effects on survival, growth performance, hematological parameters and serum biochemical parameters (Soltanzadeh et al., 2016). The pyrimidine glycosides (vicine and

convicine) are limiting utilisation of faba bean both as food and feed (Khazaei et al., 2015).

Legumes are important part of cropping systems with the ability of biological nitrogen fixation. The benefits of *Fabacea* as previous crops in rotations with cereals is well known (Lizarazo et al., 2015). Rotation of faba bean with wheat is a traditional systems in temperate, tropical highland and Mediterranean areas (Nebiyu et al., 2014).

Faba bean ranks fourth in pulse production in the world (Abid et al., 2015). Global production of pulses in 1991, 2001, 2011 and 2014 years are given in Table 1.

**Table 1.** Global production of pulses in 1991, 2001, 2011 and 2014 years (million tonnes) (FAO, 2019)

Year	Dry bean	Chickpea	Drypea	Cowpea	Lentil	Pigeon pea	Faba bean	Other pulses
1991	17	7	15	2	2	3	4	6
2001	18	8	11	4	3	3	4	6
2011	23	11	10	6	4	4	4	6
2014	24	13	11	7	5	4	4	7

Faba bean production was stabile during 1991-2014 period and is at 4 million tonnes per year on global scale.

### **Biotic factors**

*Orobanche crenata* (Broomrape) is an obligate root parasitic weed belonging to *Orobanchaceae*. It makes high damage to legumes (El-Dabaa et al., 2019). Weedy root parasitic plant broomrapes (*Orobanche crenata*, *Orobanche foetida* and *Phelipanche aegyptiaca*) severely effect faba bean production (Fernandez-Aparicio et al., 2012). As an



example, in Morocco, heavy infestations of *Orobanche crenata* was reported in many faba bean fields (Briache et al., 2019). Only moderately resistant cultivars are available to farmers for broomrapes. This resistance bases on combination of avoidance and resistance mechanisms (Fernandez-Aparicio et al., 2012).

*Cercospora zonata* is the pathogen of fungal disease Cercospora leaf spot affecting faba bean. During last several years, this diseases is effecting major faba bean production regions in Australia (Kimber & Paull, 2011).

*Ascochyta fabae* is the pathogen of Ascochyta blight affecting faba bean and is an important disease reported in many faba bean cropping regions worldwide (Sudheesh et al., 2019).

Rust (*Uromyces viciae-fabae*) is a major diseases in Faba bean cropping regions in East Africa, North Africa, China and northern Australia (Ijaz et al., 2018).

*Stemphylium botryosum* and *S. vesicarium* are fungal pathogens of Stemphylium blight disease which makes destruction on faba bean crops in Iran (Sheikh et al., 2015).

*Botrytis fabae* is the pathogen of Chocolate spot diseases which is a major diseases of faba bean in Ethiopia (Wakoya et al., 2021). In highlands of Ethiopia, faba bean cultivation is seriously effected by *Fusarium solani* pathogen which is the causal agent of faba bean black root rot disease (Dugassa et al., 2021).

Faba bean stem borer insect (*Lixus algius* L.) (*Coleoptera: Curculionidae*) is a major stress factor of faba bean in Mediterranean zone. Two germplasm accessions (IG 11561 and IG 72498 of ICARDA crossing program) were reported resistant (antixenotic and antibiotic categories of resistance) to faba bean stem borer (Taadaouit et al., 2021).

### **Abiotic factors**

Drought and salinity are among major factors limiting faba bean production worldwide (Alghamdi et al., 2018). Drought impacting growth, development and yield of faba bean especially in arid and semi-arid environments (Wu et al., 2020). Drought stress frequently occurs during the seedling stage and finally affects yield of faba bean (Li et al., 2018). This crop is cultivated as a cool-season crop and changes in sowing dates and lack of precipitation put the crop in drought and heat stress (Lavania et al., 2015).

Low and high temperature stress affect growth, development and yield of *Vicia faba* which contains varieties sensitive to cold and heat stresses (Zhou et al., 2018). Frost stress is a significant stress factor affecting the crop by limiting winter faba bean growth in Europe. This is why, faba bean is mainly sown in spring in cool regions (Sallam et al., 2015).

### **Breeding**

Major aims of faba bean breeding programmes are improving yields, diseases and abiotic stress resistance/tolerance, seed quality and other agronomic traits (Sheikh et al., 2015). Other breeding objectives are

related to winter hardy, heat tolerance, machine sowing and harvesting, biological nitrogen fixation efficiency, photosynthetic efficiency, flavor and palatability and dual usage of faba bean (Zong et al., 2019). Unlike the cereals, faba bean yields did not increased significantly during last 50 years (Chapman & Tarawali, 2012). Especially introduction of disease resistance and elimination of anti-nutritional factors are important objectives in many faba bean breeding program (Gutierrez et al., 2011). Genomic approaches in faba bean breeding programs require high-quality genetic linkage maps for quantitative trait locus analysis and gene tagging to use in marker-assisted selection (Satovic et al., 2013).



**Fig. 2.** Seed size and color variation of faba bean accessions. A) small-seeds (Afghanistan); B) medium-seeds (Pakistan); C) large-seeds (Morocco); D) green seeds (Morocco); E) brown seeds (Iran); F) purple seeds (Italy) (De Angelis et al., 2021).

*Vicia faba* shows cytomixis (migration of the nuclei from one plant cell to another through special intercellular channels named cytomictic channels) during microsporogenesis. Cytomixis is proposed to be caused by genes, abnormal cell wall formation, action of chemicals, changes in the biochemical process, imbalanced and sterile genetic systems, persistence of male-sterile mutant genes, and frequent alterations in environmental factors. The transfer of chromatin material involved the whole diploid set of chromosomes or some chromosomes in the diploid set from donor to recipient cells. Cytomixis may lead to the formation of aneuploid and polyploid gametes (Bhat et al., 2017).

A single recessive gene (*vc-*) was found responsible for reduced vicine–convicine pyrimidine glycosides concentration of faba bean (Khazaei et al., 2015).

Difficult to control major root–parasite weed broomrape (*Orobanche crenata*) of faba bean is seriously limiting crop in whole Mediterranean area, whose resistance is of polygenic nature (Diaz-Ruiz et al., 2010).

## CONCLUSIONS

Many pathogens are effective on faba beans and reducing yields of the crop. Due to very limited breeding efforts on the crop, faba bean yield increase trend was very low during last 50 years. Breeding activities may focus on biotic stress factors, especially diseases of *Cercospora zonata*, *Ascochyta fabae*, *Uromyces viciae-fabae*, *Stemphylium botryosum*, *S. Vesicarium*, *Botrytis fabae* and *Fusarium solani*. Also root parasitic plant broomrapes (*Orobanche crenata*, *Orobanche*

*foetida* and *Phelipanche aegyptiaca*) are major biotic problems of faba bean crops.

The crop is commonly cultivated in abiotically low stressed season (winter) in most regions in the world.

**REFERENCES**

- Abdel-Sattar, E., Mahrous, E. A., Thabet, M. M., Elnaggar, D. M. Y., Youssef, A. M., Elhawary, R., & Mekky, R. H. (2021). Methanolic extracts of a selected Egyptian *Vicia faba* cultivar mitigate the oxidative/inflammatory burden and afford neuroprotection in a mouse model of Parkinson's disease. *Inflammopharmacology*, 29(1), 221-235.
- Abid, G., Muhovski, Y., Mingeot, D., Watillon, B., Toussaint, A., Mergeai, G., & Jebara, M. (2015). Identification and characterization of drought stress responsive genes in faba bean (*Vicia faba* L.) by suppression subtractive hybridization. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 121(2), 367-379.
- Alghamdi, S. S., Khan, M. A., Ammar, M. H., Sun, Q., Huang, L., Migdadi, H. M., & Al-Faifi, S. A. (2018). Characterization of drought stress-responsive root transcriptome of faba bean (*Vicia faba* L.) using RNA sequencing. *3 Biotech*, 8(12), 1-19.
- Bhat, T. A., Gulfishan, M., & Wani, A. A. (2017). Cytomixis: Causes and Consequences as a Case Study in *Vicia faba* L. In *Chromosome Structure and Aberrations* (pp. 331-342). Springer, New Delhi.
- Briache, F. Z., Ennami, M., Mbasani-Mansi, J., Gaboun, F., Abdelwahd, R., Fatemi, Z. E. A., & Mentag, R. (2019). Field and controlled conditions screenings of some faba bean (*Vicia faba* L.) genotypes for resistance to the parasitic plant *Orobanche crenata* Forsk. and investigation of involved resistance mechanisms. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 126(3), 211-224.
- Chapman, G. P., & Tarawali, S. A. (Eds.). (2012). *Systems for Cytogenetic Analysis in Vicia Faba L.: Proceedings of a Seminar in the EEC Programme of Coordination of Research on Plant Productivity, Held at Wye College, 9–13 April 1984* (Vol. 11). Springer Science & Business Media.
- Chen, W., Stoddard, F. L., & Baldwin, T. C. (2006). Developmental regulation of mannan, arabinogalactan-protein, and pectic epitopes in pistils of *Vicia faba* (faba bean). *International Journal of Plant Sciences*, 167(5), 919-932.

- De Angelis, D., Pasqualone, A., Costantini, M., Ricciardi, L., Lotti, C., Pavan, S., & Summo, C. (2021). Data on the proximate composition, bioactive compounds, physicochemical and functional properties of a collection of faba beans (*Vicia faba* L.) and lentils (*Lens culinaris* Medik.). *Data in Brief*, 34, 106660.
- Diaz-Ruiz, R., Torres, A. M., Satovic, Z., Gutierrez, M. V., Cubero, J. I., & Román, B. (2010). Validation of QTLs for *Orobanche crenata* resistance in faba bean (*Vicia faba* L.) across environments and generations. *Theoretical and Applied Genetics*, 120(5), 909-919.
- Dugassa, A., Alemu, T., & Woldehawariat, Y. (2021). In-vitro compatibility assay of indigenous *Trichoderma* and *Pseudomonas* species and their antagonistic activities against black root rot disease (*Fusarium solani*) of faba bean (*Vicia faba* L.). *BMC microbiology*, 21(1), 1-11.
- El-Dabaa, M. A. T., Ahmed, S. A. E., Messiha, N. K., & El-Masry, R. R. (2019). The allelopathic efficiency of *Eruca sativa* seed powder in controlling *Orobanche crenata* infected *Vicia faba* cultivars. *Bulletin of the National Research Centre*, 43(1), 1-8.
- FAO, (2019). <https://www.fao.org/3/i7108en/i7108en.pdf>
- Fernandez-Aparicio, M., Moral, A., Kharrat, M., & Rubiales, D. (2012). Resistance against broomrapes (*Orobanche* and *Phelipanche* spp.) in faba bean (*Vicia faba*) based in low induction of broomrape seed germination. *Euphytica*, 186(3), 897-905.
- Göl, Ş., Doğanlar, S., & Frary, A. (2017). Relationship between geographical origin, seed size and genetic diversity in faba bean (*Vicia faba* L.) as revealed by SSR markers. *Molecular Genetics and Genomics*, 292(5), 991-999.
- Gutierrez, N., Giménez, M. J., Palomino, C., & Avila, C. M. (2011). Assessment of candidate reference genes for expression studies in *Vicia faba* L. by real-time quantitative PCR. *Molecular Breeding*, 28(1), 13-24.
- Ijaz, U., Adhikari, K. N., Stoddard, F. L., & Trethowan, R. M. (2018). Rust resistance in faba bean (*Vicia faba* L.): status and strategies for improvement. *Australasian Plant Pathology*, 47(1), 71-81.

- Khazaei, H., O'Sullivan, D. M., Jones, H., Pitts, N., Sillanpää, M. J., Pärssinen, P., & Stoddard, F. L. (2015). Flanking SNP markers for vicine–convicine concentration in faba bean (*Vicia faba* L.). *Molecular Breeding*, 35(1), 1-6.
- Kimber, R. B. E., & Paull, J. G. (2011). Identification and genetics of resistance to cercospora leaf spot (*Cercospora zonata*) in faba bean (*Vicia faba*). *Euphytica*, 177(3), 419-429.
- Lavania, D., Siddiqui, M. H., Al-Wahaibi, M. H., Singh, A. K., Kumar, R., & Grover, A. (2015). Genetic approaches for breeding heat stress tolerance in faba bean (*Vicia faba* L.). *Acta physiologiae plantarum*, 37(1), 1-9.
- Li, P., Zhang, Y., Wu, X., & Liu, Y. (2018). Drought stress impact on leaf proteome variations of faba bean (*Vicia faba* L.) in the Qinghai–Tibet Plateau of China. *3 Biotech*, 8(2), 1-12.
- Lizarazo, C. I., Yli-Halla, M., & Stoddard, F. L. (2015). Pre-crop effects on the nutrient composition and utilization efficiency of faba bean (*Vicia faba* L.) and narrow-leaved lupin (*Lupinus angustifolius* L.). *Nutrient cycling in agroecosystems*, 103(3), 311-327.
- Mulugeta, B., Tesfaye, K., Keneni, G., & Ahmed, S. (2021). Genetic diversity in spring faba bean (*Vicia faba* L.) genotypes as revealed by high-throughput KASP SNP markers. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 68(5), 1971-1986.
- Nebiyu, A., Vandorpe, A., Diels, J., & Boeckx, P. (2014). Nitrogen and phosphorus benefits from faba bean (*Vicia faba* L.) residues to subsequent wheat crop in the humid highlands of Ethiopia. *Nutrient cycling in agroecosystems*, 98(3), 253-266.
- Sallam, A., Martsch, R., & Moursi, Y. S. (2015). Genetic variation in morpho-physiological traits associated with frost tolerance in faba bean (*Vicia faba* L.). *Euphytica*, 205(2), 395-408.
- Satovic, Z., Avila, C. M., Cruz-Izquierdo, S., Díaz-Ruíz, R., García-Ruíz, G. M., Palomino, C., ... & Torres, A. M. (2013). A reference consensus genetic map for molecular markers and economically important traits in faba bean (*Vicia faba* L.). *BMC genomics*, 14(1), 1-15.



- Sheikh, F., Dehghani, H., & Aghajani, M. A. (2015). Screening faba bean (*Vicia faba* L.) genotypes for resistance to *Stemphylium* blight in Iran. *European journal of plant pathology*, 143(4), 677-689.
- Soltanzadeh, S., Fereidouni, A. E., Ouraji, H., & Khalili, K. J. (2016). Growth performance, body composition, hematological, and serum biochemical responses of beluga (*Huso huso*) juveniles to different dietary inclusion levels of faba bean (*Vicia faba*) meal. *Aquaculture international*, 24(1), 395-413.
- Sudheesh, S., Kimber, R. B. E., Braich, S., Forster, J. W., Paull, J. G., & Kaur, S. (2019). Construction of an integrated genetic linkage map and detection of quantitative trait loci for ascochyta blight resistance in faba bean (*Vicia faba* L.). *Euphytica*, 215(3), 42.
- Taadaouit, N. A., El Fakhouri, K., Sabraoui, A., Maalouf, F., Rohi, L., & El Bouhssini, M. (2021). First sources of resistance in faba bean (*Vicia faba* L.) to the stem borer weevil, *Lixus algerius* L.(Coleoptera: Curculionidae). *Phytoparasitica*, 49(3), 349-356.
- Wakoya, F., Abdissa, T., & Dugasa, A. (2021). Epidemics of chocolate spot (*Botrytis fabae* Sard.) disease on faba bean (*Vicia faba* L.) at Shambu and Guduru, Western Oromia, Ethiopia. *Indian Phytopathology*, 1-7.
- Wu, X., Fan, Y., Li, L., & Liu, Y. (2020). The influence of soil drought stress on the leaf transcriptome of faba bean (*Vicia faba* L.) in the Qinghai–Tibet Plateau. *3 Biotech*, 10(9), 1-16.
- Zhou, R., Hyldgaard, B., Yu, X., Rosenqvist, E., Ugarte, R. M., Yu, S., ... & Zhao, T. (2018). Phenotyping of faba beans (*Vicia faba* L.) under cold and heat stresses using chlorophyll fluorescence. *Euphytica*, 214(4), 1-13.
- Zong, X., Yang, T., & Liu, R. (2019). Faba Bean (*Vicia Faba* L.) Breeding. In *Advances in Plant Breeding Strategies: Legumes* (pp. 245-286). Springer, Cham.

## BÖLÜM 23

### ARICILIK FAALİYETLERİNİN API-TURİZİM KAPSAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ

Öğr. Gör. Mehmet Ali KUTLU<sup>1</sup>, Öğr. Gör. Burcu KUTLU<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Bingöl Üniversitesi, Gıda Tarım ve Hayvancılık Meslek Yüksekokulu, Arıcılık Programı, 12000, Bingöl. ORCID<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0003-0862-9690>

<sup>2</sup> Milli Savunma Üniversitesi, Kara Harp Okulu Dekanlığı, Yabancı Diller Bölümü, 06654, Ankara. Orcid no: <https://orcid.org/0000-0003-4541-9449>

\*Sorumlu Yazar/Correspondin Author: Mehmet Ali KUTLU  
e-posta: kutlular@hotmail.com



## GİRİŞ

Ekonomik faaliyetlerin genellikle doğal kaynakların kullanımına yöneltildiği, yaşamsal faaliyetler büyük oranda bölgenin gelenek ve göreneklere göre şekillendiği, teknolojik, ekonomik, toplumsal ve kültürel gelişmelerin istenilen seviyede gerçekleşmediği yaşam alanları kırsal alanlar olarak tanımlanmaktadır. Ekonomik ve sosyal yapının neden olduğu göç ile kırsal alan kendi nüfusu sürekli azaltırken metropol nüfusunun da dengesiz şekilde artmasına neden olmaktadır. Birçok ülkeler göçe neden olan ekonomik sebeplerin önlenmesi için kırsal kalkınma projeleri ile çözüm aramak yoluna gitmektedirler. Kırsal kalkınmaya yönelik faaliyetlerden biride mevcut yerel kaynakların değerlendirilmesine yönelik api- turizm diye adlandırılan arı turizmidir.

Yerel kalkınmada en önemli tercihi yerel kaynakların değerlendirilmesine yönelik girişimlerdir. Ülkelerin ve bölgelerin sahip oldukları sürdürülebilir kaynaklar incelendiğinde yöresel farklılıkların öne çıktığı görülmektedir. Önemli olan bunların tespiti sonucunda bölge yaşayanlarının yararına olan sürdürülebilir ekonomik politikaların geliştirilmesidir. Türkiye’de de ekonomik yapının gereği olarak bölgeye adapte olmuş sektörlerin ön plana çıkması ve bölgenin doğal kaynaklarını sürdürülebilir şekilde değerlendirilmesidir (Öter, Z., 2010). Arıcılık turizmde bunlardan biridir. Günümüzde turizmin, özellikle gelişmekte olan ülkelerin ekonomileri için önemi gittikçe artarken, kendi iç dinamikleriyle kalkınamayan az gelişmiş bölge ve

yörel turizmi bir kalkınma aracı olarak görmektedirler(Kaya ve ark.2021)

Kırsal turizm bileşenlerinin doğal çevrelerin sürdürülebilirliğine destek vermesi ve kırsal kültürün yok olmasını engellemesi (Torun, 2013), yanı sıra bu alanda yaşayan gelir seviyesi düşük nüfusun kendini ikame edecek işletmeler kurmasına da imkan tanınması kaçınılmazdır. Kırsal alanlar aynı zamanda turistlerin doğal manzaralar eşliğinde, kültürel ve çevresel deneyimler yaşamalarını sağlayan çekim merkezleri olup, yaşayanlarının geleneksel faaliyeti sonucu üretim, alanla ilgili öğrenme ve dinlenme alanlarıdır. (Özçatalbaş, 2000).

Arı turizmi ile ilgili faaliyetler, turistin doğal bir ortamda arıcı il birlikte, arıcılık ürünleri (polen, propolis, arı ekmeği, arı sütü) üretimine eşlik etmesi ve ortamı solumasını içermektedir. Turist arıcı ile birlikte ürün üretime, ürettiği ürünleri tatma, üretimi gerçekleştiren koloni bireyleri (ana arı, işçi arı ve erkek arı) ve özellikleri hakkında bilgi sahibi olma, arı bitki ilişkisi sonucu sürdürülebilir çevreye arıların katkısı ve geleneksel arılıkların ziyaretini kapsamaktadır.

Arı turizmin geliştirilmesi, kırsal alanları harekete geçirmek, yeni işler yaratmak ve bir bölgenin kültürünü ve geleneğini desteklemek için bir fırsattır. Arı turizm pazarının lideri olan ülke, arı turizminin hem yerli hem de yabancı turistler için çok cazip turizm kollarından biri haline geldiği Slovenya'dır (Sivic, 2014). Son 5 yılda Polonya, Almanya, Çek Cumhuriyeti, Litvanya, Ukrayna (Oleynik & Iaromenko, 2012) ve İspanya'da (Shiffler, 2014) arı turizmin dinamik gelişimi kaydedildi.

Son zamanlarda turizm faaliyetlerinin fiziksel aktiviteden ziyade doğal sorumluluk bilinci için de doğa sevgisi ile gerçekleştirdikleri görülmektedir. Bunlardan biri de henüz Türkiye’de yapılmayan fakat büyük bir potansiyeli olan arı turizmidir.

## **ARICILIĞIN TARİHCESİ ve ÖNEMİ**

Arıcılık tarihi insanlık tarihi kadar eski olup, yapılan arkeolojik çalışmalardan elde edilen veriler, 6000 7000 yıl öncesinden günümüze arıcılık faaliyetlerinin yapıldığını göstermiştir. Bu görüşü, M.Ö. 7000 yıllarına ait mağaralarda çizilmiş arı ve bal resimleri ile keşfedilmiş çok eski dönemlere ait arı fosilleri doğrulamaktadır (Genç, 1993 Anadolu’da arıcılığın yaygın olması, çok farklı tipte iptidai kovanın bulunması, Anadolu arıcılığının çok eski tarihlere dayandığını göstermektedir. Boğazköy de M.Ö.1300 yıllarına ait olduğu sanılan Hititler döneminden kalma yazılarda arıcılığa ait bazı yasalardan bahsedilmektedir (Genç, 1993; Sönmez, 1984). Yine Fatih Sultan Mehmet ve Kanuni Sultan Süleyman’ın arıcılıkla ilgili yasalar ve yönetmenlikler çıkarttığı görülmektedir. Türkler balı asırlardır bir ilaç ve şifalı besin olarak bilmiş ve hastalarına bal yedirmiştir. Bal Osmanlı döneminde hastalıkların tedavisinde ilaç olarak kullanılmıştır. Hekimler özellikle yaraların tedavisinde ve birçok hastalığın iyileştirilmesinde balı hem doğrudan hem de çeşitli bitkilerle hazırlanan karışım ve bal şerbeti olarak kullanmışlardır. Ordu sefere çıktığı zamanlarda hastaların tedavileri için mutlaka yanlarında bal bulundurdukları ve sefer sırasında ölen rütbeli kişilerin cesetlerinin bozulmadan taşınabilmesi için bala gömdükleri bilinmektedir (Kayral,

1993). Bal iyi bir koruyucu olup savaşta ölen Filozof Democrit ve Büyük İskender'in cesetleri bozulmaması için bal içerisinde bekletildiği de bilinmektedir (Sönmez, 1984). İnsanoğlunun arılarla ilişkisinin tarih öncesi döneme kadar uzandığı görülmektedir. Geçmiş dönemde arılar kaya ve ağaç kovuklarında veya mağaraların uygun yerlerinde petek yaparak yaşarlardı. İnsanlar uzun bir zaman diliminde yaptıkları gözlemler sonrası arıları sahiplenmeye yöneldiler ve yaşam alanlarına yakın arılıklar oluşturmaya başladılar. Böylece günümüze kadar gelişmeler sonucunda arıcılık dünyanın genelinde yapılmakta ve ürünleri sağlık açısından severek tüketilen bir tarımsal bir faaliyet haline gelmiş bulunmaktadır.

Arıcılıkta temel amaç en az girdi kullanarak birim kovandan ana nektar akımı sırasında en yüksek düzeyde arıcılık ürünleri elde etmek ve ürünlerden daha önemli olan polinasyona katkı sağlanmasıdır. Arılardan bal, polen, propolis, arı sütü, arı zehiri gibi arıcılık ürünleri ile apiterapi ve polinasyon hizmetleri sağlanmaktadır. Polinasyon çiçekteki erkek organda bulunan polen taneciklerinin çiçekteki dişiçik tepeciğine taşınması olayıdır.

Free (1992)'ye göre USSR' de 15.6 milyon hektarlık tarım alanının % 83.97' sinde bal arısı polinasyonunun etkili olduğu, bu alanlardan üretimi yapılan yoncada % 65, kanolada % 39, pamukta % 28,hiyarda % 11, kabakta % 25, artış olduğunu bildirmektedir. Free (1992)' e göre bal arılarının bu yılki ABD'ye katkısı 49 bitkide 18,9 milyar dolar olmuştur. Bu rakamın dolaylı olarak hayvansal ürünlerin elde edilmesine katkısı ise yem maddeleri ve üretilen et süt gibi ürünler

olarak arıcılıktan elde edilen ürünlerin parasal değerinin 130 katı olarak bildirilmektedir.

## **TÜRKİYE' DE ARICILIK**

Arıcılık ülkemizin her bölgesinde yapılan tarımsal bir faaliyettir. Ülkemiz, bulunduğu coğrafi konum itibariyle zengin ve çeşitli bitki kaynaklarına sahip olduğu gibi, bu ekolojiye uyum sağlamış olan birçok arı ırkı ve ekotipini de barındırmaktadır. Türkiye'de arıcılık işletme sayısı (çiftçi kayıt sistemine) 80.675 olup, 8128360 adet arılı kovanla 109.330 ton bal üretilmekte ve Arı Yetiştiricileri Birliğine kayıtlı 72048 üye bulunmaktadır(TÜİK 2019). Bu yapılanma daha fazla ekonomik kazanç sağlamak adına gezgin arıcılık faaliyetlerinin yaygınlaşmasına sebep olmuştur. Türkiye arı varlığının %70–80'ine sahip kuruluşlar gezgin arıcılık yapmakta ve üretilen balları %90'lık miktarının üretimini gerçekleştirmektedirler.

Türkiye, kovan varlığı ve bal üretimi göz önüne alındığında dünyada 3. ve 4. sıralarda yer alarak kovan sayısı ve ürettiği bal miktarı bakımından önemli ülkeler arasında bulunmaktadır. Fakat birim kovandan alınan bal miktarı ve ihracata bakıldığında benzer başarıyı gösterememektedir. Dünya kovan başına elde edilen bal miktarı ortalama olarak 24 kg iken, Ülkemiz 'de bu miktar yıllara göre 13,8–17,1 kg olarak şekillenmektedir (Kekecoğlu, 2013).

Koloni ortalamasının yıllara göre bir gelişme sağlayamamasının nedenlerine bakıldığında; ülkenin bazı bölgelerinde hala geleneksel arıcılığın yoğun olarak yapıldığı, bunun da koloni ortalamasını büyük



oranda olumsuz etkilediği görülmektedir. Çünkü normal kovanlardan elde edilen bal miktarı 15-20 kg iken geleneksel arıcılıkta birim kovandan elde edilen ortalama bal miktarı 3-4 kg olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durum koloni ortalamasını düşüren en önemli nedenlerden birisidir (Kutlu 2020).

Arıcılık tarımsal faaliyetler içerisinde karlılığı yüksek olup bilinçli yapıldığında aynı yıl küçükte olsa bir miktar karlılık sağlamaktadır. Bu açıdan bakıldığında ekim yapılamayan orman, çayır ve mera vasfındaki alanlarda yaşamını sürsürlerin refah seviyelerinin arttırılmasında önemli bir katkı sağlamaktadır(Kutlu 2018). Arılardan üretilen ürünler öneminin artması, koşulları uygun bireyler ile dar gelirli ailelerin bütçelerine katkı sağlamak amacı ile arıcılığa başlamalarına neden olmuştur (Kaftanoğlu,1987).

## **API TURİZMİNİN ve ARICILIK FALİYETLERİNDE KULLANIMI**

Arı turizm arıcılık faaliyetlerinin gerçekleştirildiği doğal ortamlarda arı bitki ilişkisini ve arıcılık ürünlerinin üretimini konu alan yeni bir turizm türüdür. Arıcılık dendiğinde akla bal gelmektedir. Bal arıların en kolay elde edilen ürünü olup polen, propolis, arı sütü, arı zehiri de insan sağlığı için değerli ürünlerdir.

Arılık arıcılık faaliyetlerinin yürütüldüğü doğal ortamlar olup flora bakımından zengin çayır, mera, yaylalar, orman içi ve kenarı alanlardan oluşmaktadır. Tamamen doğa ile baş başa bir üretim şeklidir. Yaşamsal alan baraka, çadır veya karavan gibi pratik barınma alanlarından

oluşmaktadır. Ülkemiz koşullarında arı turizmi bu yaşamsal alanlarda arıyı tanımak ve sürdürülebilirlik açısından önemini kavramak, arıcılık ürünleri üretime eşlik etmek ve değişik birkaç gün geçirerek bir nevi doğal terapi sağlamaktır (Resim 1). Bu kapsamda arıcılık ürünleri üreticilerini turizm sektörüne kazandırmak, sürdürülebilir doğa çevre bilincine katkı sunmak, toplumun refah seviyesini artırmak ve yeni istihdam alanlarını oluşturmak, doğaya sevgi ve saygısı olan bir neslin yetişmesinde önderlik etmek esas amaç olmalıdır. (Korosec, 2016).

Birçok ülkelerde turizmin kollarından olan arı turizmi yaygın olarak arı safarisi adı altında faaliyet göstermektedir. Bu turlarda doğa sevgisi, arıcılık ürünlerinin üretim safhaları, üretilen ürünlerin sağlık açısından önemi ve tüketimi, arıcılığın sürdürülebilirliği, arıların yaşamımızdaki önemi ve arıların sürdürülebilir çevreye katkıları katılımcılara kavratılmaktadır. Ülkemizde özellikle tarla tarımının yapılmadığı kırsal alanda yapılan arıcılık faaliyeti geleneksel yapıda olup kovan tipleri ve şekilleri açısından farklılıklar sergilemektedir (Resim 2). Bu farklılıklar arazi yapısı, rakım, gelenek, görenek gibi etmenlerle karşımıza çıkmakta olup istihdamıda şekillendirmektedir. Dolayısı ile her bölgenin arıcılığı da kendine özgü kültürü, tarihi ile arı meraklılarına ve ailelerine de Türkiye doyurucu bir turizm hedefi sağlayabilir.

Apiterapi (arıların tedavi amaçlı kullanımı) sağlık turizmi açısından son derece önemli olup, yeni bir seyahat motivasyonu olarak kabul edilmektedir. Bu kapsamda katılımcıların doğal ortamda dinlenme, ruh-beden dengesine katkı sağlama (wellness: well-being + fitness) seyahatler gündeme gelmektedir (Resim 3)(Ergüven, 2010. )

Arıcılık ürünlerinden arı poleni içerikleri üretim alanındaki bitki florasına göre farklılık göstermektedir. Fakat tümünün ortak etkisi antibakteriyel özellik göstermesi nedeniyle insan sağlığında destekleyici ürün veya ürünlerin bileşiminde kullanılmasıdır. (Grigoryan, 2009, Talero, C., 2009) Balın tedavi edici özelliği yapılan klinik deneylerle kanıtlanmıştır. Yapılan bir çalışmada kimyasalların fayda sağlamadığı yaraları balın 1-4 hafta arasında hızla iyileştirdiği, yaralardaki bakterileri öldürdüğü, yeni hücre üreterek yarayı kısa sürede temizlediği, ödemi ve ağrılarını giderdiği ve enfeksiyonun ilerlemesini durdurduğu belirtilmektedir (Kamaruddin, M.Y 2009).

Arı zehiri işçi arılarca zehir bezlerinde üretilip antibakteriyel, antitümoral, multitiip skleroz, sistemik lupus eritematosiz, skleroderma, eklem ağrıları, gut artriti, romatoid artriti, bursit, fibrosit, depresyon, epilepsi, kronik ağrı, amiloid nöropatisi, migren gibi sağlık sorunlarında yardımcı ürün olarak kullanılmaktadır (Bogdanov 2011).

Api-Air ( kovan havası) bitkisel üretimin yoğun olduğu ilkbahar ve yaz aylarında kovan içerisinde bulunan havanın solunum yolu ile akciğerlere alınması esasına dayanmaktadır Bunun için kovan üzerine içerideki havanın alınmasını sağlayan bir aparat kullanılmaktadır (Resim 1). Avrupa'nın birçok ülkesinde solunum yolu hastalıklarının tedavisinde arı havası destekleyici olarak kullanılmaktadır (János, 2015)

Görüldüğü gibi Avrupa ülkelerinin birçoğunda sağlık turizmi belirli bir yaş üstü kitlenin vazgeçilmezi olup 2007 yılı rakamlarına göre dünyada

400 milyar dolarlık bir potansiyeli bulunmaktadır (Ergüven, 2010). Türkiye önemli bir arıcılık potansiyeline sahip olup bu varlığı sağlık turizminin bir parçası olarak apiterapi (arıcılık ürünleriyle ve arılarla tedavi hizmetleri) yaygınlaşabilir.

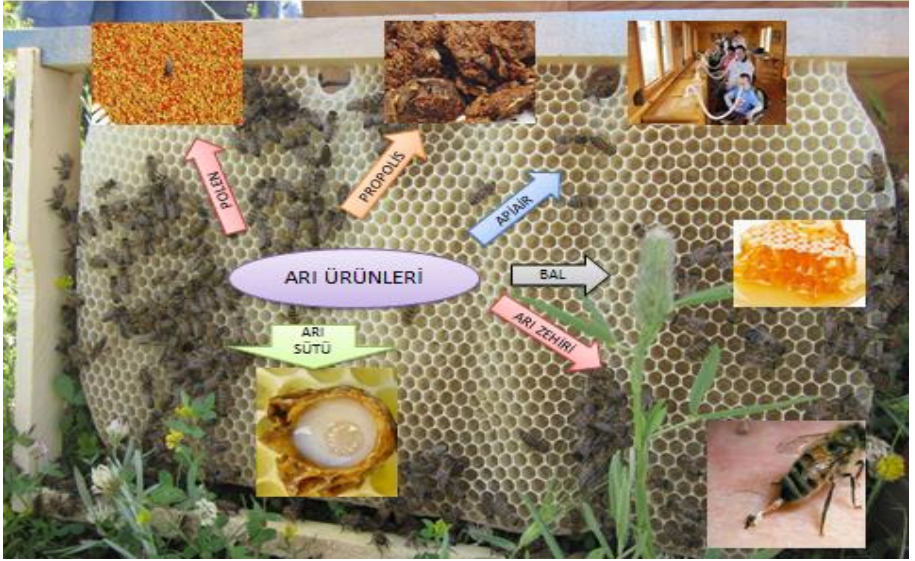
## SONUÇ

Arı turizmi ülkemizde yeteri kadar uygulama alanı bulamamış bir turizm faaliyetidir. Uygulana bilirlği arıcılık sektörünün dinamikliği için bir fırsat oluşturabilir. Mevcut arıcılık işletmeleri konu ile ilgili revize edilerek arı turizminde yer alması sağlanmalı ve pilot bölgelerde kuruluşlar teşvik edilmelidir. Yapılan çalışmalar günümüz insanların sürdürülebilir çevre bilinci altında doğayı korumaya yönelik faaliyetlere önem verdikleri ve belirli bir yaş aralığında olan insanların sağlık turizmine yöneldiklerini göstermektedir. Özellikle arıcılığın çeşitli kovan tipleri ile farklı arı barındırma (yüksek ağaç üzerlerinde 3-5 kovan arılıklar) alanlarında yapıldığı Karadeniz bölgesi, orman içi alanlar, yaylalar ve çayır mera alanlarının yoğun olduğu ülkemizin doğu kısımları çiçek balına dayalı üretim yapılmakta olup önemli arıcılık alanlarımızdır. Bu alanlarda uygun merkezler oluşturularak arı turizm destinasyonu olarak uluslararası pazarlara tanıtılmalıdır. Kırsal alanda yapılan faaliyet olan arıcılığın gelişmesinde etkili bir yol olan arı turizm çalışmalarının ivedilikle ilgili bakanlıklarca yapılması gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

- Öter,Z., 2010. Özgün yerel ürünlerin uluslararası ziyaretçilere pazarlanması: Muğla’da arıcılık ve turizm örneği. Conference: Conference: 2nd International Mugla Beekeeping and Pine Honey Congress, October 5-8, Mugla University Center of Research and Application on Apiculture and Sericulture., At Mugla-Turkey.
- Kaya, M., Erol, N.,2021 Evaluation of Handicraft Products in the Scope of Rural Tourism: the Case of Espiye - Akkaya Village. Journal of Humanities and Tourism Research 2021, 11 (1): 226-240
- Özçatalbaş, O. (2000). Kırsal Turizm ve Geliştirilmesinde Yayımin Önemi. IV. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi,Tekirdağ.
- Torun, E. (2013). Kırsal Turizmin Bölge İnsanına Katkıları. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 2013(1), 31-37.
- Woś, B., Bień, W., 2013. Apiturystyka jako forma turystyki zrównoważonej, Zeszyty Śivic, F., 2013. Apitourism: A fusion of apiculture and travel in verdant lands, Bee
- Oleynik, V., Iaromenko, S., 2012. Problems and prospects of development of green rural tourism in Ukraine, Regional Formation and Development Studies., Vol .6 p. 67-73
- Shiffler, K., 2014. Api-Tourism as added-value : the case of La Ruta de la Miel in Chile, Norwegian University of life Sciences, <http://hdl.handle.net/11250/217051> (accessed on 01.10.2014)
- World, Vol. 90 (3) 2013 p. 66-67.
- Genç. F. (1993). Arıcılığın Temel Esasları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:149, Erzurum
- Sönmez, R. (1984). Arıcılık. Ege Üniversitesi Ofset baskı Evi: İzmir.
- Free, J. B., 1992. Insect Pollination of Crops. Academic Press. Hare ourt Brace
- TÜİK 2019 Tükiye İstatistik Kurumu verileri
- Naukowe Turystyka i Rekreacja, Vol.1(11), Libron Warszawa

- Kekeçoğlu, M., & Rasgele, P. G. (2013). Düzce ili Yığılca ilçesindeki arıcılık faaliyetleri üzerine bir çalışma. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 2013(1).
- Kutlu, M.A 2020. Bingöl İli Arıcılarının Sosyal Durum Analizi Arıcılığa genel bir bakış. S.7-20
- Kutlu, M.A., Gül, A. Kılıç, Ö. (2018) Arıcılığın Kırsal Kalkınmaya Katkileri Ve Sürdürülebilirliği. ICOS – CAPPADOCIA 2018 Nevşehir, TURKEY, April 16 - 20, 2018 S-770-775
- Kaftanoğlu, O. 1987. Arıcılığın temel prensipleri. T.K.V. Teknik Arıcılık, Sayı:10, sh.7–11 Kazan/Ankara
- Korosec, T.A. (2016). Api Turizmi, Api Sağlık, Api Terapi, Muğla Arıcılık ve Çam Balı Kongresi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi.
- Ergüven, M.H. 2010. Wellness Turizmi ve “Alpine Wellness” Örneği: Türk Wellness Turizmi İçin Öneriler, içinde (Ed. Nazmi Kozak ve Kurtuluş Karamustafa) 5. Lisansüstü Turizm Öğrencileri Araştırma Kongresi Bildiri Kitabı, 27-30 Mayıs, Nevşehir, Ankara: Detay Yayıncılık, ss. 328-341.
- Grigoryan, K., Brindza, J., Sargsyan, M., Hakobyan, L., Ter-Avetisyanc. 2009. Antibacterial Activity of Bee Pollen, APIMONDIA, 15-20 September, Montpellier- France.
- Kamaruddin, M.Y., Anwar, S., Zainabe, S.A., Mohd Yassim, M.Y., 2009. The Efficacy of Honey Dressing for Wound Healing: A Clinical Observation Study, APIMONDIA, 15-20 September, MontpellierFrance.,
- Bogdanov, S. (2011). Bee Venom: Composition, health. Medicine. A review. *Bee Prod Sci*, 1- 20.
- János, K.R. (2015). Bee Hive Air therapies in Central-Europe. No Bees No Life Apitherapy Symposium 2015;Lukovica and Maribor, Slovenia, 23rd-24th October.



**Resim 1.** Arıcılık ürünleri



**Resim 2.** Arıcılık faaliyetinin yapıldığı arılıklar. Kaynak Mehmet Ali KUTLU



Resim 3. Api terapiye yönelik doğal alanlar ve arılıklar











**ISBN: 978-625-8007-32-9**